



**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
ARQUITECTURA**

**Tesis que para obtener el grado de
Maestro en Arquitectura**

***Plan de Negocios para Proyectos de
Energía Sustentable***

Caso de Estudio:

***Plantas Generadoras de Electricidad a partir
de Celdas de Combustible***

Emmanuel Vargas Ayala

2012

**Directora de Tesis:
Dra. Gemma Verduzco Chirino**



**INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
ARQUITECTURA**

Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Caso de Estudio:

***Plantas Generadoras de Electricidad a partir
de Celdas de Combustible***

**Tesis para obtener el grado de
Maestro en Arquitectura**

Emmanuel Vargas Ayala

2012

Directora de Tesis:

Dra. Gemma Verduzco Chirino

Sinodales:

Dr. Fidel Sánchez Bautista

Dra. Manuela Azucena Escobedo Izquierdo

Dra. Dolores Ana Flores Sandoval

Dr. Jorge Quijano Valdez

AGRADECIMIENTOS

*Primero que nada a esa esencia omnipresente y universal a quien algunos definen como **Dios**; gracias por ser más mi amigo que mi dios.*

*A mi **Madre** por su amor, paciencia apoyo incondicional y paciencia con este proyecto.*

*A mi **Padre** por su comprensión, apoyo a total a mí y al proyecto, gracias por confiar en mis sueños.*

*A mis **hermanos** por todas las vivencias y detalles, mi vida se define mucho por ustedes.*

*A mis **amigos** por estar ahí, es especial **Claudia Jiménez** por siempre echarme porras y apoyarme en mi decisión de cambiar mi zona de confort y **David Reyes** por siempre centrarme y recordarme lo básico y esencial en la vida, gracias hermano*

*A mis **sinodales: Dra. Gemma Verduzco Chirino, Dra. Azucena Escobedo y Dr. Fidel Sánchez**, por compartir su conocimiento y orientación conmigo, el tiempo invertido y las aportaciones a este proyecto.*

*A las personas que colaboraron en este proyecto como el **Dr. Arturo Fernandez Madrigal** del CIE, **Dr. Omar Solarza Feria** del CINVESTAV, el **Ing. Mario Ugalde Salas** de la DGO, **Henning G. Langås** de NEL Hydrogen, y **Bruce Becker** de Becker+Becker por la información y apoyo brindado.*



Y por último a la madre de mi alma, la **UNAM**, por darme una identidad, felicidad, pasión y un perdón por el cual esforzarme.

RUGIDO DE PUMA

Para nosotros los universitarios la **GOYA** no es una simple porra más, para nosotros es algo que nos identifica, que nos define, que le dice al mundo que estamos presentes.

Cuando **cantamos la Goya** le decimos a los demás que estamos muy orgullosos. **Orgullosos** de nuestra nación **México**, de nuestros compañeros **PUMAS**, y de nuestra **Universidad**.

Pero también es un **grito de guerra**, en donde decimos que con **nuestro esfuerzo, disciplina y entrega** haremos que nuestro país, nuestros compañeros y nuestra universidad se sientan **muy orgullosos de nosotros**.

Por eso con todo ese **orgullo en el pecho** y **con garra** y sobre todo **mucho corazón**, **RUJAN PUMAS!!!!!!!!!!**

**MÉXICO-PUMAS-UNIVERSIDAD
GOYAAAA!!!!!!!!!!**



INDICE

Capitulo		Paginas
	Agradecimientos	
	Introducción	A
1	Antecedentes:	
	1.1 El mundo organizado contra el Cambio Climático	1
2	Marco Teórico:	
	2.1 Producción de energía en México	32
	2.2 Producción de energía a Base de Celdas de Combustible	56
	2.3 Obtención de hidrógeno de manera sustentable	67
	2.4 Teoría del Plan de Negocios	75
3	Caso de Estudio: Plan de Negocios para una Central Eléctrica a base de Celdas de Combustible	124
	Conclusiones	153
	Anexo A	
	Anexo B	
	Anexo C	
	Glosario de Conceptos	I
	Glosario de Acrónimos	V
	Glosario de Unidades	X
	Bibliografía	XI



“Sustentabilidad se define como aquello que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las nuevas generaciones para satisfacer las suyas.”

Harlem Brundtland, Gro. Nuestro futuro común,
informe de la Comisión Brundtland,
Alianza, Madrid, 1987

INTRODUCCIÓN

No basta tener una buena espada hay que saber esgrimirla

Todo lo nuevo necesita apoyo para poder salir adelante, de igual manera las nuevas ideas, tecnologías y metodologías que se desarrollan o son creadas constantemente.

Actualmente la humanidad se enfrenta a un cambio global en el clima, lo que tiene repercusiones en la seguridad, economía y calidad de vida de los habitantes del orbe. La mayoría de las investigaciones del porqué de este cambio apuntan al tipo de producción que ha tenido la humanidad desde la revolución industrial.

Aunque es notoria la manera en que se ha deteriorado el medio ambiente en diversas partes del globo terráqueo en los últimos dos siglos, en esta etapa de la historia se detono la ambición y/o necesidad de crear nuevas tecnologías y metodologías de administración que ha llevado a la humanidad a fronteras y actividades asombrosas como conquistar el fondo del océano o llegar a la luna, acciones que van más allá de la imaginación de cualquier persona del siglo XVII, recordemos que Julio Verne vivió de 1828 a 1905.

Pero justo de esta época de alta producción e industrialización humana usaremos algunas metodologías y tecnologías creadas en el siglo XX, para desarrollar un proyecto que tiene por intención reducir el impacto que tiene la actividad humana y su consumo de energía en el ambiente.

La metodología administrativa a emplear será el *Plan de Negocios*, que es un documento que especifica en lengua escrita, un negocio que se pretende iniciar o que ya se ha iniciado. Este método es ideal para materializar una nueva idea de aplicación de tecnología sustentable para generar energía eléctrica, ya que no solo analizaremos las cualidades del mercado donde se quiere aplicar (mercado energético mexicano), sino que se hace un análisis de la rentabilidad de esta aplicación.

El tipo de generación que aplicaremos es una tecnología de la era espacial, la celda de combustible, la llamada fuente de poder en las misiones al espacio, este es un dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería, pero se diferencia de esta última en que está diseñada para permitir el reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos; es decir, produce electricidad de una fuente externa de combustible y de oxígeno en contraposición a la capacidad limitada de almacenamiento



de energía que posee una batería. Además, los electrodos en una batería reaccionan y cambian según cómo esté de cargada o descargada; en cambio, en una celda de combustible los electrodos son catalíticos y relativamente estables. Así que básicamente en una celda de combustible se introduce hidrógeno que reacciona con el oxígeno del ambiente produciendo electricidad y teniendo como subproducto agua destilada.

Afortunadamente no estamos solos en esta intención de mejorar las condiciones de producción para tener un menor impacto en el medio ambiente. Gobiernos y organizaciones alrededor del orbe han visto este problema como una realidad y han hecho acuerdos, tratados y han legislado para impulsar medidas que mitigan el impacto de la actividad humana la medio ambiente ya que se considera que con estas acciones se puede frenar el curso que lleva el cambio climático o por lo menos preservar un medio ambiente más estable para futuras generaciones.

Acciones como estas se vieron reflejadas cuando las naciones del mundo reunidas en el *Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)* firmaron el *Protocolo de Kyoto* (1997) y derivado de este cada gobierno ha implantado en sus territorios legislaciones a favor del medio ambiente. El *IPCC* también implemento el *Comercio de Emisiones*, los *Mecanismos de Desarrollo Limpio* y la *Aplicación Conjunta*; que son métodos para volver rentables los esfuerzos por reducir el impacto ambiental de la actividad humana e interesar a más personas, inversionistas, empresas y gobiernos en este tipo de actividades.

Así fue creada la unidad de comercio conocida como *Certificado de Emisión Reducida (CER)*, que es un incentivo económico para que empresas privadas contribuyan a la mejora y descontaminación ambiental. Esta unidad representa las toneladas de dióxido de carbono (CO₂) y/o equivalentes a algún otro gas de efecto invernadero (GEI) que se evitan en la atmosfera teniendo métodos de producción y/o absorción de CO₂ más amigables con el medio ambiente. Estos certificados son emitidos hasta que el proyecto esta en marcha y se pueden corroborar y certificar las toneladas de CO₂ evitadas por este. Ya emitidos los certificados por la Unidad Designada de Operación de cada país, estos se pueden comercializar en mercados bursátiles especializados.

Por su parte México que ha creado el *Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI)* (2004) y la *Comisión Intersecretarial de Cambio Climático* (2005) que son las autoridades nacionales encargadas de la implementación de las acciones del Protocolo de Kyoto en nuestro país.

De estos mismo comités y comisiones inter secretariales se desarrollo la *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* (28 Noviembre 2008) y el *Programa Especial para Energías Renovables* (2009) de la *SENER* que buscan implementar en México el uso de tecnologías renovables para la generación eléctrica reduciendo el impacto negativo que esta industria tiene en el ambiente, ya que en la actualidad en nuestro país aproximadamente el 78% de la energía se produce mediante la quema de combustibles fósiles y un 5% mediante energía nuclear.

Es aquí donde nuestro tipo de generación entra en acción, al ser una tecnología desarrollada para presentar altos rendimientos con un mínimo impacto para hacer más seguros los viajes en las capsulas espaciales son más seguros para un medio ambiente.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Actualmente existen cerca de 9 tipos diferentes de celdas de combustible, que varían entre ellas en sus tamaños, características de combustible y capacidades de generación así como los materiales con que son hechas; la variedad entre ellas responden a diversas necesidades de uso además de líneas de investigación, la celda de combustible es relativamente joven, un poco más de 50 años.

Otro aspecto a considerar es como obtener el combustible. El hidrogeno no es un elemento que se encuentre con facilidad en la naturaleza, muchas veces viene como compuesto de algunas sustancias como el agua y los hidrocarburos. Existen varios métodos de obtención de este que se pueden emplear de manera industrial, pero es importante elegir un método adecuado para cada proyecto y que tenga un bajo impacto ambiental.

Al tener más asentado nuestro proyecto y habiendo decidido los componentes reales que existen en el mercado actual para concretar nuestro proyecto, podemos tener una visión más realista de la aplicación de nuestro proyecto, haciendo proyecciones económicas del costo, la recuperación de la inversión, alcance y el tiempo en que tendremos ganancias para así poder hacer un análisis de sus *Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)* del mismo, que nos permitirá tener una visión global de lo que proponemos y los verdaderos alcances que lograremos con él.

Todo este esfuerzo para demostrar de una manera más real y concreta la factibilidad verdadera de implementar un proyecto de generación eléctrica a gran escala para poder satisfacer una demanda del orden industrial y proponer lineamientos para la generación eléctrica usando la tecnología de celdas de combustible alimentadas por hidrógeno obtenido de forma sustentable.



CAPITULO 1: ANTECEDENTES:

EL MUNDO ORGANIZADO CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Y LOS POLITICOS ACEPTAN QUE DEBE HABER UN CAMBIO

Desde hace años la observación del Cambio Climático a nivel mundial se ha atribuido a los Gases de Efecto Invernadero antropogénicos, es decir los producidos por la actividad humana. Este cambio ha llamado la atención de diversos organismos internacionales incluyendo a la *Organización de las Naciones Unidas* (ONU) y sus diversos suborganismos que la conforman, creando un esfuerzo mundial por tratar de mitigar el impacto que este cambio global pueda causar a la civilización humana existente.

Dos de los primeros organismos que iniciaron un movimiento global a nivel de los gobiernos de los países fueron la *Organización Meteorológica Mundial* (OMM) o *World Meteorological Organization* (WMO) por su nombre en inglés y el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA) o *United Nations Environment Programme* (UNEP), su nombre en inglés.

⁽¹⁾En 1974 las investigaciones del *Dr. Mario Molina* y el *Dr. Frank Sherwood Roland* fueron las primeras en señalar a los CFCs como los responsables de la disminución del ozono. Estas investigaciones llevaron a un esfuerzo internacional para reducir la producción y el consumo de las sustancias, que se ha estudiado, reaccionan con el ozono y se cree que son responsables por el agotamiento de la capa de ozono. Auspiciados por el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* se firmó el *Protocolo de Montreal* que fue negociado en 1987 y entró en vigor el 1º de enero de 1989. Se cree que si todos los países cumplen con los objetivos propuestos dentro del tratado, la capa de ozono podría haberse recuperado para el año 2050. Dicho protocolo ha sido revisado constantemente para actualizar sus reglas y componentes.

⁽²⁾La OMM y la PNUMA crearon en 1988 el *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, mejor conocido por su anacrónimo en inglés *IPCC* (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Cuyo objetivo es analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión de los elementos científicos relativos al cambio climático de origen antropogénico así como sus posibles repercusiones, riesgos y posibilidades de atenuación y adaptación al mismo.

El IPCC no realiza investigaciones ni controla datos relativos al clima u otros parámetros pertinentes, sino que basa su evaluación en la literatura científica y técnica revisada por homólogos y publicada (revisión por partes).

Una de las principales funciones del IPCC es publicar informes en los temas relevantes para proponer medidas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

(1) **Protocolo de Montreal**; Wikipedia.org, http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Montreal, 26/05/2011, 10:00 a.m.

(2) **IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change-Español**; Web Site IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change, http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml, 1/06/2011, 10:30 a.m



UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC)

⁽³⁾La *UNFCCC* es conocida en español como la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)* adoptada por los países durante la *Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro* el 9 de Mayo de 1992, y entro en vigor el 21 de marzo de 1994.

Esta busca reforzar la conciencia pública nivel mundial sobre los problemas relacionados con el cambio climático. Para así lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático global y de esta manera en un plazo suficiente permitir que los ecosistemas de adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

⁽⁴⁾De esta su “órgano supremo” es la *Conferencia de las Partes (CP)* o Conference of Parts su nombre en inglés, que es una asociación de todos los países que son “Partes” en la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*.

La *CP* se encarga de mantener los esfuerzos internacionales por resolver los problemas del cambio climático. Examina la aplicación de la Convención, los nuevos descubrimientos científicos y la experiencia conseguida en la aplicación de las políticas relativas al cambio climático. Una labor fundamental de la *CP* es examinar las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisiones presentados por las Partes. Tomando como base esta información la *CP* evalúa los efectos de las medidas adoptadas por las Partes y los progresos realizados en el logro del objetivo último de la convención.

ÓRGANOS SUBSIDIARIOS

La Convención estableció dos órganos subsidiarios permanentes: el *Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT)* y el *Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE)*. Ambos prestan asesoramiento a la *CP* y cada uno de ellos tiene su mandato específico. Están abiertos a la participación de todas las Partes, y los gobiernos envían con frecuencia representantes que son especialistas en los temas de sus respectivos órganos.

Como indica su nombre, el *OSACT* tiene como misión ofrecer a la *CP* asesoramiento sobre cuestiones científicas, tecnológicas y metodológicas. Dos importantes áreas de actividad en este sentido están promoviendo el desarrollo y transferencia de tecnologías inocuas para el medio ambiente, y realizando actividades técnicas para mejorar las orientaciones sobre la preparación de comunicaciones nacionales e inventarios de emisiones. El *OSACT* realiza también actividades metodológicas en áreas específicas, como el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), los HFC y los BFC, y la adaptación y la vulnerabilidad.

⁽³⁾ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**; Wikipedia.org, http://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico, 18/05/2011, 11:30 a.m.

⁽⁴⁾ **Órganos de la Convención**; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/convention_bodies/items/3325.php, 18/05/2011, 12:30 p.m.



Además, el OSACT contribuye a establecer una vinculación entre la información científica facilitada por fuentes especializadas, como el IPCC, por un lado, y las necesidades normativas de la CP, por el otro. Colabora estrechamente con el IPCC, algunas veces solicitando información específica o informes del mismo, y colabora también con otras organizaciones internacionales competentes que comparten el objetivo común del desarrollo sostenible.

El OSE asesora a la CP sobre las cuestiones relativas a la aplicación de la Convención. Una labor especialmente importante a este respecto es examinar la información contenida en las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisión presentados por las Partes, con el fin de evaluar la eficacia global de la Convención. El OSE examina la asistencia financiera otorgada a las Partes no incluidas en el anexo I para ayudarlas a aplicar los compromisos contraídos en el marco de la Convención, y orienta a la CP para que asesore al mecanismo financiero (gestionado por el FMAM). El OSE asesora también a la CP sobre cuestiones presupuestarias y administrativas.

El OSACT y el OSE colaboran en las cuestiones transversales que están relacionadas con ambas áreas de especialización. Entre ellas se incluyen el fomento de la capacidad, la vulnerabilidad de los países en desarrollo al cambio climático y las medidas de respuesta, así como los mecanismos del Protocolo de Kyoto.

El OSACT y el OSE se han reunido tradicionalmente en paralelo, al menos dos veces al año. Cuando no se reúnen en coincidencia con la CP, normalmente lo hacen en la sede de la Secretaría.

(5) AGRUPACIONES DE LAS PARTES

Cada Parte en la Convención está representada en las sesiones de los órganos de la Convención por una delegación nacional integrada por uno o varios representantes con facultades para representar y negociar en nombre de su gobierno.

De acuerdo con la tradición de las Naciones Unidas, las Partes se organizan en cinco grupos regionales, sobre todo para la elección de las mesas:

- África
- Asia
- Europa central y oriental
- América Latina y el Caribe
- Europa occidental y Otros Estados

El Grupo “Otros Estados” está integrado por los países más desarrollados: Australia, Canadá, Islandia, Nueva Zelanda, Noruega, Suiza y los Estados Unidos, pero no el Japón, que se incluye en el Grupo de Asia.

(5) **Agrupaciones de las Partes**; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/convention_bodies/party_groupings/items/3327.php, 18/05/2011, 14:30 p.m.



No obstante, los cinco grupos regionales no suelen utilizarse para representar los intereses sustantivos de las Partes, y algunas otras agrupaciones son más importantes en las negociaciones sobre el clima.

Los países en desarrollo generalmente intervienen a través del *Grupo de los 77* para establecer posiciones negociadoras comunes. El Grupo se fundó en 1964 en el contexto de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)* y ahora funciona a través del sistema de las Naciones Unidas. Cuenta con más de 130 miembros. El país que ocupa la presidencia del Grupo de los 77 en Nueva York (que cambia cada año) habla con frecuencia en nombre del Grupo de los 77 y de China, en su conjunto. No obstante, debido a que el Grupo de los 77 y que China son un conglomerado heterogéneo con intereses diversos en las cuestiones relacionadas con el cambio climático, los países en desarrollo intervienen también en los debates en forma individual, lo mismo que hacen los bloques existentes dentro del Grupo de los 77, como el Grupo regional de África de las Naciones Unidas, la Alianza de Pequeños Estados Insulares y el Grupo de los países menos adelantados.

La Alianza de Pequeños Estados Insulares (AOSIS) es una coalición de 43 países insulares de tierras bajas y pequeñas dimensiones, en su mayoría miembros del Grupo de los 77, que son particularmente vulnerables a la subida del nivel del mar. Los países de la AOSIS están unidos por la amenaza que el cambio climático representa para su supervivencia, y frecuentemente adoptan una postura común en las negociaciones. Fueron los primeros en proponer un proyecto de texto durante las negociaciones sobre el *Protocolo de Kyoto* en el que se pedían recortes en las emisiones de dióxido de carbono, con el fin de lograr para 2005 niveles que fueran un 20% inferiores a los de 1990.

Los 48 países definidos como países menos adelantados por las Naciones Unidas normalmente colaboran en el sistema general de las Naciones Unidas. Han demostrado cada vez mayor actividad en el proceso relacionado con el cambio climático, y muchas veces colaboran mutuamente para defender sus intereses, por ejemplo, con respecto a la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Los 27 miembros de la *Unión Europea* se reúnen en privado para adoptar una postura negociadora común. El país que ostenta la Presidencia de la UE –cargo que rota cada seis meses– interviene en nombre de la Comunidad Europea y de sus 27 Estados miembros. En cuanto a organización de integración económica regional, la Comunidad Europea puede ser, y es, Parte en la Convención. No obstante, no tiene un voto aparte, distinto del de sus miembros.

El *Grupo Mixto* es una coalición amplia de países desarrollados no pertenecientes a la UE que se formó tras la adopción del *Protocolo de Kyoto*. Aunque no hay ninguna lista oficial, el grupo está integrado normalmente por Australia, Canadá, los Estados Unidos, la Federación de Rusia, Islandia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda y Ucrania. Su origen se remonta a *JUSSCANNZ* (JUSSCANNZ es la sigla que comprende la inicial en inglés de los siguientes países: Japón, Estados Unidos, Suiza, Canadá, Australia, Noruega y Nueva Zelanda), que intervino activamente durante las negociaciones del Protocolo de Kyoto.



El *Grupo de Integridad Ambiental* es una coalición formada recientemente por México, la República de Corea y Suiza.

Varios otros grupos colaboran también en el proceso del cambio climático, en particular países de la *Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)*, un grupo de países de Asia central, Cáucaso, Albania y Moldova (*CACAM*) y países que son miembros de organizaciones como la *Liga de Estados Árabes* y la *Agence intergouvernementale de la francophonie*.

LAS CUMBRES DEL CLIMA

La CP se reúne todos los años desde 1995, a no ser que las partes decidan lo contrario, y se reúne en Bonn, sede de la Secretaría, salvo cuando una de las Partes se ofrece como anfitrión. Lo mismo que la Presidencia de la CP, rota entre las cinco regiones reconocidas de las Naciones Unidas: *África, Asia, América Latina y el Caribe, Europa central y oriental y Europa occidental y Otros Estados* –hay una tendencia a que el lugar de reunión de la CP vaya alternando también entre esos grupos.

⁽⁶⁾ Los medios se refieren normalmente a cada CP como la "*Cumbre del Clima*" y están han seguido la siguiente secuencia:

- *I Conferencia sobre Cambio Climático (Berlín, 1995)*
- *II Conferencia sobre Cambio Climático (Ginebra, 1996)*
- *III Conferencia sobre Cambio Climático (Kyoto, 1997) - Protocolo de Kyoto*
- *IV Conferencia sobre Cambio Climático (Buenos Aires, 1998)*
- *V Conferencia sobre Cambio Climático (Bonn, 1999)*
- *VI Conferencia sobre Cambio Climático (La Haya, 2000)*
- *VII Conferencia sobre Cambio Climático (Bonn, 2001)*
- *VII Conferencia sobre Cambio Climático (Marrakech, 2001)*
- *VIII Conferencia sobre Cambio Climático (Nueva Delhi, 2002)*
- *IX Conferencia sobre Cambio Climático (Milán, 2003)*
- *X Conferencia sobre Cambio Climático (Buenos Aires, 2004)*
- *XI Conferencia sobre Cambio Climático (Montreal, 2005)*
- *XII Conferencia sobre Cambio Climático (Nairobi, 2006)*
- *XIII Conferencia sobre Cambio Climático (Bali, 2007)*
- *XIV Conferencia sobre Cambio Climático (Poznań, 2008)*
- *XV Conferencia sobre Cambio Climático (Copenhague, 2009)*
- *XVI Conferencia sobre Cambio Climático (Cancún, 2010)*

De estas la más importante hasta el momento ha sido la *III Conferencia sobre Cambio Climático*, que tuvo lugar en la ciudad de Kyoto Japón, donde el 11 de diciembre de 1997

⁽⁶⁾ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**; Wikipedia.org, http://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico, 18/05/2011, 11:30 a.m.



los países industrializados se comprometieron a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero, este acuerdo se lleva el nombre *del Protocolo de Kyoto*.

PROTOCOLO DE KYOTO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

⁽⁷⁾ Cuando los gobiernos adoptaron la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*, sabían que sus compromisos no serían suficiente para abordar en serio los problemas del cambio climático. En la *I Conferencia sobre Cambio Climático* (Berlín, marzo/abril de 1995) las *Partes* tomaron la decisión conocida con el nombre de *Mandato de Berlín*, en donde se pone en marcha una nueva ronda de conversaciones para decidir la adopción de compromisos más firmes y más detallados para los países industrializados. Después de dos años y medio de negociaciones intensas, se adoptó el *Protocolo de Kyoto* en la *III Conferencia sobre Cambio Climático* de Kyoto (Japón), el 11 de diciembre de 1997.

⁽⁸⁾ Este acuerdo internacional tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kyoto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

⁽⁷⁾ No obstante, debido a la complejidad de las negociaciones, quedaron “pendientes” un considerable número de cuestiones, incluso después de la adopción del *Protocolo de Kyoto*. En éste se esbozaban los rasgos básicos de sus “mecanismos” y el sistema de cumplimiento, por ejemplo, pero no se especificaban las trascendentales normas que regulaban su funcionamiento. Aunque 84 países firmaron el Protocolo, lo que significaba que tenían la intención de ratificarlo, muchos se resistían a dar ese paso y hacer que el Protocolo entrara en vigor antes de tener una idea clara sobre las normas del tratado. Por ello, se inició una nueva ronda de negociaciones para especificar las normas concretas del *Protocolo de Kyoto*, que se organizó en paralelo con las negociaciones sobre las cuestiones pendientes en el marco de la convención. Esta ronda culminó finalmente en la *VII Conferencia sobre Cambio Climático* con la adopción de los *Acuerdos de Marrakech*, en que se establecían normas detalladas para la aplicación del *Protocolo de Kyoto*.

El *Protocolo de Kyoto* entró en vigor el 16 de febrero de 2005, y para noviembre de 2009 eran 187 estados los que ratificaron dicho documento. A pesar de las promesas de

(7) **Protocolo de Kyoto**: Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/kyoto_protocol/items/3329.php, 19/05/2011, 18:00 hrs.

(8) **Protocolo de Kioto sobre el cambio climático**: Wikipedia.org, http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto, 18/05/2011, 11:30 a.m.



campaña y los llamados de diversos personajes al actual presidente EEUU, Barack Hussein Obama, no ratificó dicho documento, aun siendo este país el mayor emisor de gases de invernadero a nivel mundial.

⁽⁹⁾ Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el Protocolo de Kyoto se compromete a cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones aplicando y/o elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

- Fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- Proteger y mejorar los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación.
- Promocionar modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático.
- Investigar, promocionar, desarrollar y aumentar del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de captación del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.
- Reducir progresivamente o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado.
- Fomentar reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Hacer mediciones para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte.
- Limitar y/o reducir las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.

Las Partes fomentan la eficacia individual y global de las políticas y medidas que se adopten. Con este fin procurarán intercambiar experiencias e información sobre tales políticas y medidas, en particular concibiendo las formas de mejorar su comparabilidad, transparencia y eficacia.

⁽⁹⁾ **Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático**; Página 3, Naciones Unidas 1998, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, 23/05/2011, 6:50 pm.



Las *Partes* también procuran limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el *Protocolo de Montreal* generadas por los combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional trabajando por conducto de la *Organización de Aviación Civil Internacional* y la *Organización Marítima Internacional*, respectivamente.

También aplican políticas y medidas que reduzcan al mínimo los efectos adversos del cambio climático, efectos en el comercio internacional y repercusiones sociales, ambientales y económicas, para otras *Partes*, especialmente las *Partes* que son países en desarrollo.

Cada que se reúne la *Conferencia de las Partes* puede adoptar otras medidas, según corresponda, para promover el cumplimiento del *Protocolo de Kyoto* teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales y los posibles efectos, examinando las formas y medios de organizar la coordinación de dichas políticas y medidas.

EL MERCADO DE CARBONO, LOS MECANISMOS DEL PROTOCOLO DE KYOTO

⁽¹⁰⁾ Los países comprometidos con el Protocolo de Kyoto deben alcanzar sus objetivos para limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero principalmente a través de medidas nacionales. Como un medio adicional para alcanzar estos objetivos, el Protocolo de Kyoto introdujo tres mecanismos de mercado base, creando así lo que hoy es conocido como el "*MERCADO DE CARBONO*".

Estos mecanismos son ⁽¹¹⁾:

- **Comercio de Emisiones (ET: Emissions Trading)** Se refiere a la venta de derechos de emisión entre países del Anexo I. Este caso corresponde cuando los esfuerzos de reducir sus emisiones por parte de un país Anexo I han sido mayores que los requeridos por el compromiso, este país puede comerciar esos excedentes de derechos de emisión para que otro país también Anexo I alcance de este modo sus objetivos de reducción.

- **El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)** Permite a un país Anexo I invertir en proyectos de reducción o captación de emisiones en un país No Anexo I mediante la compra de CERs (Certificates of Emissions Reduction) generados por dichos proyectos. Esto implica básicamente:
 - La fijación de una cuota total de emisiones permitidas;
 - La asignación de cuotas individuales, es decir, la distribución de un número determinado de permisos de emisión para cada una de los países emisores, preferiblemente a través de una subasta;
 - La creación de un mercado donde se negocien dichos permisos de emisión con el fin de compensar las emisiones en defecto o en exceso de la cantidad de permisos asignados (AAUs) a cada parte del Protocolo de Kyoto.

⁽¹⁰⁾ **Mechanisms under the Kyoto Protocol** ; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php, 09/06/2011, 17:00 hrs

⁽¹¹⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 27



- **Aplicación Conjunta (AC)** (JI: Joint Implementation) Se refieren a la posibilidad de que un país Anexo I financie proyectos de reducción (o captura) de emisiones en otro país de Anexo I que se encuentre en transición hacia una economía de mercado, y tal reducción sea atribuida y contabilizada al primero. El financiamiento se realizara a través de la compra de ERUs (Emission Reduction Units) generadas por dichos proyectos.

Estos mecanismos permiten estimular el desarrollo sostenible mediante la transferencia de tecnología y la inversión; ayudar a los países con sus compromisos de Kyoto y así cumplir sus objetivos mediante la reducción de emisiones o la eliminación de carbono en la atmósfera con otros países de una manera costo-efectiva; alentando al sector privado y los países en desarrollo para contribuir a los esfuerzos de reducción de emisiones.

La *Aplicación Conjunta (AC)* y el *Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)* son dos mecanismos que alimentan el mercado del carbono basados en proyectos. La *AC* permite a los países industrializados llevar a cabo proyectos junto con otros países desarrollados, mientras que el *MDL* consiste en la inversión en proyectos de desarrollo sostenible que reduzcan las emisiones en los países en desarrollo.

El mercado de carbono es una herramienta clave para reducir las emisiones en todo el mundo. En 2006 tuvo un valor de 30 mil millones de dólares y sigue creciendo.

Para participar en estos mecanismos, las Partes deben cumplir, entre otros, con los siguientes requisitos:

- Haber ratificado el Protocolo de Kyoto.
- Haber calculado su cantidad atribuida, en términos de toneladas de emisiones de CO₂ equivalente.
- Contar con un sistema nacional para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en su territorio.
- Contar con un registro nacional para registrar, seguir la creación y el movimiento de las *Unidades de Reducción de Emisión (URE)*, *Certificados de Emisiones Reducidas (CERs)*, *Unidades de Cantidad Atribuida (AAUs)* y *Unidades de Retiro (RMU)*; además de presentar anualmente esa información a la secretaría.
- Informar anualmente a la secretaria sobre las emisiones y las absorciones logradas.

COMERCIO DE EMISIONES: Las emisiones de gases de efecto invernadero - una nueva mercancía

⁽¹²⁾ Las Partes adscritas al anexo B del Protocolo de Kyoto han aceptado los objetivos de limitar o reducir sus emisiones. Estos objetivos se expresan en los niveles de emisiones permitidas, o "las cantidades atribuidas" (AAUs) durante el período de compromiso 2008-2012.

(12) **Emissions Trading**; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php, 09/06/2011, 17:30 hrs



El comercio de emisiones, tal como se establece en el artículo 17 del Protocolo de Kyoto, permite a los países que cuentan con unidades de emisión de repuesto (emisiones permitidas, pero no para "utilizar", excedentes a su compromiso inicial) a vender este exceso de capacidad a los países que las necesitan para lograr sus objetivos.

Por lo tanto, un nuevo producto fue creado en forma de reducción de emisiones o absorciones. Ya que el dióxido de carbono es el principal gas invernadero, se habla simplemente de comercio del carbono. Los otros *Gases de Efecto Invernadero (GEI)* referidos en el *Protocolo de Kyoto (Metano [CH₄], Óxido Nitroso [N₂O], Hidrofluorocarbonos [HFC], Perfluorocarbonos [PFC], Hexafluoro de Azufre [SF₆])* se convierten a su equivalente de CO₂ para ser comerciados. El carbono es ahora un "bien" y se negocia como cualquier otra mercancía. A esto se le conoce como el "**Mercado de Carbono**".

El mercado de carbono constituye una valiosa herramienta económica en las decisiones de ubicación de recursos con fines ambientales; sin embargo la base del éxito está dada por la voluntad política y el poder de decisión de los principales actores implicados (gobiernos nacionales y regionales), los intereses privados (empresarios nacionales y grandes transnacionales) y los intereses públicos (ciudadanos en general).

⁽¹³⁾Las transacciones de carbono se definen como contratos de compra-venta a través de los cuales una parte paga a otra por concepto de reducción de emisiones de GEI, o por el derecho de liberar un determinado monto de emisiones de GEI a la atmósfera terrestre. Estos contratos son utilizados por el comprador para cumplir sus objetivos de compromiso vinculados con la mitigación del cambio climático (Banco Mundial, 2007). Los pagos pueden ser realizados empleando efectivo, acciones, deuda, derechos garantizados o mediante contribuciones tecnológicas para eliminar las emisiones de GEI.⁹ Las transacciones de carbono pueden ser agrupadas en dos tipos principales:

- Las transacciones de permisos, a través de las cuales el comprador adquiere permisos de emisiones creados y ubicados por reguladores bajo el régimen de captura y comercialización. Dentro de estos permisos encontramos las Unidades de Montos de Emisiones (UME's) como parte del PK y los Permisos Europeos (PE) dentro del Esquema de Comercio de Emisiones Europeas (EU ETS, por sus siglas en inglés).
- Las transacciones basadas en proyectos, en las cuales el comprador adquiere créditos de emisiones a partir de un proyecto que reduce las emisiones de GEI comparado con los niveles de emisión que se hubieran podido generar si no se hubiera implementado dicho proyecto.

En la actualidad existen varias plataformas comerciales en operación, las cuales son consideradas como segmentos del mercado de carbono. Algunas de las plataformas comerciales son:

- a. El *Esquema de Comercio de Emisiones del Reino Unido (UK ETS)*, por sus siglas en inglés), el cual comenzó a operar en abril de 2002;

⁽¹³⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 26.



- b. El *Intercambio Climático de Chicago (CCX)* que comenzó a comerciar en 2003 y;
- c. El *EU ETS (European Union Emissions Trading System)*, por sus siglas en inglés), el cual fue implementado en el año 2005.

Cada uno de estos segmentos incluye diversos activos comerciales y diferentes estructuras contractuales y regulaciones gubernamentales. Estas plataformas comerciales abarcan transacciones relacionadas con proyectos que generan créditos de reducción de emisiones y permisos de emisiones. Los segmentos coexisten con diferentes grados de interconexión, los cuales se derivan fundamentalmente de la competencia por obtener créditos externos.

Usualmente los créditos de reducción de emisiones procedentes de proyectos de MDL pueden ser adquiridos por empresas que comercien bajo el *EU ETS*, el *Intercambio Climático de Chicago*, etc.; o directamente por gobiernos que deben cumplir los compromisos del *Protocolo de Kyoto*; o por compañías japonesas con compromisos voluntarios adquiridos de acuerdo con el *Plan Voluntario de Acción de Keidanren*.

Los mercados de carbono son complejos, dinámicos, y están influenciados por aspectos políticos y regulatorios, así como por fundamentos de mercado; son desarrollados de diferentes modos en distintas partes del mundo como elemento fundamental de políticas nacionales y regionales.

⁽¹⁴⁾La segmentación puede estar dada de diferentes formas, las principales son: mercados con compromisos (obligatorios) o sin compromisos (voluntarios). Otro tipo de segmentación puede estar basada en tamaño y valor: el *Protocolo de Kyoto* es el mayor mercado potencial y el *EU ETS* se ha desarrollado como un mercado próspero en el comercio de permisos y en la importación de créditos de reducciones basadas en proyectos. Los principales compradores de los mercados de carbono son:

- o Compradores europeos privados interesados en el *EU ETS*
- o Gobiernos comprometidos en el Protocolo de Kyoto.
- o Compañías japonesas con acuerdos bajo el *Plan Voluntario de Acción de Keidanren*.
- o Multinacionales de *EE.UU* que operan en *Japón* o *Europa* o que se preparan desde ahora para la *Iniciativa Regional de GEI (IRGEI)* que es una iniciativa promovida en la parte nororiental de los Estados Unidos, para reducir sus emisiones de CO₂; así como para la implementación de la *Cuenta 32* de la *Asamblea de California*¹¹.
- o Suministradores y grandes consumidores de energía eléctrica regulados por mercado de *Nueva Gales del Sur (NGS)* en Australia.
- o Compañías norteamericanas con compromisos voluntarios pero legalmente establecidos en el *CCX*.

⁽¹⁴⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 27.



- Algunos reportes establecen un creciente interés por parte de bancos, fondos privados y otros en este segmento del mercado, lo cual sugiere que pudiera crecer de manera exponencial si se mantuvieran estándares creíbles para estos activos ambientales.

⁽¹⁵⁾ Los Bonos de Carbono permiten al desarrollador de un proyecto obtener un ingreso adicional por la venta en los mercados internacionales de la reducción de emisiones que el proyecto evita. Estos ingresos ayudarán a promover el desarrollo de proyectos en los sectores energético, industrial, agrícola y forestal.

El nombre de “Bonos de Carbono” se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones. Los diferentes tipos de Bonos de Carbono, dependiendo de la forma en que fueron generados son:

- *Montos Asignados Anualmente (AAU's)*
- *Unidades de Reducción de Emisiones (ERU's)*
- *Unidades de Remoción de Emisiones (RMU's)*
- *Certificados de Reducción de Emisiones (CER's)*

Los **Montos Asignados Anualmente (AAU)** corresponden al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kyoto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa.

Las **Unidades de Reducción de Emisiones (ERU)** corresponden a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

Las **Unidades de Remoción de Emisiones (RMU)** corresponden a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente pueden ser obtenidas por países del Anexo I del Protocolo de Kioto y pueden obtenerse también en proyectos de Implementación Conjunta. Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en períodos de compromiso posteriores.

En el caso de los **Certificados de Reducción de Emisiones (CER)**, los países del *Anexo I*, pueden obtener *Certificados de Reducción de Emisiones* por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello, el proyecto debió cumplir con los

⁽¹⁵⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 27.



requisitos establecidos por el *Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Las reducciones de emisiones de GEI se miden en *toneladas de CO₂ equivalente*, y se traducen en *Certificados de Emisiones Reducidas (CER)*. Un *CER* equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera.

Los Bonos de Carbono permiten al desarrollador de un proyecto obtener un ingreso adicional por la venta en los mercados internacionales de la reducción de emisiones de carbono (o equivalentes) que el proyecto evita. La transferencia y adquisición de estas unidades se realiza a través de los sistemas de registro previstos en el *Protocolo de Kyoto*, que garantizan transacciones internacionales de transferencia segura de las unidades de reducción de emisiones entre los países.

⁽¹⁶⁾ Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos, hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son las siguientes:

Compras Spot:

El precio del bono y la cantidad de bonos se establecen en la fecha del acuerdo de compra-venta pero la entrega y el pago del bono se realizan en una fecha futura cercana. Se puede considerar como si la compra-venta ocurriera en el momento, aunque pasen unos días entre el pago y la entrega. Esto se hace para asegurar un precio conveniente para ambas partes y para reducir el riesgo de que el bono no se venda en el futuro.

Contratos de entrega futura:

Se acuerda la compra-venta de una cantidad específica de bonos al precio de mercado actual, pero el pago y la entrega se realizarán en fechas futuras, generalmente de acuerdo a un cierto calendario de entregas.

A fin de mitigar la preocupación de que las Partes podrían "exagerar" las unidades, y, posteriormente, ser incapaces de satisfacer sus propios objetivos de emisión, cada Parte tiene la obligación de mantener una reserva de *CER*, *ERU*, *AAU* y / o *RMU* en su registro nacional. Esta reserva más baja, conocida como la "reserva del período de compromiso", no debe caer por debajo del 90 por ciento de la cantidad atribuida a la Parte o ser mayor al 100 por ciento de cinco veces el inventario revisado recientemente.

Los regímenes de comercio de emisiones se establecieron como instrumentos de la política del clima tanto a nivel nacional como a nivel regional. En estos regímenes, los gobiernos establecen las obligaciones de emisiones a ser alcanzado por las entidades participantes. Por ejemplo la Unión Europea es el régimen de comercio de emisiones más grande en operación.

Otras opciones:

Las partes compran o venden la opción (el derecho a decidir) sobre si la venta se realizará o no en una fecha y a un precio pactados. De esta manera, el comprador tiene el

⁽¹⁶⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 29.



derecho a comprar la cantidad de bonos ofrecida por el vendedor, pero no tiene la obligación de comprarlos una vez llegada la fecha acordada. Las condiciones de precio, cantidad y fecha de entrega de los bonos se acuerdan el día de elaboración del contrato, y también se acuerda una fecha que marca la fecha límite para que el comprador mantenga su derecho de compra. En este caso, el vendedor está a la expectativa y depende de la decisión del comprador, pero si la compra-venta se realiza, el comprador le pagará una cantidad adicional denominada premium.

Todas las operaciones de compra-venta en el comercio de bonos de carbono están regidas por un contrato entre el comprador y el vendedor.

No hay un valor “oficial” o fijo sobre el precio de una tonelada de CO₂ reducida o no emitida. Aunque algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas, el precio de la tonelada está sujeto a la oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado.

⁽¹⁷⁾ Los Bonos de carbono se comercializan alrededor de los 6.5 Euros por tonelada equivalente (18 de noviembre de 2011).

MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

⁽¹⁸⁾ El protocolo también estipula *el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)* en español o en inglés *Clean Development Mechanism (CDM)* para ayudar a los países de economía emergente a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo de la *Convención*, así como ayudar a los países industrializados a dar cumplimiento a sus compromisos contraídos de limitación y reducción de emisiones.

⁽¹⁹⁾ Estos proyectos pueden obtener *Certificados de Emisiones Reducidas (CER)* que se pueden vender en el mercado financiero, cada uno equivalente a una tonelada de CO₂, que se puede computar para el cumplimiento de los objetivos de Kyoto.

El mecanismo es visto por muchos como un pionero. Es la primera inversión global, ambiental y plan de crédito de su clase, proporcionando un instrumento de compensación de emisiones normalizadas, CERs.

⁽²⁰⁾ El sistema ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la contaminación generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a contaminar como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado. La transacción de los bonos de carbono —un bono de carbono representa el derecho a contaminar emitiendo una tonelada de dióxido

⁽¹⁷⁾ BlueNext- The Earth's Exchange; Página Web BlueNext, <http://www.bluenext.eu/>, 18/11/2011, 19:00 hrs.

⁽¹⁸⁾ Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático; Página 13, Naciones Unidas 1998, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, 23/05/2011, 6:50 pm.

⁽¹⁹⁾ Clean Development Mechanism (CDM); Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php, 09/06/2011, 19:00 hrs

⁽²⁰⁾ Bonos de Carbono; Código R Portal de las Responsabilidades y el Desarrollo Sustentable, <http://www.codiqor.com.ar/bonosdecarbono.htm#que>, 07/06/2011, 6:50 pm



de carbono— permite mitigar la generación de gases contaminantes. Es decir las empresas que contaminan financian a las que no contaminan o disminuyen la contaminación.

Las reducciones de emisiones de *GEI* se miden en toneladas de “CO₂ equivalente”, y se traducen en *Certificados de Emisiones Reducidas (CER)*. Un *CER* equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países inscritos en el *Anexo I* (industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del *Protocolo de Kyoto*).

Los tipos de proyecto que pueden aplicar a una certificación son, por ejemplo: generación de energía renovable, mejoramiento de eficiencia energética de procesos, forestación, limpieza de lagos y ríos, etc. ⁽²¹⁾El mecanismo estimula el desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, al tiempo que los países industrializados tienen una cierta flexibilidad en la forma de cumplir con sus objetivos de reducción o limitación de emisiones.

⁽²²⁾Un proyecto que participa en el MDL debe cumplir con el ciclo establecido por el Consejo Directivo del MDL antes de poder recibir los beneficios económicos que resultan de esa participación.

Pueden promover proyectos MDL las Partes incluidas en el Anexo B del *Protocolo de Kyoto* y entidades privadas y/o públicas autorizadas por la *Parte* correspondiente y participando bajo su responsabilidad. Las entidades privadas y/o públicas sólo pueden transferir y adquirir certificaciones provenientes del MDL, si la Parte que da la autorización cumple con todos los requisitos de elegibilidad.

En su reunión decimoctava, la Junta Ejecutiva del MDL acordó que el registro de una actividad de proyecto puede realizarse sin que participe una Parte del Anexo I, figura conocida como MDL unilateral. Sin embargo, para poder adquirir CER's provenientes de proyectos unilaterales, las Partes Anexo I tienen que enviar a la Junta Ejecutiva una carta de aprobación expedida por su Autoridad Nacional Designada. Esta carta es necesaria para que la Junta dé la orden al administrador del registro de transferir las CER's correspondientes a la cuenta del país Anexo I.

(21) **Clean Development Mechanism (CDM)**; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php, 09/06/2011, 19:00 hrs

(22) **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 24.



⁽²³⁾ **Tabla 1-1. Actores del ciclo del proyecto MDL y funciones desarrolladas**

Promotor del proyecto	Elaboración del Documento de Diseño del Proyecto (DDP), implementación del proyecto y plan de vigilancia de su operación. (Participante + Consultor).
Autoridad Nacional Designada	<ul style="list-style-type: none"> • País Anexo I: Autorización de la participación voluntaria en el MDL de entidades públicas y/o privadas. • País no Anexo I: Autorización de participación voluntaria de entidades. Revisión y aprobación del DDP en relación a su contribución al desarrollo sostenible del País anfitrión.
Entidad Operacional Designada	Entidad independiente acreditada por la Junta Ejecutiva para realizar las funciones de validación del proyecto MDL, y/o la verificación y certificación de las emisiones evitadas.
Junta Ejecutiva del MDL	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión del MDL siguiendo directrices de la CP/RP. • Establecimiento de reglas relativas a metodologías de cálculo de la base de referencia, vigilancia de emisiones, y procedimientos de verificación, de aprobación del proyecto, y de acreditación de entidades operativas. • Procedimientos y definiciones para proyectos de pequeña escala, sumideros, etc. • Elaboración y gestión del registro MDL. • Información al público.

Fuente: Decisión 17/CP.7 (Acuerdos de Marrakech).

⁽²⁴⁾ Un proyecto MDL debe cumplir con las condiciones de adicionalidad, determinación de la línea base y de contribución al desarrollo sostenible del país, según lo establece el Artículo 12 del Protocolo de Kioto. La línea de base es la referencia de las emisiones tal como ocurrirían normalmente (business as usual) en ausencia del proyecto. Es decir cuántas emisiones habría si no existiera el proyecto o se realizara de otra manera, sobre estas emisiones se calcula la “reducción de emisiones”.

Estos proyectos deben proporcionar un estudio de la reducción de emisiones lograda con ellos. Además deben cumplir con los requisitos de una inscripción pública rigurosa y un proceso de emisión del certificado. La aprobación es dada por las autoridades nacionales designadas. La financiación pública para actividades de proyectos MDL no debe dar lugar a la desviación de la asistencia oficial para el desarrollo, es decir este financiamiento solo es para los objetivos del Protocolo de Kyoto.

El criterio de adicionalidad permite asegurar que las emisiones evitadas son, precisamente, adicionales a las que ocurrirían en ausencia del proyecto MDL. La adicionalidad no es exclusivamente económica o financiera, también se consideran los análisis de barreras, análisis de práctica común y las barreras tecnológicas.

Se debe establecer una metodología de Monitoreo y Verificación que defina un planteamiento para el seguimiento y evaluación de los proyectos. Dicho monitoreo es el

⁽²³⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 23.

⁽²⁴⁾ *Ibid*, pag. 24.



que dará la pauta para la verificación y certificación de lo CER's que serán obtenidos con el proyecto y finalmente serán cobrados por el promovente del proyecto (País anfitrión).

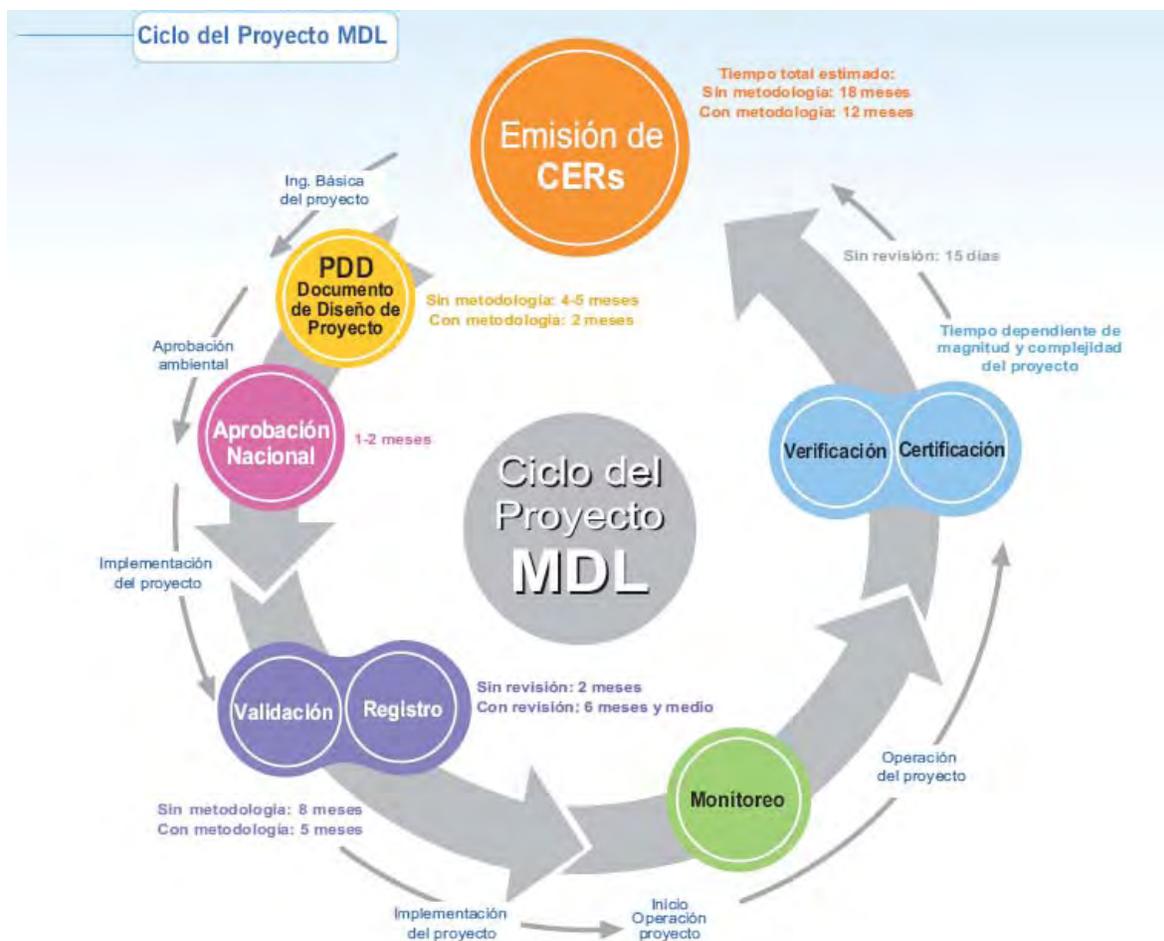


Imagen 1-1 Ciclo del Proyecto MDL

El mecanismo es supervisado por la *Junta Ejecutiva del MDL*, responsable en última instancia de los países que han ratificado el Protocolo de Kyoto. ⁽²⁵⁾ Esta junta es la que de hecho desarrolla procedimientos para el MDL; aprueba nuevas metodologías; acredita a las Entidades Designadas de Operaciones (Designated Operations Entities, DOEs); registra los proyectos (de acuerdo con los procedimientos específicos); emite los *Certificados de Emisiones Reducidas (CER)*. Publica la información de proyectos del MDL que necesiten financiación e inversores que buscan oportunidades; además de mantener una base de datos pública de las actividades de proyectos del MDL con información sobre los documentos de proyectos registrados, las observaciones recibidas, los informes de verificación, decisiones del Consejo Ejecutivo del MDL y la información sobre todas las RCE expedidas; así como desarrollar y mantener el registro del MDL.

La *Junta Ejecutiva del MDL* está compuesta por 10 miembros fijos y 10 suplentes pertenecientes a las Partes del Protocolo de Kyoto, y distribuidos de la siguiente manera:

(25) CDM Executive Board; Página Web UNFCCC, <http://cdm.unfccc.int/EB/index.html>, 09/06/2011, 19:30 hrs



Representados	Miembros Permanentes	Miembros No Permanentes
Los 5 Grupos Regionales de la ONU (1 por cada uno)	5	5
Partes incluidas en el Anexo I (Países Industrializados)	2	2
Partes NO incluidas en el Anexo I (Países en Desarrollo)	2	2
Pequeños Estados Insulares en Desarrollo	1	1
Total	10	10

Tabla 1-2. Componentes de la Junta Ejecutiva del MDL

Este mecanismo de financiamiento funciona desde principios de 2006, y en esa fecha ya se habían registrado más de 1,650 proyectos y la producción de CERs tuvo un valor mayor, en toneladas de CO₂ equivalente, al compromiso del Protocolo de Kioto en reducción de GEIs para el primer período (2008-2012). ⁽²⁶⁾ Para la fecha de junio de 2011 hay registrados 3,165 proyectos con un promedio anual de 480,083,311 CERs.

APLICACIÓN CONJUNTA

⁽²⁷⁾ El mecanismo conocido como "implementación conjunta", está definido en el artículo 6 del Protocolo de Kyoto, permite a un país industrializado (su Gobiernos, empresas u otras organizaciones privadas) invertir en otro país industrializado y operar en un proyecto de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o uno de eliminación de las mismas. Cada tonelada de CO₂ equivalente se puede contar para el cumplimiento de su objetivo de Kioto de cada uno.

La aplicación conjunta ofrece a las Partes un medio flexible y rentable de cumplir con sus compromisos de Kyoto, mientras que la Parte anfitrión se beneficia de la inversión y de la transferencia de tecnología. Un proyecto de aplicación conjunta deberá permitir una reducción de las emisiones de las fuentes, o un incremento de la absorción por los sumideros, que sea adicional a lo que hubiera ocurrido sin el proyecto. Los proyectos deben contar con la aprobación de la Parte de Anfitriona y la Parte Participante, esto es si dos empresas de distintos países industrializados desean iniciar un proyecto de aplicación conjunta tanto el país de la empresa anfitriona debe aprobarlo como el de la parte participante.

Si una Parte Anfitriona cumple con todos los requisitos de elegibilidad para transferir y / o adquirir ERU, podrá verificar las reducciones de emisiones o el incremento de la absorción de un proyecto de aplicación. Hecha esta verificación, la Parte Anfitriona podrá expedir la cantidad correspondiente de ERUs. Este procedimiento se conoce comúnmente como el " Procedimiento Track 1".

Si una Parte Anfitriona no cumple con todos, pero sólo un conjunto limitado de requisitos de elegibilidad, la verificación de las reducciones de emisiones o el incremento de la

⁽²⁶⁾ **CDM in Numbers**; Página Web UNFCCC, <http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html#fn1>, 11/06/2011, 14:10 hrs

⁽²⁷⁾ **Joint Implementation**; Página Web UNFCCC,

http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php, 09/06/2011, 20:10 hrs



absorción, hay que hacer un procedimiento de verificación a cargo del Comité de Supervisión de la Aplicación Conjunta (JISC). Este es llamado "Procedimiento Track 2", una entidad independiente acreditada por el Comité debe determinar si los requisitos se han cumplido antes que la Parte Anfitriona pueda expedir y transferir ERUs.

Las Partes Anfitrionas que se reúnan todos los requisitos de elegibilidad podrá en cualquier momento optar por utilizar el procedimiento de verificación a cargo del JISC ("Procedimiento Track 2").

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

⁽²⁸⁾El IPCC define la transferencia de tecnología como un amplio conjunto de procesos que abarcan los flujos de conocimientos, experiencia y Equipamientos para la mitigación y adaptación al cambio climático entre los diferentes interesados, tales como organizaciones no gubernamentales e instituciones de investigación / educación.

Esta definición abarca todos los flujos relevantes de hardware, software, información y conocimientos entre y dentro de países desarrollados a los países en desarrollo y viceversa, ya sea en términos puramente comerciales o con carácter preferente.

Los procedimientos establecidos para el MDL no define la "tecnología de transferencia. Las declaraciones de los Documentos de Proyecto (PDDs) por lo tanto reflejan las definiciones implícitas de la transferencia de tecnología realizada por los participantes del proyecto. Es claro para los PDDs que los participantes del proyecto interpretan la tecnología de transferencia casi universalmente en el sentido de utilizarla para el proyecto MDL de equipamiento y/o conocimientos no disponibles anteriormente en el país anfitrión.

Algunos de los proyectos MDL solicitan tecnología de transferencia para tecnología ya está disponible en el país. Desde que el análisis se enfoca en la transferencia de tecnología entre países y todos los otros proyectos que parecen usar esta definición, de los casos que solicitan la transferencia de tecnología dentro del país anfitrión.

Generalmente y de acuerdo a las estadísticas de la *Junta Ejecutiva del MDL* los que más solicitan transferencia de tecnología son los proyectos a gran escala por encima de los de mediana y baja escala. Y generalmente solo se solicita la transferencia al inicio del proyecto y va disminuyendo a los largo del desarrollo de este. También por estadística se vio que los proyectos de eficiencia energética son los que más solicitan esta transferencia, ya que los de extracción agrícola y forestación técnicamente no lo hacen. Los países que más solicitan la transferencia de tecnología son la India, China y Brasil, cuyas solicitudes son en promedio igual al del resto de los países.

El país anfitrión es factor determinante para extender la tecnología de transferencia involucrada en los proyectos MDL. Esto se puede hacer a través de los

⁽²⁸⁾ **The contribution of the clean development mechanism under the Kyoto Protocol to technology transfer;** UNFCCC, Bonn, Alemania, 2010, pag. 13, 14, 23, 24 y 26
<http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/TTrep10.pdf>, 16/06/2011, 14:10 hrs



criterios establecidos para aprobar los proyectos MDL. Otros factores pueden afectar la extensión de la transferencia de tecnología como las tarifas u otras barreras para importar tecnologías relevantes, la protección efectiva y perceptiva a la propiedad intelectual, y la restricción a la inversión extranjera.

Los principales países de origen de las tecnologías transferidas son Alemania, EUA, Japón, Dinamarca y China. Ellos juntos suministran el 58% de las transferencias, además de Chica, Taipéi, la República de Corea, Malasia y Brasil que proporcionan otro 14%.

⁽²⁹⁾ Aunque Alemania es el principal proveedor en eficiencia energía (en hogares), generación con viento, destrucción de N₂O, Hydrofluorocarbonos (HFC) (empatado con Japón). EUA es el más grande proveedor de tecnología en nueve tipos de proyectos: Distribución de energía, Captura de Gas, cambio de combustibles, Minas de Carbón/Reducción de metano, eficiencia energética (oferta), energía solar, geotérmica, disminución de metano, y proyectos de Biogás. Japón es el mayor proveedor de tecnología para la eficiencia energética (Generación), la eficiencia energética (industria), y proyectos de Hydrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorados (PFC). Dinamarca es el mayor proveedor de tecnología para Captura de CO₂ y los proyectos de energía de biomasa. China es el principal proveedor de tecnología para proyectos hidroeléctricos.

¿Y MÉXICO?

⁽³⁰⁾ Se estima que nuestra Nación cuenta con un potencial de reducción y captura de emisiones cercano a los 81 millones de toneladas de carbono entre el 2008 y el 2012. Y que en el *Mercado del Carbono* por medio de *Proyectos MDL* se podrían obtener ingreso de alrededor de 500 millones de dólares. Estos ingresos ayudarían a promover el desarrollo de los sectores energético, industrial, agrícola y forestal de México.

Habiendo ratificado el Protocolo de Kyoto en el año 2000, México tuvo que designar una autoridad para poder revisar y aprobar los *Proyectos MDL* de los cuales es anfitrión, esta autoridad que está dotada con la infraestructura para oportunidades de proyectos y promoverlos entre posibles inversionistas es el **Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI)**, creado el 23 de enero de 2004 y está integrado por:

- *Secretaría del Medio Ambiente*
- *Secretaría de Energía*
- *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*
- *Secretaría de Economía*
- *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*

⁽²⁹⁾ **The contribution of the clean development mechanism under the Kyoto Protocol to technology transfer;** UNFCCC, Bonn, Alemania, 2010, pag. 26, <http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/TTrep10.pdf>, 16/06/2011, 14:10 hrs

⁽³⁰⁾ **Comité MDL SEMARNAT;** Página web Secretaría de Energía, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pe/mdl_semarnat.pdf, 15/06/2011 19:12 hrs



El Comité funciona con base en la coordinación intersecretarial y el eficaz aprovechamiento de las capacidades e infraestructura existentes, además de estar abierto a la participación de otras dependencias.

⁽³¹⁾ Por sobre este está la **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático**, creada mediante decreto presidencial el 24 de abril de 2005, funge como Autoridad Nacional Designada de México ante la Convención. Entre sus atribuciones figura la responsabilidad de identificar oportunidades, facilitar y aprobar la realización de proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos Mexicanos, para lo cual cuenta con el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero. La Comisión se creó después del comité para enfatizar el compromiso de la nación con el Protocolo de Kyoto que entro en vigor en 2005.

⁽³²⁾ Secretarías participantes:

- **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)**
- **Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)**
- **Secretaría de Economía (SE)**
- **Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)**
- **Secretaría de Gobernación (SEGOB)**
- **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** Dependencia que coordina la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
- **Secretaría de Energía (SENER)**
- **Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)**
- **Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)**
- **Secretaría de Salud (SS SALUD)**

Invitados permanentes:

- **Secretaría de Turismo (SECTUR)**
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**

⁽³¹⁾ COMEGEI; Página web del Instituto Nacional de Ecología,
http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/comegei.html, 23/06/2011 20:12 hrs

⁽³²⁾ México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 2,
<http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

La Comisión cuenta con un Secretariado Técnico a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La SEMARNAT se apoya en su órgano desconcentrado, el Instituto Nacional de Ecología (INE), este también se encarga de conocer y coordinar a los investigadores dedicados al estudio del Cambio Climático. Como se ve la Comisión está integrada por los representantes de las mismas secretarías de que el Comité, más otras necesarias para la coordinación de esfuerzos tanto nacionales como internacionales. Es decir la Comisión es quien aprueba los proyectos basando en la infraestructura de las secretarías del comité.

⁽³³⁾ Las funciones de la Comisión son, entre otras:

- Fungir como Autoridad Nacional Designada para fines relativos a la CMNUCC y su Protocolo de Kioto.
- Emitir la carta de aprobación para proyectos de reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero, dando constancia de que los mismos promueven el desarrollo sustentable del país.
- Promover y facilitar el desarrollo de proyectos.
- Desarrollar funciones de registro de proyectos, así como de reducciones y captura de gases de efecto invernadero.
- Promover la suscripción de memorandos de entendimiento y acuerdos de colaboración en asuntos relativos a proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de captura de carbono.

En función de su naturaleza y atribuciones, la Comisión es el principal vínculo en el país entre las entidades interesadas en desarrollar un proyecto, el gobierno federal, y la Convención. En su Decreto de Creación se reconoce que los proyectos MDL “podrían aportar el ingreso de fondos adicionales a sectores estratégicos y actividades prioritarias del país, así como constituir vías para la transferencia de tecnologías adecuadas”.

⁽³⁴⁾ En el año 2007 el Gobierno Federal lanzó la *Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC)*, en la cual se identifican medidas, posibilidades y oportunidades de reducción de emisiones de GEI, se proponen estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación y se esbozan las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación.

La *ENACC*, cuya esfera de competencia se centra en la Administración Pública Federal, contribuye a un proceso nacional, amplio e incluyente, basado en la construcción de consensos gubernamentales y sociales para:

- Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación.

⁽³³⁾ **COMEGEI**; Página web del Instituto Nacional de Ecología,
http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/comegei.html, 23/06/2011 20:12 hrs

⁽³⁴⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 12.



- Reconocer la vulnerabilidad de los respectivos sectores y áreas de competencia e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación.
- Proponer líneas de acción, políticas y estrategias, que sirvan de base para la elaboración de un Programa Especial de Cambio Climático que se inscriba en el Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012.

El 28 de agosto de 2009, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el decreto por el cual se aprueba el *Programa Especial de Cambio Climático (PECC)*, que toma como base la *Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC)*. El PECC define metas y acciones específicas en la materia para el período 2008-2012, y además define una visión a largo plazo que contribuirá a lograr la estabilización de la concentración de GEI en la atmósfera en un valor no mayor a los 450 ppm y un incremento de la temperatura global promedio que no exceda los 2°C. Los cuatro capítulos del PECC son: Mitigación, Adaptación, Elementos de política transversal y Visión de largo plazo.

Programa GEI México

⁽³⁵⁾ El *Programa GEI México* es un programa nacional voluntario de contabilidad y reporte de Gases Efecto Invernadero y de la generación de proyectos de reducción de emisiones. El programa surge de la iniciativa privada como una respuesta del sector industrial para adoptar acciones voluntarias para combatir el cambio climático.

Bajo la afirmación de “lo que no se mide no se controla”, el programa se enfoca a desarrollar la capacidad técnica para la cuantificación de emisiones de gases GEI. Conociendo las concentraciones y las fuentes de emisión de gases GEI, es posible identificar las áreas de oportunidad para reducir dichas emisiones y desarrollar los proyectos de reducción.

El Programa GEI México está enfocado a dos aspectos:

- Inventarios corporativos de emisiones de gases de efecto invernadero, y
- Promoción de proyectos de reducción de emisiones GEI.

El *Programa GEI México* está coordinado por la SEMARNAT y la *Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES)*, con el soporte técnico del *Instituto Mundial de Recursos (WRI)* y el *Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable, World Business Council for Sustainable Development, (WBCSD)*.

El programa cuenta con un Comité Asesor que incluye a la *Confederación de Cámaras de la Industria (CONCAMIN)*, el *Instituto Nacional de Ecología (INE)*. Igualmente el programa cuenta con el apoyo del *Global Opportunities Fund del Ministerio de Asuntos Exteriores del Reino Unido* y la *Embajada Británica en México*, así como de la *Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)*.

⁽³⁵⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 15.



(36) Áreas potenciales de participación para la reducción de emisiones de GEI en México

- Manejo de residuos en granjas porcícolas
- Manejo de residuos en establos de ganado vacuno
- Metano de rellenos sanitarios
- Manejo de aguas residuales
- Energías renovables (eólica, biogás, biomasa, fotovoltaica, etc)
- Proyectos hidroeléctricos
- Mitigación de óxido nitroso en la industria química
- Cogeneración y eficiencia energética
- Emisiones fugitivas (reducción de fugas y desperdicios en producción de petróleo y en producción, procesamiento y transporte de Gas Natural)
- Transporte
- Secuestro de Carbono

(37) Inventario Nacional de Emisiones 1990-2006

La actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para 2006, se realizó con base en las metodologías del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) y sus Guías de Buenas Prácticas en la estimación de las emisiones para el periodo 1990–2006, para los seis gases de efecto invernadero enunciados en el anexo A del Protocolo de Kyoto.

En 2006, las emisiones en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) para México fueron de 709,005 Gg. La contribución por categorías en términos de CO₂ eq es la siguiente: desechos 14.1% (99,627.5 Gg); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 9.9% (70,202.8 Gg), procesos industriales 9% (63,526 Gg), agricultura 6.4% (45,552.1 Gg), y energía 60.7% (430,097 Gg).

A su vez, la categoría de usos de la energía se subdividió de la siguiente manera: industria de la energía, 35% (149,137 Gg), seguida por transporte 34% (144,691 Gg), manufactura e industria de la construcción 13% (56,832 Gg), emisiones fugitivas 11% (47,395 Gg), y otros sectores (residencial, comercial y agropecuario) 7% (32,042 Gg).

Las emisiones de GEI por gas, medidas en unidades de CO₂ eq. son: CO₂, 492,862.2 Gg (69.5%); CH₄, 185,390.9 Gg (26.1%); N₂O, 20,511.7 Gg (2.9%); y el restante 1.4% se compone de 9,586.4 Gg de HFCs, y 654.1 Gg de SF₆. Durante 2003 se dejó de producir aluminio en el país, por lo que las emisiones de PFCs son nulas a partir de 2004.

(36) **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 16.

(37) **México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 18, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs



Los resultados del INEGEI (1990-2006), indican que el incremento en las emisiones de GEI fue de aproximadamente 40% durante ese período, lo que significa una tasa media de crecimiento anual de 2.1%.

Ante estos resultados desfavorables el gobierno Nacional en el Plana Nacional de Desarrollo 2007-2012 tomo como uno de sus Ejes Principales (Eje 4) la Sustentabilidad Ambiental que contiene las intenciones para el Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales, la Protección al Medio Ambiente, y el Conocimiento y Cultura para la Sustentabilidad Ambiental.

(38) Proyectos MDL en México

Entre septiembre de 2008 y agosto de 2009, 12 proyectos de México obtuvieron registro ante la Junta Ejecutiva del MDL del Protocolo de Kioto, incrementándose a un total de 118 el número de proyectos registrados. De éstos, 20 reciben Reducciones Certificadas de Emisiones (RCEs). Con ello, se incrementaron en 53% las toneladas de CO₂eq mitigadas y registradas ante la Junta Ejecutiva del MDL, al pasar de 3.8 a 5.8 millones de toneladas de manera acumulada. En ese mismo lapso se otorgaron cartas de aprobación de la CICC a 22 proyectos, con lo que el número acumulado de proyectos al mes de agosto de 2009 asciende a 217 (Presidencia 2009).

A nivel internacional México participa con 7% de los proyectos MDL y ocupa el 4° lugar por el número de proyectos registrados, la 5a posición por el volumen de RCEs esperadas y el 5° por el volumen de RCEs obtenidas. En el siguiente cuadro se presentan los Proyectos MDL registrados al 5 de octubre de 2009 con las RCEs obtenidas y esperadas (Tabla de Proyectos MDL en México).

(39) Escenarios de emisiones de GEI en el mediano y largo plazos 2020, 2050 y 2070

En 2009, el INE financió y coordinó el estudio de “Escenario de emisiones de GEI”, elaborado por el IMP, cuyo objetivo es construir escenarios de emisiones de GEI del sector energético mexicano para los años 2020, 2050 y 2070. El estudio construye un escenario de línea base y dos escenarios alternos de emisiones de GEI para el sector energético de México.

(38) México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 221, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs

(39) México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 224 y 225, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

(40) **Tabla 1-3. Proyectos MDL en México**

Proyecto MDL por Categoría	RCEs emitidas de proyectos registrados		Proyectos registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL		Proyectos con Carta de Aprobación que no han sido registrados		Anteproyectos con Carta de No Objeción que no tienen Carta de Aprobación	
	RCEs obtenidas		Promedio anual de RCEs esperadas		Promedio anual de RCEs esperadas		Promedio anual de RCEs esperadas	
	No.	tCO ₂ eq/año	No.	tCO ₂ eq/año	No.	tCO ₂ eq/año	No.	tCO ₂ eq/año
Eólico			8	2,434,730	3	315,441	9	2,375,086
Hidroeléctrico	2	141,271	3	118,844	7	214,396	15	2,866,898
Geotérmico							3	240,767
Solar							1	103,381
Cogeneración								
Eficiencia Energética			3	265,678	12	716,810	41	10,840,780
Sustitución de Combustibles					3	221,839	3	357,197
Distribución de Electricidad							1	266,535
Emisiones fugitivas de Metano					2	664,233	3	865,423
Transporte					1	25,887	1	170,000
Emisiones de gases industriales	1	4,789,363	1	2,155,363	3	1,831,718	4	800,773
Manejo de residuos en granjas porcícolas	16	786,433	74	2,253,434	20	583,547	2	28,500
Manejo de residuos en establos de ganado vacuno			17	160,441	8	331,017	1	32,000
Rellenos sanitarios	1	125,591	11	1,544,907	16	1,685,025	17	3,312,295
Tratamiento de agua residual			1	15,153	3	102,453	3	916,906
Reforestación – Forestación							5	971,491
Reinyección de gas amargo en pozos de petróleos							1	22,549,810
Subtotal proyectos	20	5,842,658	118	8,948,550	78	6,722,365	110	46,518,512
Subtotal MDL Programático			1	24,283				
Total al 5 de octubre de 2009			119	8,972,833				

Fuente: SEMARNAT 2009

(40) México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 223 y 224, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs



(41) Los subsectores considerados son: **a)** demanda de energía en manufactura y construcción, transporte, residencial, comercial, público y agropecuario; **b)** uso de energía en las industrias productoras de energía, incluida la generación de electricidad; y **c)** emisiones fugitivas de las industrias petrolera, de gas natural y de carbón.

En la construcción del escenario base de emisiones se tomó como referencia el INEGI 1990-2006 y los consumos de energía informados en el Sistema de Información Energética de la SENER al año 2008. Para la construcción de los escenarios de emisiones de GEI se utilizó la plataforma computacional LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning System).

Consideraciones Escenario base

El escenario base considera una reducción del PIB de 7% para el 2009 y un crecimiento de 3% al 2010. Para la proyección de emisiones al año 2017 se consideran la tendencia de la intensidad energética observada en los últimos quince años y un crecimiento de la demanda de electricidad de 3.3% anual.

Se consideran las tecnologías de generación de electricidad enlistadas en los documentos de planeación de la Comisión Federal de Electricidad para el periodo 2009 al 2018, así como las Prospectivas 2008- 2017 de: petróleo; petrolíferos; y de los mercados de gas licuado y de gas natural publicados por la Secretaría de Energía.

Para el periodo 2018-2030 se consideró un crecimiento de 3.5% anual del PIB, 3.3% anual en la década 2031-2040, 3% anual en el periodo 2041-2050, y 2.6% anual en 2051-2070.

El crecimiento demográfico para la construcción de los escenarios de emisiones, considera las cifras del Consejo Nacional de Población (CONAPO) hasta el año 2050, y un decremento de 0.18% anual para el periodo 2050-2070.

Para la transformación de energía, el modelo LEAP incluye la producción de carbón; petróleo; gas natural; generación de electricidad; así como de refinación de petróleo; de tratamiento de gas; coquizadoras; transporte de crudo; y la transmisión de electricidad. Se incluyeron las reservas nacionales estimadas de carbón, petróleo y gas natural al 2009; y las capacidades de producción de gas asociado y no asociado, y de petróleo, estimadas en las prospectivas 2008-2017; así como las de generación eléctrica, refinación y tratamiento de gas de las prospectivas de los diferentes energéticos hasta el año 2017.

Escenarios alternos

El estudio construye dos escenarios alternos de crecimiento económico, uno con crecimiento anual del PIB de 4.9%, llamado PIB alto; y otro con crecimiento anual bajo del PIB de 2.9%, en concordancia al estudio "La Economía del Cambio Climático en México".

La intensidad energética del sector industrial se mantuvo igual a la intensidad del

(41) México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 224 y 225, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs



escenario base, sin embargo la producción de dicho sector aumentó de manera proporcional al PIB de cada escenario. En el sector residencial, la demanda se modificó por la intensidad con la que se utilizan electrodomésticos en función del aumento supuesto del PIB para cada escenario. Las capacidades de las plantas de generación se modificaron en el caso del escenario de PIB alto para evitar la importación de electricidad. La consideración del estudio sobre las capacidades de las plantas de gas y refinerías son similares a las del escenario base.

El estudio estima que en 2030, las emisiones del sector energético mexicano serán de 810 a 970 millones de toneladas de CO₂eq, y de 1,050 a 1,300 millones de toneladas de CO₂eq en 2050.

Metodología para la obtención de CER's⁽⁴²⁾

Caracterización del proyecto

Para un adecuado planteamiento del proyecto, se debe contar con un análisis de pre-factibilidad, identificación de potencialidad y adecuación de diseño de proyecto bajo el esquema en el que será presentado y desarrollado para su validación, y un análisis del impacto financiero que pueden significar las *Reducciones de Emisiones* del proyecto.

La duración del periodo de Caracterización del proyecto dependerá de los avances y elementos con los que se cuente en el momento de la conceptualización del mismo para que sea validado bajo el esquema MDL.

Validación del diseño del proyecto MDL

El inicio de la Validación del proyecto está marcado por los avisos a las Autoridades, siendo éste es un prerrequisito para que el proyecto pueda ser registrado como MDL. Se deberán hacer Notificaciones a las Autoridades competentes como son la propia CMNUCC y así obtener constancias de inicio del proyecto, se revisa el proyecto primeramente mediante el *PIN (Project Idea Note)* en una etapa primaria. Posteriormente a través del documento formal denominado *PDD (Project Design Document)* que debe ser aprobado y validado por la *CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas en Cambio Climático)*.

Estructura de la Idea de Proyecto (PIN)

Una vez identificadas las características del proyecto y el potencial de reducción de GEI, se procede al llenado del documento *Project Idea Note (PIN)*, con base a los formatos establecidos por la *CMNUCC*. Dentro de los datos que involucra el *PIN* se tienen: Objetivo del proyecto, descripción del proyecto, tecnología a emplear, ubicación del proyecto, reducción esperada de emisiones GEI, lo que se traduce en bonos de carbono para su venta, es decir en certificados.

(42) **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 33.



El *PIN* se realiza en un periodo aproximado de un mes, dependiendo de las características particulares del proyecto y la disponibilidad de información al momento de realizarlo.

Estructura del Documento de Diseño del Proyecto (PDD)

Con los elementos desarrollados anteriormente en el *PIN* y una vez que éste haya sido revisado, completado, habiendo realizado adecuaciones pertinentes y habiendo definido las condiciones definitivas del proyecto, se estructura la descripción del proyecto a detalle, empleando para esto los formatos establecidos por la *CMNUCC* mediante el *Project Design Document (PDD)*. El *PDD* contiene la información general del proyecto, elementos técnicos, el plan de implementación y monitoreo, indicadores de desarrollo sustentable, y plazos de ejecución. Este documento se evaluará tanto por la *Entidad Operacional Designada* como por la *Junta Ejecutiva* para su aceptación.

El *PDD* puede llevarse a cabo en un periodo de tres meses, posteriormente se hará una revisión del mismo por las autoridades, para poder realizar las correcciones pertinentes para obtener la versión final del documento, en otro periodo aproximado de tres meses.

Validez del proyecto⁽⁴³⁾

La verificación del proyecto se centra en cuantificar y corroborar el grado de reducción real de emisiones *GEI* del proyecto al estar operando, y con esto la *DOE* pueda emitir un comunicado a la *Junta Ejecutiva (de las Naciones Unidas)* para la emisión de *CER's*.

La verificación incluye:

1. Revisión de los resultados del plan de monitoreo y sistemas de colección de datos referentes a la reducción de emisiones.
2. Revisión de las prácticas establecidas y la precisión de la colección de datos y equipo de monitoreo.
3. Revisión del sistema de administración y reporte de reducción de emisiones.
4. Entrevistas con los participantes del proyecto y socios comerciales.

Comercialización de CER's

Una vez que se emitan las Emisiones Certificadas, se procede a su comercialización, a través de un Bróker y mediante alguno de los diferentes esquemas de compra-venta se fijan los contratos según la conveniencia y acuerdo entre el dueño del proyecto y el comprador de los certificados.

(43) **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono**; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 33.



Pasos para la certificación de un proyecto MDL



Imagen 1-2 Cuadro certificación MDL

Tabla 1-4. Tiempos y costos para obtener CER's

Actividad	Tiempo Requerido ^(a)	Costo (€) ^(b)
<i>Caracterización del proyecto</i>	1 mes	500.00
Etapa de Registro		
<i>Desarrollo PIN</i>	1 mes	2,000.00
<i>Desarrollo PDD</i>	3 meses	30,000.00 – 40,000.00 ^(c)
<i>Revisiones y adecuaciones</i>	3 meses	
<i>Aprobación del proyecto</i>	4 meses	
Etapa de Post-registro		
<i>Tasas administrativas por parte de autoridades locales o internacionales para el registro y verificación</i>	3 – 6 meses	Establecidos por las mismas autoridades durante la validación del proyecto
<i>Reporte de Monitoreos para emisiones de CER's</i>	6 – 12 meses	4,000.00 – 10,000.00 ^(c)

^(a) Los tiempos mencionados pueden variar durante el desarrollo del proyecto.

^(b) Las compensaciones se han establecido en Euros ya que esa la moneda de comercialización de los Certificados, así como las tarifas por parte de las autoridades de la CMNUCC, no obstante son convertidas a moneda nacional para facturación y efectos fiscales.

^(c) Los costos varían dependiendo del tipo y tamaño del proyecto.



⁽⁴⁴⁾ Los costos Post-registro, asociados a los Reportes de monitoreo y gestión de la Verificación además de la comercialización de los CER's se deberán definir posteriormente con base en los arreglos comerciales entre las partes que intervienen.

Es importante mencionar que existen fondos de financiamiento para cubrir los gastos del desarrollo del proyecto bajo el esquema MDL, para lo cual también es posible brindar apoyo y asesoría. La solicitud de financiamiento incluye procedimientos adicionales a los mencionados anteriormente, lo que significa que puede tomarse más tiempo; aunque depende igualmente de la disponibilidad de información, por lo que si ésta es accesible fácilmente, el procedimiento se facilita.

Variables e Implicaciones

Los tiempos para el inicio de la obtención de los CERs varían dependiendo de:

- la utilización de Metodologías Base en el diseño del proyecto,
- las entidades y procesos involucrados dentro del Ciclo del proyecto.

Sin embargo, los proyectos pueden generar CERs durante todo el periodo de acreditación:

- de 10 años sin renovación,
- de 7 años con 2 posibilidades de renovación; a un total de 21 años.

Los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) deben asegurar que los beneficios ambientales sean reales, medibles, verificables y de largo plazo. Se debe comprobar que los CRE sean adicionales a lo que habría ocurrido en ausencia de la actividad (Línea Base) y que cumplan con los criterios de Adicionalidad para poder ser aprobados bajo el esquema MDL.

Cabe aclarar que los Bonos de Carbono no se emiten antes de la implantación del proyecto, es decir no son un prefinanciamiento del mismo ya que solo se dan por toneladas de CO₂ no emitidas; por lo tanto no se puede usar para la puesta en marcha del proyecto, pero permiten al desarrollador del mismo obtener un ingreso adicional por la venta en los mercados internacionales de la reducción de emisiones de carbono (o equivalentes) que el proyecto evita.

Tomando en cuenta que este trabajo de investigación no es para aplicación directa solo se llegará hasta un planteamiento del proyecto, con el cual elaborar un análisis de pre-factibilidad, y así identificar la potencialidad y adecuar el diseño de proyecto bajo el esquema en el que será presentado y desarrollado para su validación, y dar un análisis del impacto financiero que pueden significar las *Reducciones de Emisiones* del proyecto.

⁽⁴⁴⁾ **Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono;** Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 33.



MARCO TEÓRICO:

CAPITULO 2.1:

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN MÉXICO

⁽¹⁾En México corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos materiales que se requieran para dichos fines. Esta política se debe a que el este sector energético se considera estratégico para la soberanía nacional.

⁽²⁾Para los efectos de Ley, la prestación del servicio público de energía eléctrica comprende:

- I. La planeación del sistema eléctrico nacional;
- II. La generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica, y;
- III. La realización de todas las obras, instalaciones y trabajos que requieran la planeación, ejecución, operación y mantenimiento del sistema eléctrico nacional.

⁽³⁾Y no se considera servicio público:

- I. La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- II. La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;
- III. La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;
- IV. La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios; y
- V. La generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

Esto último abre la puerta a la posibilidad de que terceros puedan construir y generar energía eléctrica, dentro de los lineamientos y límites que marca la ley.

(1) **Artículo 1º, Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica**; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.

(2) **Artículo 4º, Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica**; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.

(3) **Artículo 3º, Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica**; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.



GENERACIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO

De acuerdo con información de la *CFE*, la generación de electricidad en sus instalaciones se realiza por medio de las tecnologías disponibles como centrales eléctricas, termoeléctricas, eoloeléctricas y nucleares. Aparte existe la generación a partir de Biomasa y biogás, eoloeléctrica y pequeña hidroeléctrica en manos de Permisarios.

⁽⁴⁾Según datos de la *SENER* en el periodo comprendido entre 1999 y abril de 2011 en México se generó electricidad por medio de Hidroeléctricas en un 14%, Termoeléctrica 44%, los Productores Externos de Energía 20%, Generadoras Duales 6%, Carboeléctricas 8%, Nucleoeléctrica 5%, Geotermoeléctrica 3%, y Eoloeléctrica 0.04%.

TABLA 2.1 – 1 SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL

GENERACIÓN BRUTA 1_/

(Gigawatts-hora)

Años	Hidro eléctrica	Termo eléctrica	Productores Externos de Energía 2_/	Duales 3_/	Carbo eléctrica	Nucleo eléctrica	Geotermo eléctrica	Eolo eléctrica	T o t a l
1999	32,712	103,089	-	11,234	18,251	10,002	5,623	6	180,916
2000	33,075	111,956	1,295	13,569	18,696	8,221	5,901	8	192,721
2001	28,435	117,106	4,590	14,109	18,567	8,726	5,567	7	197,106
2002	24,862	108,466	21,852	13,879	16,152	9,747	5,398	7	200,362
2003	19,753	103,864	31,645	13,859	16,681	10,502	6,282	5	202,590
2004	25,076	94,512	45,855	7,915	17,883	9,194	6,577	6	207,019
2005	27,611	93,226	45,559	14,275	18,380	10,805	7,299	5	217,160
2006	30,305	84,432	59,428	13,875	17,931	10,866	6,685	45	223,568
2007	27,042	83,354	70,982	13,375	18,101	10,421	7,404	248	230,927
2008	38,892	79,185	74,232	6,883	17,789	9,804	7,056	255	234,096
2009	26,445	83,856	76,496	12,299	16,886	10,501	6,740	249	233,472
2010	36,738	81,584	78,442	15,578	16,485	5,879	6,618	166	241,491
2011 4_/	10,105	25,915	27,214	5,858	5,887	2,812	2,126	37	79,954
Promedio de Generación Anual	25,789	83,610	38,399	11,193	15,549	8,391	5,663	75	188,670

1_/ No incluye cogeneración ni autoabastecimiento de energía eléctrica.

2_/ Comprende la energía neta entregada a la red por los Productores Externos de Energía (PEE's)

3_/ Las centrales duales pueden operar con carbón o combustóleo

4_/ Compilación de datos enero-abril de 2011

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

(4) **Capacidad Efectiva de Generación:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Capacidad_Efectiva_de_Generacion.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



En la siguiente gráfica se puede observar el porcentaje de cada uno de estos tipos de generación en nuestra Nación, como se puede ver las termoeléctricas son las que mayor carga eléctrica generan en el país.

Para conducir la electricidad desde las plantas de generación hasta los consumidores, la CFE cuenta con las redes de transmisión y de distribución, integradas por las líneas de conducción de alta, media y baja tensiones; la transformación es el proceso que permite, utilizando subestaciones eléctricas, cambiar las características de la electricidad (voltaje y Corriente) para facilitar la transmisión y distribución.

⁽⁵⁾En cuanto a sectores de ventas por millones de pesos corrientes el sector de la Empresa Mediana abarca el 38% de las compras de energía eléctrica, le sigue el sector Doméstico con el 22%, la Gran Industria 17%, el sector Comercial el 15%, Servicios el 6% y el sector Agrícola el 2%, lo que de 1999 a abril de 2011 represento un promedio anual de 159,204 millones de pesos corrientes.

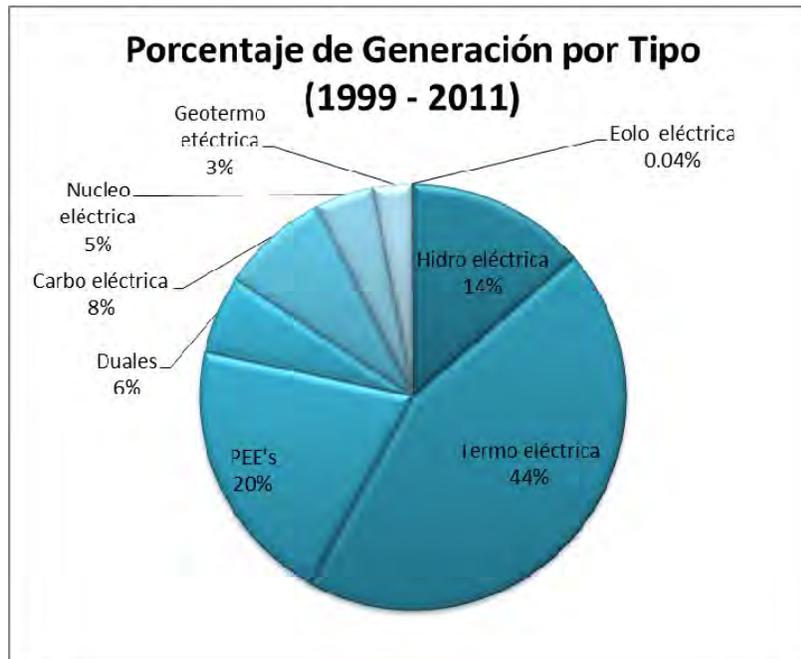


Imagen 2.1-1. Gráfica de porcentajes por tipo de Generación Eléctrica

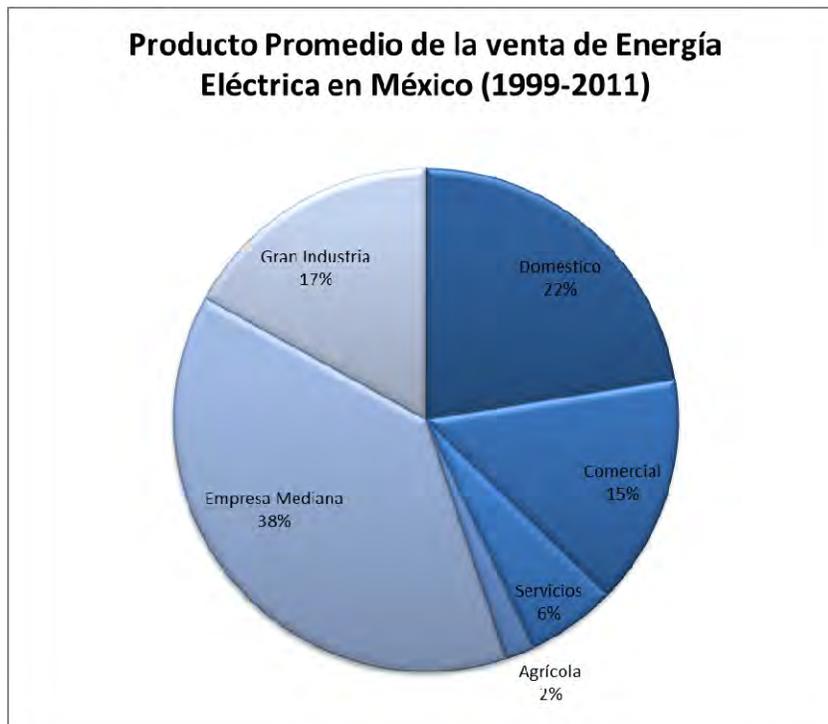


Imagen 2.1-2. Gráfica de porcentajes de ventas por sector de consumo

(5) **Ventas Internas de Energía Eléctrica:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Ventas_Internas.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.

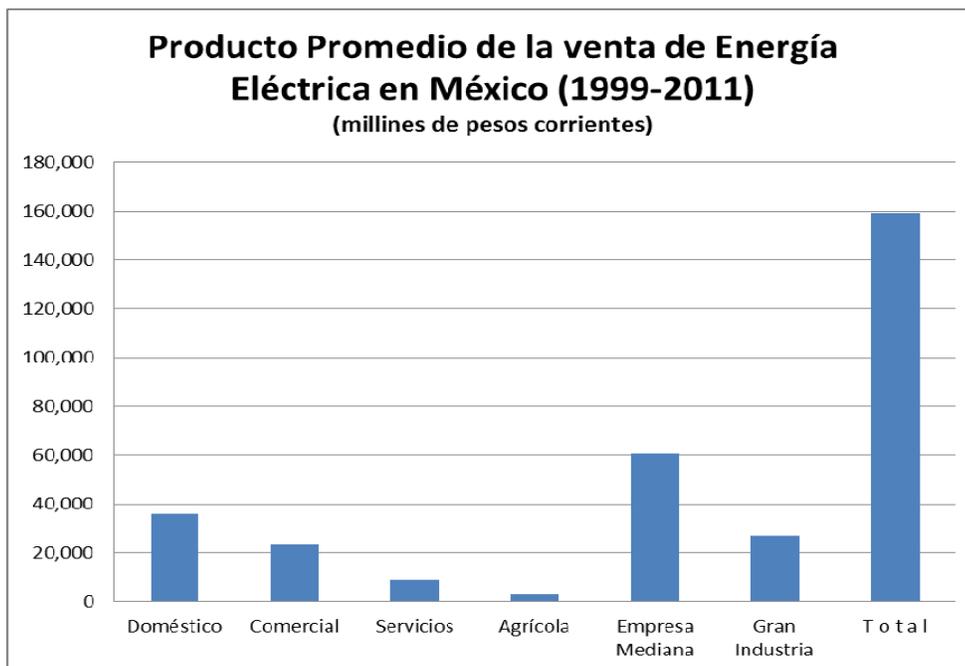


Imagen 2.1-3. Gráfica Promedio de Venta de Energía Eléctrica

TABLA 2.1-2. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/
PRODUCTOS POR LA VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
 (Millones de Pesos Corrientes)

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
1999	16,441	12,972	5,060	2,058	25,902	13,361	75,792
2000	20,198	14,734	6,148	2,266	32,706	17,485	93,537
2001	23,289	15,886	6,732	2,338	34,296	17,052	99,593
2002	30,228	17,258	7,580	2,567	39,132	18,830	115,594
2003	33,720	20,709	8,219	2,672	48,261	22,498	136,079
2004	35,986	24,140	8,841	2,735	57,867	26,559	156,129
2005	39,134	26,721	9,520	3,517	65,914	29,425	174,232
2006	43,719	30,637	10,328	3,533	77,756	33,578	199,551
2007	46,590	32,082	11,271	3,726	83,767	35,215	212,651
2008	50,385	34,792	12,148	4,133	105,506	45,606	252,569
2009	51,818	31,832	13,686	3,824	85,514	33,242	219,915
2010	54,530	33,388	14,356	4,234	100,253	42,474	249,235
2011	18,256	10,801	5,123	1,703	33,189	15,703	84,775
Promedio	35,715	23,535	9,155	3,023	60,774	27,002	159,204

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro



Imagen 2.1-4. Gráfica Porcentaje Usuarios de Energía Eléctrica

(6) En cuanto a número de clientes para el mismo periodo de 199 a 2011 el sector Doméstico tiene el 88% de del mercado, le sigue con un 10% el sector Comercial, los sectores de Servicios y Empresa Media solo figuran con un 1%, el sector Agrícola tiene un 0.4% y la Gran Industria solo representa el 0.004% del mercado nacional.



TABLA 2.1-3. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/
USUARIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2_/
(Miles de Usuarios)

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
1999	20,236	2,367	116	92	106	0.5	22,917
2000	21,055	2,492	123	94	117	0.5	23,881
2001	21,872	2,622	131	97	128	0.6	24,851
2002	22,784	2,751	139	99	139	0.6	25,912
2003	23,692	2,864	145	102	151	0.6	26,954
2004	24,615	2,966	152	105	165	0.6	28,003
2005	25,484	3,056	158	107	180	0.7	28,986
2006	26,348	3,121	164	110	196	0.7	29,940
2007	27,476	3,250	162	113	212	0.7	31,213
2008	28,591	3,353	168	115	225	0.7	32,451
2009	29,455	3,420	174	117	236	0.8	33,403
2010	30,372	3,476	180	119	244	0.8	34,393
2011	30,596	3,487	181	120	247	1.0	34,631
Promedio	25,583	3,017	153	107	180	1	29,041

1_/ Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

2_/ Al final de cada periodo

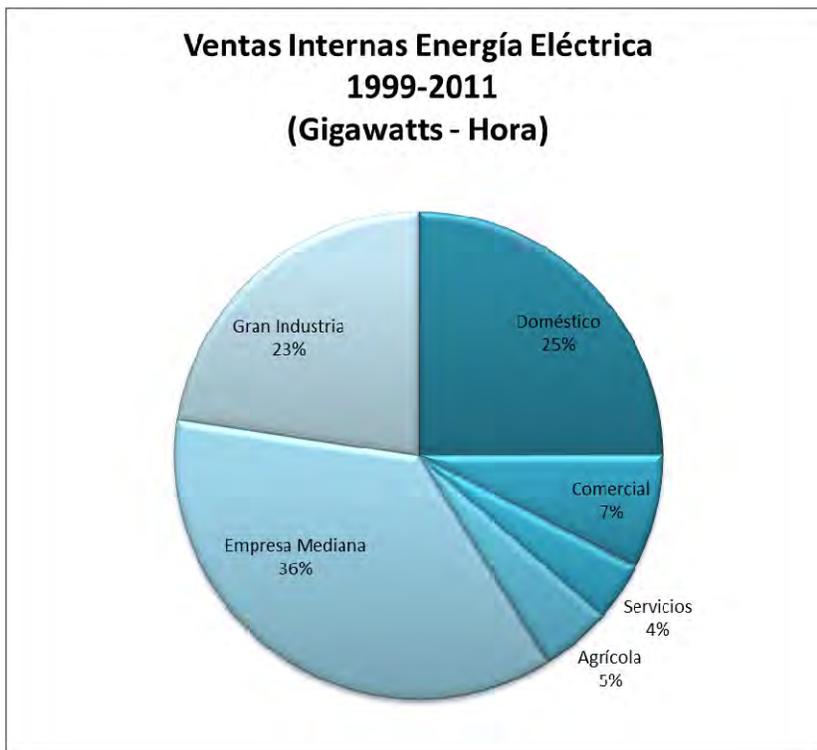
Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

(6) **Usuarios de Energía Eléctrica:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Usuarios_de_Energia_Electrica.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



Imagen 2.1-5. Gráfica Porcentaje Ventas Internas de Energía Eléctrica

(7) En las Ventas Internas de Energía o mejor dicho el consumo eléctrico por hora que cada uno de los sectores demandan, podemos ver en la gráfica y tabla siguientes que los sectores con menor consumo son el de Servicios (4%), Agrícola (5%), Comercial (7%), después siguen los de gran consumo que son la Gran Industria (23%), Doméstico (25%) y Empresa Mediana (36%).



En cuanto a precios a los que se vende la electricidad, en nuestra nación algunas tarifas están subsidiadas para fomentar el desarrollo del sector que recibes este beneficio.

**TABLA 2.1-4. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL
VENTAS INTERNAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(Gigawatts - hora)**

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
1999	33,370	10,964	5,432	7,997	49,446	37,788	144,996
2000	36,128	11,691	5,873	7,901	53,444	40,311	155,349
2001	38,344	12,185	5,954	7,463	54,722	38,535	157,204
2002	39,032	12,528	6,057	7,644	55,776	39,166	160,203
2003	39,861	12,825	6,132	7,338	56,874	37,355	160,384
2004	40,748	12,928	6,274	6,968	59,165	37,464	163,547
2005	42,531	13,007	6,431	8,067	61,921	37,799	169,757
2006	44,452	13,229	6,577	7,959	65,266	37,887	175,371
2007	45,835	13,408	6,789	7,804	67,799	38,833	180,469
2008	47,451	13,645	7,057	8,109	69,100	38,551	183,913
2009	48,540	13,417	7,787	9,299	67,630	34,794	181,465
2010	48,700	12,991	7,707	8,600	70,024	38,617	186,639
2011	14,367	4,150	2,660	3,273	22,553	14,108	61,110
Promedio	39,951	12,074	6,210	7,571	57,978	36,247	160,031

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

(7) Ventas Internas de Energía Eléctrica: Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Ventas_Internas.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



(8) En la estadística histórica podemos ver que el sector más beneficiado con este subsidio es el sector Agrícola, seguido de la Gran Industria, después el sector Doméstico, y los que tienen una tarifa más alta son la Empresa Mediana, Servicios y Comercial con la tarifa más alta, casi el doble que la Gran Industria.

TABLA 2.1-5. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/
PRECIOS MEDIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(Centavos por kWh a precios corrientes)

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria
1999	49.27	118.32	93.16	25.73	52.38	35.36
2000	55.90	126.03	104.68	28.68	61.20	43.37
2001	60.74	130.37	113.05	31.33	62.67	44.25
2002	77.44	137.76	125.14	33.58	70.16	48.08
2003	84.59	161.48	134.05	36.41	84.86	60.23
2004	88.31	186.72	140.91	39.26	97.81	70.89
2005	92.01	205.44	148.02	43.60	106.45	77.84
2006	98.35	231.58	157.04	44.39	119.14	88.63
2007	101.65	239.27	166.02	47.75	123.55	90.68
2008	106.18	254.98	172.15	50.97	152.69	118.30
2009	106.75	237.26	175.76	41.12	126.44	95.54
2010	111.97	257.00	186.28	49.24	143.17	109.99
2011	127.05	260.21	192.60	51.95	147.18	111.29
Promedio	89.25	195.88	146.84	40.31	103.67	76.50

1_/ Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

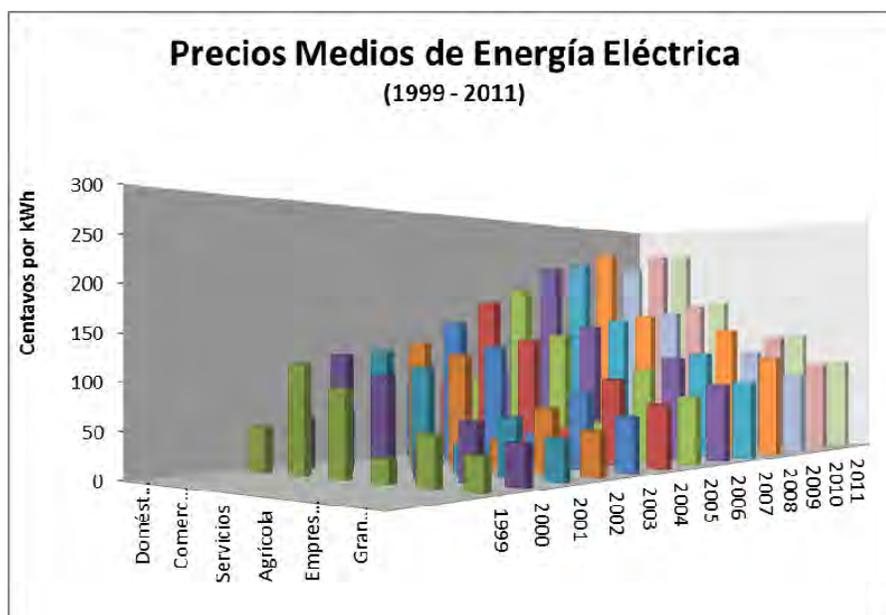


Imagen 2.1-6. Gráfica de Precios Medios de Energía Eléctrica

(8) **Precios Medios de Energía Eléctrica:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Precios_Medios_de_Energia_Electrica.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



Cruzando la información anterior y dividiendo lo que son el Número de Usuarios entre el Producto por la Venta de Energía podemos obtener un nuevo valor que será el Costo/Beneficio de quien reditúa más al venderle la energía eléctrica. En la siguiente tabla se vierten los datos:

Promedios (1999- abril 2011)	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria
Promedio Miles Usuarios	<u>25,583</u>	<u>3,017</u>	<u>153</u>	<u>107</u>	<u>180</u>	<u>1</u>
Promedio Millones de Pesos Corrientes	<u>35,715</u>	<u>23,535</u>	<u>9,155</u>	<u>3,023</u>	<u>60,774</u>	<u>27,002</u>
Miles de Usuarios / Millones de Pesos Corrientes	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>60</u>	<u>28</u>	<u>338</u>	<u>27,002</u>

Tabla 2.1-6.Miles de Usuarios / Millones de Pesos Corrientes

De esta tabla podemos ver que aunque el sector doméstico es el que más usuarios tiene es el que menos reditúa en una relación de número de usuarios/producto de venta, esto es porque dicho sector es el que está más subsidiado en el país, así como el sector comercial, que aunque representa ocho veces más que el doméstico está muy por debajo de otros como la Mediana Empresa y el de Gran Industria, que resulta ser el más redituable en esta relación.

Como este trabajo de investigación es sobre desarrollar un Proyecto de Energía Sustentable de manera redituable y así promover este tipo de proyectos más amigables con el ambiente. Por eso con la tabla anterior podemos decidir que la producción de nuestro proyecto se centre en la venta de energía a los sectores de Mediana Empresa y Gran Industria.

En cuanto a la demanda tenemos que las entidades que más consumen energía mega watt hora (MWh) son: Nuevo León, Estado de México, Jalisco, Veracruz, Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Coahuila, Baja California, Tamaulipas, Michoacán y Puebla, que son estados donde se concentra la mayor parte de la industria nacional.

En el caso de Nuevo León aunque su número de clientes son casi la mitad de entidades como el Estado de México y el Distrito Federal, este comportamiento se debe más que nada a la concentración de industria en este estado. Y también se ve que la zona norte del país es una buena opción para localizar nuestro proyecto.



**TABLA 2.1-7. CLIENTES Y VENTAS POR ENTIDAD
FEDERATIVA**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD ESTADÍSTICA COMERCIAL POR ENTIDAD
FEDERATIVA SEPTIEMBRE 2011***

Estados	Usuarios	Ventas MWh
Nuevo León	1,606,608	13,169,099
México	3,694,394	12,729,391
Jalisco	2,468,225	8,985,095
Veracruz	2,369,436	8,117,456
Chihuahua	1,127,977	8,040,370
Guanajuato	1,704,811	7,910,661
Sonora	945,318	7,848,151
Coahuila	879,303	7,830,818
Baja California	1,096,140	7,121,130
Tamaulipas	1,206,682	6,631,714
Michoacán	1,547,521	5,623,261
Puebla	1,759,418	5,593,297
Sinaloa	942,339	4,201,528
San Luis Potosí	813,961	3,515,589
Querétaro	582,157	3,357,009
Quintana Roo	486,722	2,865,695
Hidalgo	799,928	2,643,348
Zacatecas	532,522	2,374,805
Tabasco	663,206	2,337,596
Yucatán	663,203	2,313,830
Durango	488,805	2,236,346
Chiapas	1,319,834	2,076,439
Guerrero	929,341	2,063,052
Oaxaca	1,204,110	1,902,174
Morelos	631,816	1,877,692
Aguascalientes	396,300	1,827,230
Baja California Sur	238,156	1,402,345
Tlaxcala	337,115	1,362,111
Colima	260,656	1,159,981
Distrito Federal	2,815,837	1,125,524
Nayarit	400,480	972,447
Campeche	250,842	886,490
<u>TOTALES</u>	<u>35,163,163</u>	<u>142,101,674</u>

Catálogo de centrales mayo 2010.xls, Página oficial de la CFE,
<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/costostotales/DocumentsView.aspx>, 12/11/2011 19:20 hrs.



TABLA 2.1-8. LISTADO DE CENTRALES GENERADORAS

<i>Ubicación</i>	<i>Número de unidades</i>	<i>Capacidad efectiva X estado (MW)</i>	<i>TIPO DE GENERACIÓN</i>
<u>VERACRUZ</u>	<u>47</u>	<u>6,261</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (3), Hidráulica (7), Turbogas (1), Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (2)</u>
<u>TAMAULIPAS</u>	<u>37</u>	<u>5485</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (6), Hidráulica (1), Turbogas (1), Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (2)</u>
<u>CHIAPAS</u>	<u>33</u>	<u>4,828</u>	<u>Hidráulica (7)</u>
<u>GUERRERO</u>	<u>31</u>	<u>4536</u>	<u>Hidráulica (4), Turbogas(2), Dual (1)</u>
<u>COAHUILA</u>	<u>23</u>	<u>3002</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Hidráulica (1), Diesel (1), Turbogas (3), Carboeléctrica (2)</u>
<u>HIDALGO</u>	<u>13</u>	<u>2,387</u>	<u>Termoeléctrica(1), Hidráulica (1), Ciclo Combinado (1)</u>
<u>Baja California</u>	<u>34</u>	<u>2266</u>	<u>Turbogas (4), Geotermoeléctrica (4), PEE-Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (1)</u>
<u>CHIHUAHUA</u>	<u>36</u>	<u>2121</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (2), Turbogas (4), Ciclo Combinado (1), Hidráulica (2)</u>
<u>SONORA</u>	<u>30</u>	<u>2087</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (2), Turbogas (2), Hidráulica (3), Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (2)</u>
<u>COLIMA</u>	<u>6</u>	<u>1,900</u>	<u>Termoeléctrica (2)</u>
<u>SAN LUIS POTOSI</u>	<u>13</u>	<u>1855</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (1), Hidráulica (3)</u>
<u>SINALOA</u>	<u>20</u>	<u>1743</u>	<u>Termoeléctrica (2), Hidráulica (6), Turbogas (1)</u>
<u>NAYARIT</u>	<u>25</u>	<u>1713</u>	<u>Hidráulica (3), Diesel (1)</u>
<u>DURANGO</u>	<u>17</u>	<u>1584</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (2), Turbogas (2), Termoeléctrica (2), Ciclo Combinado (1)</u>
<u>GUANAJUATO</u>	<u>4</u>	<u>1584</u>	<u>Termoeléctrica (1)</u>
<u>YUCATAN</u>	<u>17</u>	<u>1532</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (2), Termoeléctrica (3), Turbogas (2), Ciclo Combinado (1)</u>



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

<u>NUEVO LEÓN</u>	<u>24</u>	<u>1513</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (2), Turbogas (5), Ciclo Combinado (2)</u>
<u>ZONA CENTRO</u>	<u>67</u>	<u>1334.33</u>	<u>Vapor (1), Hidráulica (15), Turbogas (16)</u>
<u>QUERETARO</u>	<u>11</u>	<u>1098</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Ciclo Combinado (1), Hidráulica (1)</u>
<u>MÉXICO</u>	<u>15</u>	<u>999</u>	<u>Ciclo Combinado (1), Hidráulica (4), Termoeléctrica (1)</u>
<u>PUEBLA</u>	<u>23</u>	<u>645</u>	<u>Geotermoeléctrica (1), Hidráulica (4), Ciclo Combinado (1)</u>
<u>MICHOACAN</u>	<u>40</u>	<u>644</u>	<u>Geotermoeléctrica (1), Hidráulica (10)</u>
<u>Baja California Sur</u>	<u>40</u>	<u>557</u>	<u>Turbogas (7), Diesel (5), Termoeléctricas (1), Eoloeléctrica (1), Geotermoeléctrica (1)</u>
<u>Campeche</u>	<u>9</u>	<u>449</u>	<u>PEE-Ciclo Combinado (1), Termoeléctrica (1), Turbogas (1)</u>
<u>OAXACA</u>	<u>112</u>	<u>441</u>	<u>Hidráulica (2), Eoloeléctrica (1)</u>
<u>JALISCO</u>	<u>13</u>	<u>369</u>	<u>Hidráulica (5), Turbogas (2)</u>
<u>QUINTANA ROO</u>	<u>20</u>	<u>259</u>	<u>Turbogas (5), Diesel (1)</u>
<u>UNIDADES MÓVILES, DIFERENTRE ESTADOS</u>	<u>22</u>	<u>3</u>	<u>Diesel</u>

Listado de Centrales generadoras, Página oficial de la CFE,
<http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/listadocentralesgeneradoras>, 13/11/2011 13:45 hrs.

El estado que más energía eléctrica genera es Veracruz, debido en parte a la Nucleoeléctrica y a la cantidad de Hidroeléctricas y ubicadas en esta entidad. También podemos ver que los estados que en la gráfica anterior destacaban por consumo no destacan mucho aquí por generación, lo que lleva a la conclusión de que la energía consumida por estos es recibida por el sistema de interconexión nacional.

En tipo de generación, la Central Eléctrica Dual Pdte. Plutarco Elías Calles (Unión, Guerrero) con una capacidad instalada de 2778 MW, seguida de la Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres (Chicoasén, Chiapas) con capacidad de 2400 MW y la Termoeléctrica Pdte. Adolfo López Mateos (Tuxpan, Veracruz) con capacidad de 2100 MW.

Dentro de las de menor generación están pequeñas hidroeléctricas y la Eoloeléctrica Guerrero Negro (Mulegé, Baja California Sur), todas ellas con capacidad de 1 MW, aparte de otras con generación menor a esta capacidad. La generación eléctrica proporcionada por Productores Externos de Energía (PEE) es a partir de centrales eléctricas de Ciclo Combinado que oscilan generación entre los 1135 MW y los 248 MW.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

TIPO DE GENERACIÓN	Máxima Capacidad Instalada (MW)	Mínima Capacidad Instalada (MW)
<i>Eoloeléctrica</i>	85	1
<i>Hidráulica</i>	2400	1
<i>Termoeléctrica</i>	2100	75
<i>Geotermoeléctrica</i>	220	10
<i>Carboeléctrica</i>	1400	1200
<i>Nucleoeléctrica</i>	1365	---
<i>Diesel</i>	104	2
<i>Turbogas</i>	210	3
<i>PEE (Ciclo Combinado)</i>	1135	248
<i>Dual</i>	2778	---
<i>Ciclo Combinado</i>	619	211
<i>Vapor</i>	224	---

Tabla 2.1-9. Listado de Centrales generadoras. Página oficial de la CFE, <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/listadocentralesgeneradoras>, 13/11/2011 13:45 hrs.

SISTEMA INTERCONECTADO

⁽⁹⁾ Por motivos de planeación y operación del *Sistema Eléctrico Nacional*, la *Comisión Federal de Electricidad (CFE)* divide al país en nueve áreas de Generación y Transmisión: Noroeste, Norte, Noreste, Occidental, Central, Oriental, Peninsular, Baja California y Baja California Sur.

⁽⁹⁾ **Subsecretaría de Electricidad.** Industria Eléctrica Mexicana, Sistema Interconectado <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=1452>, 06/11/2011, 12:30 hrs



Así, los sistemas eléctricos regionales comparten recursos de capacidad y un funcionamiento económico y confiable más eficiente en su conjunto. De esta manera, así, se logra a enlaces del área Noroeste hasta el Norte y Occidente del país, sin embargo, las dos regiones de la península de Baja California, permanecen como sistemas aislados, ya que hasta el momento, su interconexión con el resto de la red nacional no se justifica desde el punto de vista técnico y económico.



Imagen 2.1-7. Mapa de la regionalización del Sistema Interconectado Eléctrico Nacional

Tarifas Eléctricas de la CFE

⁽¹⁰⁾ Actualmente en México existen 33 tarifas eléctricas, las cuales se pueden clasificar en:

- Domésticas (7)
- Servicio público (3)
- Riego agrícola (2)
- Servicios generales (20)

Dentro de las tarifas de servicios generales se dividen en: alta (12), media (6) y baja (3) tensión. Las tarifas tienen para la CFE tres funciones:

Función Financiera: Generación de recursos para sufragar costos totales y ampliaciones futuras.

Función Económica: Señal de costo marginal para influir en el perfil de la demanda, y promover la eficiencia económica.

Función Productiva-Social:

- Decisiones del Gobierno Federal
- Mecanismo Económico-Redistributivo
- Subsidios a usuarios de menores recursos y/o sectores productivos

⁽¹⁰⁾ Tarifas Eléctricas Aplicables en México 2002; CONAE Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, www.conae.gob.mx/work/sites/.../3/Tarifas_electricas_2002.pptSimilares, 07 enero 2012, 18:30 hrs.



Las tarifas horarias se usan porque dan señales económicas claras a los usuarios (principalmente industriales) para hacer un uso más racional de la electricidad, además de que reflejan los costos que para la CFE representa el proveer electricidad en horas pico (que es la hora en la cual CFE tiene que tener el mayor número de plantas en operación).

Este tipo de tarifa también reconoce diferencias horarias, regionales y estacionales; costos marginales de capacidad y costos marginales de energía. La tarificación de la energía eléctrica basada en los costos marginales de largo plazo del sistema eléctrico, da una señal económica a la clientela que favorece la eficiencia económica global.

Las tarifas horarias son disposiciones específicas que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía; se identifican oficialmente por su número y/o letra(s), según su aplicación:

Tarifa	Descripción
1	Servicio doméstico: 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, DAC
2	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5, 5A	Servicio para alumbrado público
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-MC	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o mas, para corta utilización (Baja California)
H-S, H-T, H-SL, H-L	Tarifas horarias para servicio general alta tensión
HM-R, HM-RF, HM-RM, HS-R, HS-RF, HS-RM, HT-R, HT-RF, HT-RM	Tarifas horarias para servicio de respaldo
I15, I30	Tarifa de uso general para servicio interrumpible

Tabla 2.1-10. Tipos de Tarifas cobradas por la CFE

La tensión suministrada se divide en:

- Baja tensión: tensión ≤ 1000 volts
- Media tensión: $1 \text{ kV} < \text{tensión} < 35 \text{ kV}$
- Alta tensión (nivel subtransmisión): $35 \text{ kV} < \text{tensión} < 220 \text{ kV}$
- Alta tensión (nivel transmisión): $\text{tensión} \geq 220 \text{ kV}$



Horario

⁽¹¹⁾CFE cobra distinto la energía suministrada dependiendo del horario en que la suministre e inclusive la época del año en que se suministre. Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

Periodos de punta, intermedio y base

⁽¹²⁾Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

Región Baja California

Tabla 2.1-11. Del 1° de mayo al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 14:00 18:00 - 24:00	14:00 - 18:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Tabla 2.1-12. Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 24:00		

Región Baja California Sur

Tabla 2.1-13. Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
sábado		0:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

(11) **Tarifas Eléctricas CFE**; Página Oficial de la CFE, <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas.asp>, 12 enero 2012, 15:45 hrs.

(12) **ibid**



Tabla 2.1-14. Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Tabla 2.1-15. Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Tabla 2.1-16. Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

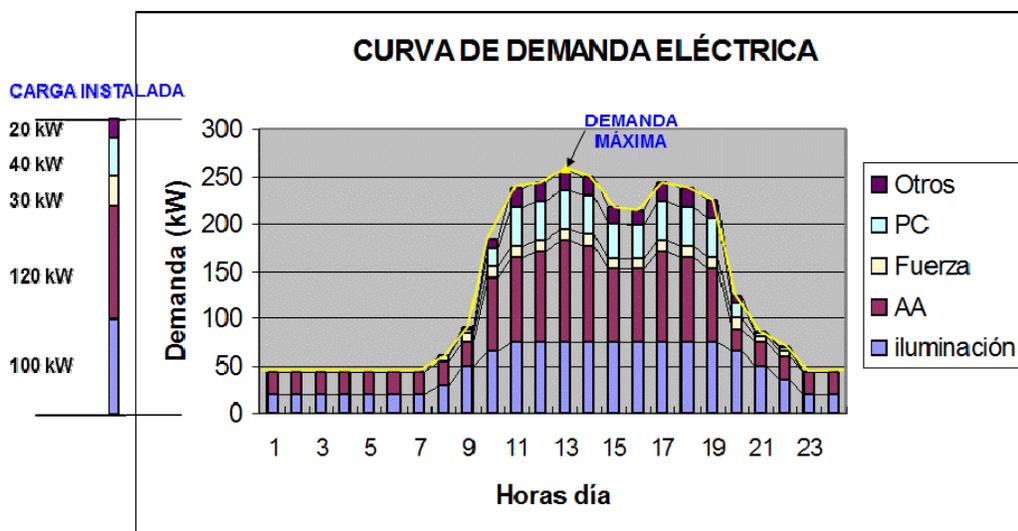


Imagen 2.1-8. Curva de demanda eléctrica por hora del día (esquema)



Demanda Facturable

⁽¹³⁾ La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \max (DI - DP, 0) + FRB \times \max (DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta
DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio
DB es la demanda máxima medida en el periodo de base
DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio
FRI y **FRB** son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

Tabla 2.1-17. Factores de Reducción Tarifaria por Región

En las fórmulas que definen las demandas facturables, el símbolo "max" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo. Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

⁽¹³⁾ **Tarifas Eléctricas CFE:** Página Oficial de la CFE, <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas.asp>, 12 enero 2012, 15:45 hrs.



Energía de punta, intermedia y de base

Energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta. Energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio. Energía de base es la energía consumida durante el periodo de base.

Depósito de garantía

Será de 2 veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada.

Para elaborar la Factura se toman en cuenta los siguientes conceptos:

- **Carga instalada:** Es la capacidad total en kW conectada a la instalación eléctrica.
- **Demanda:** Es el valor en kW medido en un instante.
- **Demanda máxima:** Es la demanda medida en kW durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica fue mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en periodo de consumo.

La Demanda Facturable esta definida por la relación de demandas en los diferentes periodos (tarifas horarias):

Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE)

⁽¹⁴⁾ Este programa es el resultado de estudios coordinados dentro de la planificación integral del sistema eléctrico del país, ya que se realiza aprovechando, tanto en el corto como en el largo plazo las mejores opciones de inversión y producción de energía que permitan satisfacer la demanda futura de electricidad a un costo global mínimo y con un nivel adecuado de confiabilidad y sobretodo de calidad.

La elaboración del *POISE* es una actividad dinámica, pues de manera continua se van incorporando las modificaciones en montos y alcances de los proyectos que imponen nuevas circunstancias. El ciclo de revisión integral del *POISE* es anual, y en él se toman como base los escenarios macroeconómicos del país y de precios de combustibles elaborados cada año por esta Secretaría. El *POSEI* considera un horizonte de 15 años para la Estrategia Nacional de Energía, tiempo estipulado por el Decreto que reformo el Artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Para el *POSEI 2011-2025* se consideran 3 escenarios denominados:

Planeación.- Es el de referencia para el ejercicio de planeación y considera una tasa media de crecimiento anual de 3.5 por ciento.

(14) **Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025**; Subdirección de Programación CFE, http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE2011_2025%20WEB.ZIP, pag. I-VII.



- Alto.- Es el escenario con mayor crecimiento del PIB con una tasa media de crecimiento de 4.2%.
- Bajo.- Corresponde a un desarrollo bajo de la economía y considera una tasa media de crecimiento de 2.8%.

Y se estima que el crecimiento del consumo eléctrico será equivalente a cada escenario es decir para planeación será 3.6%, alto 4.4% y bajo 2.8%. El escenario de planeación la demanda máxima crecerá a una tasa media anual de 3.7%; regionalmente las áreas con mayor crecimiento serán Baja California sur (6.2%) y Peninsular (5.1%). Para las áreas del norte se estiman tasas de crecimiento alrededor de 4% y para las regiones del sur 3.2%.

El *POSEI* señala que el monto total de inversión necesario para atender el servicio público de energía eléctrica 2011-2025 es de 1,264,838 millones de pesos de 2010, con la siguiente composición: 50.9% para generación, 16% en obras de transmisión, 20.4% para distribución, 12.1% en mantenimiento de centrales y 0.6% para otras inversiones.

Del total, se estima que 40.8% se cubriría mediante recursos presupuestales; como inversión complementaria, el 59.2% restante se llevará a cabo a través del esquema de obra pública financiada o bajo modalidad de producción independiente de energía. Para los proyectos de generación con esquema por definir, la *SENER* precisará la modalidad en apego a lo que establece el artículo 125 del Reglamento de la *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*.



Imagen 2.1-9. Central hidroeléctrica El Cajón, Santa María del Oro, Nayarit



LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

Según el *Programa Especial para Energías Renovables (2009)* de la *SENER* en ⁽¹⁵⁾2008 México contaba con alrededor de 1,924.8 MW de capacidad instalada de generación eléctrica con base en energías renovables, que incluía la capacidad destinada al servicio público, cogeneración y autoabastecimiento, representando el 3.3% de la capacidad instalada en el servicio público del país.

En la siguiente tabla se muestra la capacidad instalada total en ese año, a partir de fuentes renovables, por tipo de tecnología utilizada:

Tabla 2.1-18. Capacidad y Generación Eléctrica en México por Tipo de Energía (2008)**					
		CAPACIDAD		GENERACIÓN	
Tecnología	Desarrollador	Anual (MW)	% total	Anual (GWh)	% Total
Eoloeléctrica	CFE	85.250	0.15%	231.505	0.09%
Eoloeléctrica	Permisionarios	0.000	0.00%	0.000	0.00%
Total Eoloeléctrica		85.250	0.15%	231.505	0.09%
Pequeña Hidroeléctrica	CFE	270.128	0.46%	1309.525	0.23%
Pequeña Hidroeléctrica	LFC	23.330	0.04%	52.988	0.02%
Pequeña Hidroeléctrica*	Permisionarios	83.492	0.14%	228.053	0.09%
Total Hidroeléctrica		376.950	0.65%	1590.566	0.64%
Geotermoeléctrica	CFE	964.500	1.66%	7057.768	2.86%
Biomasa y biogás*	Permisionarios	498.116	0.86%	819.345	0.33%
Total		1924.816	3.31%	9699.184	3.93%
Total de servicio público y permisionarios	58105.537	100%	246785	100.00%	
Participación Renovables		3.31%		3.93%	

* Incluyen proyectos Híbridos.

**Proyectos en operación al cierre del 2008.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Federal de Electricidad. Unidades Generadoras en Operación, 2008, Sistema Eléctrico Nacional (Servicio Público), 200 Edición, CFE, Marzo de 2009.

Este programa de la *SENER* deriva de un mandato de la **Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética** (28 Noviembre 2008), y su misión es la incorporación de las energías renovables a la matriz energética nacional, y tiene como visión lograr una verdadera transición energética. El uso de energías renovables, junto con otras iniciativas asociadas al uso eficiente de la energía colaborará en la reducción de emisiones del sector eléctrico.

Para cumplir las metas de capacidad de generación eléctrica por energías renovables de este Programa, se asume que se podrá contar con recursos provenientes de las Reducciones Certificadas de Emisiones por proyectos registrados ante el Mecanismo para un Desarrollo Limpio. La publicación de este Programa no afecta por consiguiente el cumplimiento del criterio de adicionalidad en relación con las acciones de mitigación.

(15) **Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables**; pag. 18-19, Página Oficial de la *SENER*, <http://www.sener.gob.mx/res/0/Programa%20Energias%20Renovables.pdf>, 27/06/2011, 14:30 hrs.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

En 2008 se contó con el apoyo del Banco Mundial para la electrificación rural con energías renovables en los estados de Oaxaca, Veracruz, Guerrero y Chiapas (en una primera etapa), mediante el “Proyecto de Servicios Integrales de Energía”. Este proyecto tuvo como propósito dotar de electricidad a un aproximado de 2,500 comunidades rurales que no contaban con servicios de energía eléctrica y que por su alto grado de dispersión y el escaso número de viviendas por comunidad, difícilmente serán integradas a la red eléctrica nacional. Se usaron tecnologías renovables que se adecuan mejor a las condiciones geográficas de la zona.

El programa contempla también el apoyo concurrente a actividades productivas asociadas a la electrificación que permitan incentivar el crecimiento y el desarrollo económico en dichas comunidades.

Del mismo modo, existe el “Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala” (PERGE) del Gobierno Federal, el cual entró en vigor en abril de 2007, y tiene como objetivo global ambiental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero así como las barreras para la interconexión de tecnologías renovables a la red eléctrica en México. Con él, se busca apoyar a nuestro país para el desarrollo de la experiencia inicial de un proyecto de energía renovable interconectado con base en criterios comerciales de 100 MW.

El “Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala” cuenta con un donativo del Banco Mundial, el cual se utilizará para:

- 1) El apoyo directo al proyecto eoloeléctrico: La Venta III, y
- 2) Asistencia técnica en:
 - a) Desarrollo de proyectos y negocios (promoción de inversiones y diseño de un sistema de permisos intercambiables de energía renovable y energía verde);
 - b) Determinación del potencial eólico (desarrollo del mapa eólico y adquisición y capacitación para la instalación y uso de estaciones anemométricas);
 - c) Planeación regional (evaluación ambiental estratégica para el sur del Istmo de Tehuantepec y desarrollo de un plan de desarrollo regional de largo plazo para dicha área);
 - d) Sistema de determinación de menor costo con consideraciones sobre la diversificación, externalidades y reducción de emisiones, e
 - e) Integración de energías renovables en los sistemas operativos, protocolos, flujo de carga y despacho.

Por otro lado, el 21 de enero de 2008 se firmó el convenio de colaboración entre la Secretaría de Energía, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Consejo Nacional de Vivienda, para coordinar el “Programa transversal de Vivienda Sustentable”, con el objeto de transformar la conceptualización y prácticas constructivas de la vivienda de interés social en México, y así contribuir a lograr su sustentabilidad ambiental y mejorar la calidad de vida de los mexicanos.



Cabe destacar que dicho convenio establece el desarrollo de criterios de sustentabilidad y recomendaciones en los principales ejes transversales como son: Energía, Agua y Residuos Sólidos. Para ello, en el rubro de energía prevé la incorporación de energías renovables y estrategias de uso racional de los recursos, con el propósito de fomentar la sustentabilidad de la vivienda, y disminuir la necesidad de incrementar la capacidad instalada.

Finalmente, el Instituto Nacional de la Vivienda para los Trabajadores cuenta con una “Hipoteca verde”, la cual comprende un crédito que incluye un monto adicional para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica, y así tener una mejor calidad de vida, generando ahorros en su gasto familiar mensual derivados de las ecotecnologías que disminuyen los consumos de energía eléctrica, agua y gas; contribuyendo al uso eficiente y racional de los recursos naturales, y al cuidado del medio ambiente.

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

⁽¹⁶⁾ Con las reformas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica publicadas en el Diario Oficial de la Federación en 1992, se permitió la producción de electricidad por particulares en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, productor independiente de energía, exportación e importación para uso propio, toda vez que no se consideran servicio público de energía eléctrica, en los términos del artículo 30 de dicho ordenamiento. Gracias a esta nueva legislación, se abrieron espacios de oportunidad para las distintas fuentes de energía renovable.

Contrato de Interconexión

En 2001 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación diversos instrumentos de regulación que consideran las características de las fuentes de energía renovable con disponibilidad intermitente, a través del “Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables”, por parte de la Comisión Reguladora de Energía.

Banco de Energía y Acreditación de Potencia

⁽¹⁷⁾ En atención a la naturaleza intermitente de las fuentes renovables de energía, el Contrato de Interconexión para Fuentes de Energías Renovables permite que la energía sobrante producida por los permisionarios en un mes determinado pueda ser vendida al suministrador en ese mismo mes que se generó, o acumulada en el Banco de Energía de la Comisión Federal de Electricidad para su aprovechamiento o venta en los siguientes 12 meses. De esta forma, los usuarios ubicados en los puntos de carga podrán disponer de dicha energía de acuerdo a sus necesidades. Igualmente, el Contrato de Interconexión reconoce la Potencia Media Suministrada en las horas de demanda máxima del sistema, por el generador renovable para el cálculo de la Demanda Facturable.

(16) **Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables**; pag. 21, Página Oficial de la SENER, <http://www.sener.gob.mx/res/0/Programa%20Energias%20Renovables.pdf>, 27/06/2011, 14:30 hrs.

(17) **Ibid**; pag 22.



Dichos instrumentos establecen las reglas para la interconexión de los proyectos con fuentes de energía renovable al Sistema Eléctrico Nacional, e incluyen reglas específicas sobre cargos de transmisión y algunos otros aspectos relacionados con la generación intermitente, cuando se utilizan fuentes renovables. Este instrumento fue modificado en enero de 2006 y julio de 2007, mejorando la viabilidad para el desarrollo de proyectos a partir de energía renovable.

Ley del Impuesto Sobre la Renta

⁽¹⁸⁾ En 2004 entró en vigor la modificación a la Ley del Impuesto Sobre la Renta, en donde se establece que los contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta que inviertan en maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables, pueden deducir 100% de la inversión en un solo ejercicio. Con el objeto de que estas inversiones no se hagan con el único fin de reducir la base gravable del impuesto, se contempla como obligación, que la maquinaria y equipo que se adquiera, se mantenga en operación durante un periodo mínimo de cinco años.

Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Desde el 28 de noviembre de 2008, las energías renovables cuentan con un marco legal específico: la *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*.

Dicha Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica. Para lograr dicho objetivo, la Ley prevé los siguientes instrumentos:

- a) *La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*, la cual comprende el instrumento encaminado a garantizar la eficiencia y sustentabilidad energéticas, a fin de fomentar la utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, y
- b) *El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables*, es el instrumento mediante el cual se establecerán las políticas públicas en la materia, determinando los objetivos para el uso de dichas fuentes de energía, y las acciones para alcanzarlas.

Legislación Ambiental y de los Recursos Naturales

⁽¹⁹⁾ Para el desarrollo de proyectos que involucren a las diferentes fuentes de energía renovable es oportuno tomar en cuenta la legislación ambiental que resulte aplicable. En el ámbito federal, particularmente incide la evaluación de impacto ambiental,

(18) **Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables**; pag. 21, Página Oficial de la SENER, <http://www.sener.gob.mx/res/0/Programa%20Energias%20Renovables.pdf>, 27/06/2011, 14:30 hrs.

(19) **Ibid**; pag. 21



el ordenamiento ecológico del territorio y las áreas naturales protegidas, previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y en el ámbito local, las disposiciones relacionadas con el uso de suelo, en todo lo relativo a la construcción, instalación y funcionamiento de su infraestructura.

El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables además de subrayar elementos sociales, económicos, ambientales y energéticos que se deben considerar para promover y acelerar el desarrollo de las energías renovables en nuestro país, establece la misión y visión de éstas, las metas específicas para su aprovechamiento, así como las líneas de acción necesarias para alcanzarlas.

El *Programa Especial para Energías Renovables (2009)* de la SENER hace énfasis en las fuentes de energías renovables, a saber: eólica, solar, minihidráulica, geotermia y biomasa. No profundiza en la oceánica porque dicha tecnología se encuentra en etapas de investigación y prueba. Asimismo, no se hace referencia a los bioenergéticos, pues no obstante que son considerados como una energía renovable por la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, ya cuentan con un marco jurídico y programático específicos, es decir el Programa de Introducción de Bioenergéticos de la Secretaría de Energía y el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Conclusiones

Como vimos el sistema eléctrico nacional se apoya de una gran gama de tecnologías existentes para generar energía eléctrica, que van desde la nuclear hasta la eólica pasando por la hidráulica, geotérmica y ciclos combinados.

Que aunque el sector Doméstico ocupa el segundo lugar en cuanto a consumo es la menos redituable en la relación usuario/costo, y la más atractiva es la de la Empresa Mediana y Gran Industria, que es a los dos sectores donde nos conviene orientar el giro de nuestro proyecto como un servicio a estos sectores.

La generación eléctrica no siempre se realiza en la entidad final donde se utilizará, sino que esta se trasmite a través de la red nacional de distribución por zonas territoriales definidas, y que la zona con mayor consumo es el norte del país donde se encuentra la mayor parte de la industria nacional.

Que México tiene programas para generar más energía eléctrica a partir de medios sustentables, que por el momento el método que se propone en este trabajo de investigación no está considerado dentro de esa gama de tecnologías a emplear.

Lo que si podemos hacer es demostrar que esta tecnología es competitiva a nivel de otras sustentables por lo tanto tomaremos como modelo de desarrollo, es decir tomaremos a las centrales eoloelectricas como análogos de generación para nosotros poder crear el esquema de generación de nuestra central eléctrica a base de celdas de combustible.



MARCO TEÓRICO:

CAPITULO 2.2:

CELIDAS DE COMBUSTIBLE

En nuestro país se produce energía eléctrica de varias maneras a través de la tecnología existente en este momento, básicamente ellas se basan en hacer girar el rotor de un generador eléctrico que funciona con electroimanes. Pero no es la única manera de generar energía eléctrica. Existe otra tecnología que tienen menos de un siglo y pertenece a la era espacial, la *Celda de Combustible*, que es un dispositivo que combina el hidrógeno y el oxígeno para producir energía eléctrica, su subproducto es agua pura.

Esta tecnología ha resultado ser eficiente, pero costosa, aun así es una opción de energía renovable, y muchos expertos se han interesado en el tema, como universidades, organismos nacionales de energía y desarrolladores, que la señalan a las celdas de combustible como el futuro de la energía no sólo para iluminar y calentar, sino también para la industria automotriz.

Esta funciona a partir de hidrógeno, no quemándolo para hacer girar un rotor, sino lo usa en un proceso electroquímico donde se libera energía eléctrica, parte de esta energía se usa para fusionar al hidrógeno con el oxígeno y formar agua, el resto de la carga se canaliza a un flujo eléctrico.

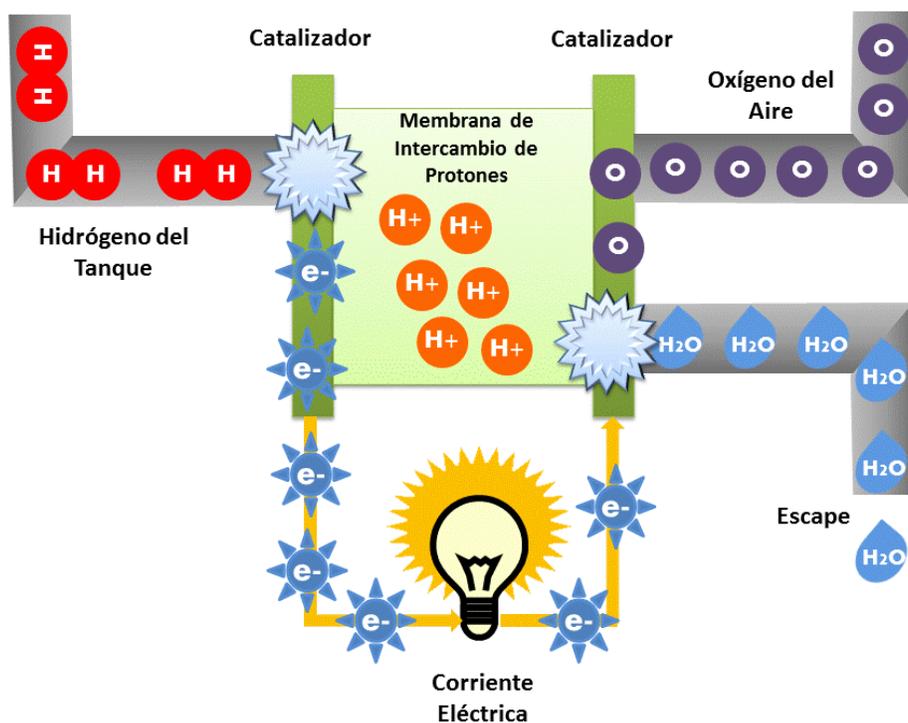


Imagen 2.2-1. Esquema del funcionamiento de una Celda de Combustible.



Básicamente se canaliza Hidrógeno puro (H_2) para entrar en contacto con una Placa Catalizadora, aquí sobre de ella se realiza la disociación de la molécula de hidrogeno, cediendo un electrón, el cual es canalizado a través de una línea eléctrica, formando protones (H^+) los cuales pasa a través de una Membrana de Intercambio de Protones hasta otra Placa Catalizadora donde recibe un electrón que viene de la línea eléctrica por el Polo Positivo de la Celda de Combustible, aquí se recombina con el Oxígeno (O) del aire y forma agua pura (H_2O).

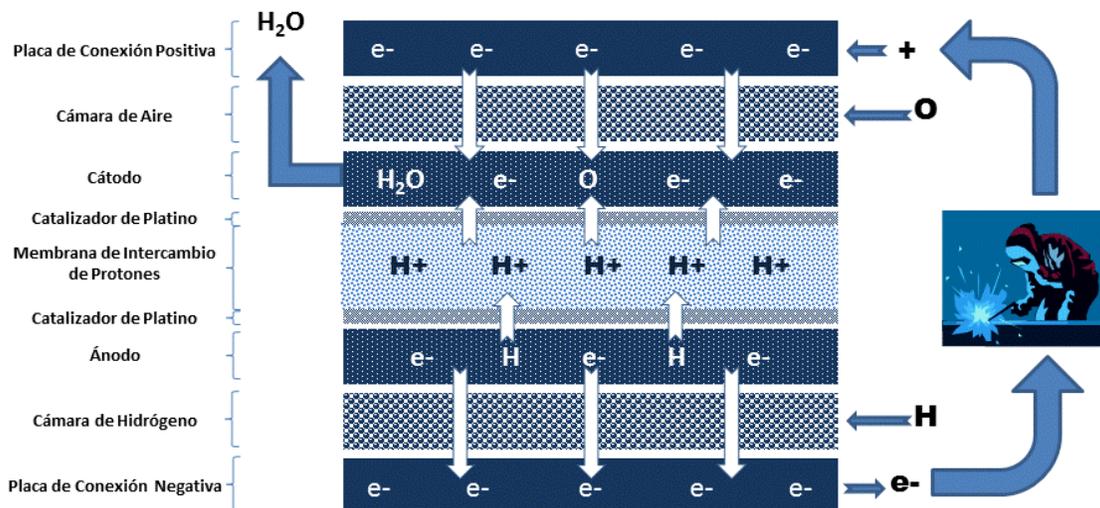


Imagen 2.2-2. Corte esquemático transversal de una celda combustible de membrana de intercambio protónico

TIPOS DE CELDA DE COMBUSTIBLE

⁽¹⁾Existen diferentes tipos de celdas de combustible, a continuación se mencionan las más comunes:

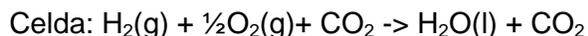
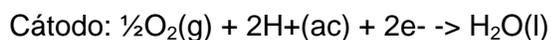
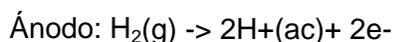
- Celdas de Combustible de Ácido Fosfórico (PAFC)
- Celdas de Combustible de Membrana de Intercambio Protónico ó Polímero Sólido (PEM)
- Celdas de Combustible de Carbonatos Fundidos (MCFC)
- Celdas de Combustible de Oxido Sólido (SOFC)
- Celdas de Combustible Alcalina
- Celdas de Combustible de Metanol Directo (DMFC)
- Celdas de Combustible Regenerativas
- Celdas de Combustible de Zinc Aire (ZAFC)
- Celdas de Combustible de Cerámico Protónico (PCFC)

(1) **Tipos de Celdas de Combustible**; Breakthrough Technologies Institute, http://worldwide.fuelcells.org/sp_base.cqim?template=sp_fctypes, 07 enero 2004, 14:00 hrs.



Celda de Combustible de Ácido Fosfórico (PAFC)

Este tipo de Celda de Combustible está disponible comercialmente hoy. Más de 200 sistemas de este tipo han sido instalados alrededor del mundo - en hospitales, casa de cuidado, hoteles, edificios de oficinas, escuelas, plantas de generación de potencia, terminales de aeropuerto, rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de agua. Las PAFCs generan electricidad a más de 40% de eficiencia – y cerca del 85% del vapor que estas generan es usado para cogeneración – esto se compara con cerca del 35% de la red de potencia en los Estados Unidos. La temperatura de operación se encuentra en el rango de 300 a 400 grados F (150 - 200 grados C). A menores temperaturas, el ácido fosfórico es un conductor iónico pobre, y puede ocurrir envenenamiento severo en el ánodo del catalizador platino (Pt) por monóxido de carbono (CO). El electrolito es ácido fosfórico líquido embebido en una matriz porosa. Una de las principales ventajas de este tipo de celda de combustible además de su cerca del 85% de eficiencia en cogeneración, es que puede utilizar hidrógeno poco puro como combustible. Las PAFCs pueden tolerar concentraciones de CO de hasta 1.5 %, lo cual amplía la elección de combustibles que pueden ser usados. Si se utiliza gasolina, el azufre debe ser removido. Desventajas de las PAFCs incluyen: utiliza platino costoso como catalizador, genera baja corriente y potencia comparada con otras celdas de combustible, y generalmente tiene un tamaño y peso grandes. Las PAFCs, sin embargo, son la tecnología de celda de combustible más madura. A través de las relaciones entre diversas organizaciones con el Instituto de Investigaciones del Gas (Gas Research Institute - GRI), plantas generadoras, compañías de servicio de energía y grupos de usuarios, el Departamento de Energía (DOE) ayudó a hacer realidad la comercialización de las celdas PAFC, producidas por ONSI (ahora UTC Fuel Cells). Las PAFCs existentes tienen salidas de hasta 200 kW y unidades de 1 MW han sido probadas.

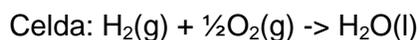
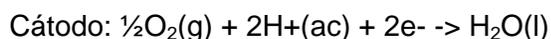


Membrana de Intercambio Protónico (PEM)

Estas celdas operan a temperaturas relativamente bajas (cerca de 175 grados F ó 80 grados C), tienen alta densidad de potencia, pueden variar rápidamente su salida de potencia para atender cambios en la demanda de potencia y son muy adecuadas para aplicaciones, -- como los automóviles – donde un arranque rápido es requerido. De acuerdo con el Departamento de Energía de EUA (DOE, Department of Energy), "son el candidato número uno para vehículos de trabajo ligero, para edificios y potencialmente para muchas aplicaciones pequeñas tal como reemplazo de baterías." La membrana de intercambio protónico es una hoja de plástico delgado que permite que iones de hidrógeno pasen a través de ella. La membrana está cubierta en ambos lados con partículas de aleación altamente dispersa (principalmente platino) que funcionan como catalizadoras. El electrolito utilizado es un polímero ácido orgánico poli-perfluorosulfónico. El electrolito sólido tiene la ventaja de reducir la corrosión y otros problemas de

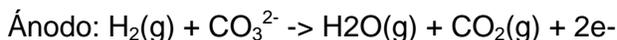


funcionamiento. El hidrógeno es alimentado en el lado del ánodo de la celda de combustible donde el catalizador promueve que los átomos de hidrógeno liberen electrones y se conviertan en iones hidrógeno (protones). Los electrones viajan en forma de corriente eléctrica que puede ser utilizada antes de regresar por el lado del cátodo de la celda de combustible donde se ha alimentado oxígeno. Al mismo tiempo, los protones se difunden a través de la membrana (electrolito) hacia el cátodo, donde el átomo de hidrógeno es recombinado al reaccionar con el oxígeno para producir agua, completando así el proceso. Este tipo de celda de combustible es, sin embargo, sensible a impurezas presentes con el hidrógeno, ya que afectaría al cátodo. La salida de la celda generalmente está en el rango de 50 a 250 kW.



Carbonatos Fundidos (MCFC)

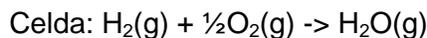
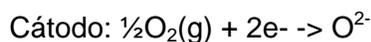
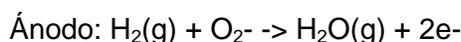
Estas celdas de combustible usan una solución líquida de carbonatos de litio, sodio y/o de potasio, embebidos en una matriz para formar un electrolito. Estas celdas prometen altas eficiencias de conversión de combustible a electricidad, cerca del 60% normalmente ú 85% con cogeneración, y operan a unos 1,200 grados F o 650 grados C. La alta temperatura de operación es necesaria para alcanzar una suficiente conductividad del electrolito. Debido a esta alta temperatura, los catalizadores de metales nobles no son requeridos para los procesos electroquímicos de reducción y oxidación en la celda de combustible. A la fecha, las celdas MCFCs han sido operadas con hidrógeno, monóxido de carbono, gas natural, propano, gas de relleno sanitario, diesel marino y productos simulados de la gasificación de carbón. Se han probado MCFCs de 10 kW hasta 2 MW usando una variedad de combustibles y están dirigidas principalmente a aplicaciones de generación de potencia estacionaria. Las celdas de combustible de carbonatos estacionarias han sido exitosamente demostradas en Japón e Italia. Las altas temperaturas de operación, tienen una gran ventaja ya que ello implica mayores eficiencias y flexibilidad para usar más tipos de combustibles y catalizadores menos costosos, ya que las reacciones para romper los enlaces entre el carbono de hidrocarburos de cadenas más largas, ocurren más rápido a medida que la temperatura se incrementa. Una desventaja a ello es sin embargo, que las altas temperaturas aumentan la corrosión y provoca la falla de componentes de la celda de combustible.





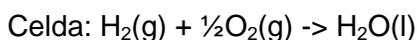
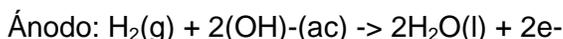
Celda de Combustible de Oxido Sólido (SOFC)

Es otra celda de combustible altamente promisoría, la cual podría ser utilizada en grandes aplicaciones de alta potencia, industrial y estaciones centrales de generación de electricidad a gran escala. Algunos fabricantes ven el uso de las celdas SOFC también en vehículos automotores y están desarrollando unidades de potencia auxiliares con este tipo de celda de combustible (APUs). Un sistema de óxido sólido generalmente utiliza un material cerámico de óxido de zirconio sólido y una pequeña cantidad de itria, en lugar de un electrolito líquido, permitiendo que las temperaturas de operación alcancen los 1,800 grados F o 1000 grados C. Las eficiencias de operación podrían alcanzar el 60% y 85% con cogeneración y la salida de la celda hasta 100 kW. Un tipo de SOFC usa un arreglo de tubos de metros de largo, y otras variaciones incluyen un disco comprimido que parece la tapa de una lata de sopa. Los diseños tubulares de celdas SOFC están más próximos a su comercialización y están siendo producidos por varias compañías alrededor del mundo. Los proyectos demostrativos de la tecnología tubular de SOFC han producido tanto como 220 kW. Japón tiene dos unidades de 25 kW en línea y una planta de 100 kW está siendo probada en Europa.



Celda de Combustible Alcalina

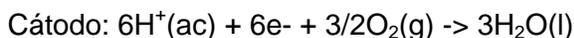
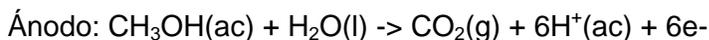
Estas celdas, usadas durante mucho tiempo ya por las misiones espaciales de la NASA, pueden alcanzar eficiencias de generación de potencia de hasta 70 %. Fueron usadas en las naves Apolo para proveer electricidad y agua para beber. Su temperatura de operación es de 150 a 200 grados C (unos 300 a 400 grados F). Utilizan una solución acuosa alcalina de hidróxido de potasio embebida en una matriz como electrolito. Esto es ventajoso pues la reacción del cátodo es más rápida en un electrolito alcalino, lo que significa mayor desempeño. Hasta recientemente fueron muy costosas para aplicaciones comerciales, pero muchas compañías están examinando medios para reducir costos y mejorar la flexibilidad en su operación. Típicamente tienen una salida de celda de 300 watts a 5 kW.





Celdas de Combustible de Metanol Directo (DMFC)

Estas celdas son similares a las celdas PEM ya que ambas usan una membrana de polímero como electrolito. Sin embargo, en las celdas DMFC el catalizador del ánodo mismo obtiene el hidrógeno del metanol líquido, eliminando la necesidad de un reformador de combustible. Las eficiencias se espera sean de alrededor del 40% con este tipo de celdas de combustible, las cuales típicamente operan a una temperatura de entre 120-190 grados F ó 50 -100 grados C. Este es un rango de temperaturas relativamente bajo, haciendo a este tipo de celda atractiva para aplicaciones desde muy pequeñas hasta tamaños medios, por ejemplo energizar teléfonos celulares y laptops. Mayores eficiencias pueden obtenerse a mayores temperaturas. Sin embargo, un problema serio, es el permeado del combustible desde el ánodo hacia el cátodo sin generar electricidad. No obstante, muchas compañías han dicho haber resuelto este problema. Estas se encuentran trabajando con prototipos de DMFC utilizados para energizar equipo militar electrónico en campo.



Celdas de Combustible Regenerativas

Aún un miembro muy joven de la familia de celdas de combustible, las celdas regenerativas serían muy atractivas como un tipo de generación de potencia de ciclo cerrado. El agua es separada en hidrógeno y oxígeno mediante un electrolizador solar. El hidrógeno y el oxígeno alimentados en la celda de combustible generan electricidad, calor y agua. El agua es entonces recirculada de regreso hacia el electrolizador alimentado con energía solar y el proceso comienza de nuevo. Estos tipos de celda de combustible están siendo investigados por la NASA y otros a nivel mundial.

Celdas de Combustible de Zinc-Aire (ZAFC)

En una celda de combustible zinc-aire típica, hay un electrodo de difusión de gas, un ánodo de zinc separado por un electrolito y separadores de un tipo de forma mecánica. El electrodo GDE es una membrana permeable que permite el paso del oxígeno atmosférico. Después de que el oxígeno ha sido convertido a iones hidroxilo y agua, los iones hidroxilo viajarán a través de la membrana y alcanzarán el ánodo de zinc. Aquí, el ión reacciona con el zinc formando óxido de zinc. Este proceso genera un potencial eléctrico; cuando un grupo de celdas ZAFC son conectadas, el potencial eléctrico combinado de las mismas puede ser usado como fuente de poder eléctrica. Este proceso electroquímico es muy similar al de una celda tipo PEM, pero el reabastecimiento de combustible y comparte ciertas características con las baterías. Metallic Power está



trabajando con celdas ZAFCS que contienen un "tanque de combustible" con cinc y un refrigerador de cinc automática y silenciosamente regenera el combustible. En este sistema de ciclo cerrado, se genera electricidad, cinc y oxígeno son mezclados en presencia de un electrolito (como una PEMFC), generando óxido de zinc. Una vez que el combustible se ha gastado, el sistema es conectado a la red y el proceso es revertido, dejando una vez más pelets de combustible de zinc puro. La clave está en que el proceso de reversión solamente toma unos 5 minutos para completarse, así el tiempo de recarga de baterías no es un problema en este sistema. La ventaja mayor que la tecnología de zinc-aire tiene sobre otras baterías es su alta energía específica, la cual es un factor clave que determina el tiempo de duración de una batería con respecto a su peso. Cuando las celdas ZAFCS son usadas para energizar vehículos eléctricos (EVs), han probado grandes distancias de manejo entre cada reabastecimiento de combustible, mayores que baterías para EV de similar peso. Más aún, debido a la abundancia de zinc sobre la tierra, los costos del material para las celdas ZAFCS y las baterías zinc-aire son bajos. De allí, que la tecnología zinc-aire tenga un potencial amplio de aplicaciones, desde EVs, equipo electrónico hasta militar. Powerzinc en el sur de California actualmente comercializa su tecnología zinc/aire para un número de diferentes aplicaciones.

Celdas de Combustible de Cerámico Protónico (PCFC)

Este nuevo tipo de celda de combustible está basado en un material de electrolito de cerámico protónico que presenta una alta conductividad protónica a elevadas temperaturas. Las celdas PCFCs comparten las ventajas térmicas y cinéticas de la operación a alta temperatura de 700 grados Celsius con las celdas de carbonatos fundidos y de óxido sólido, al mismo tiempo que muestra los beneficios intrínsecos de la conducción protónica en electrolitos de celdas poliméricas y de ácido fosfórico (PAFCs). La alta temperatura de operación es necesaria para alcanzar la alta eficiencia eléctrica del combustible con combustibles a base de hidrocarburos. Las celdas PCFCs pueden operar a altas temperaturas y oxidan electroquímicamente combustibles fósiles directamente en el ánodo. Esto elimina el paso intermedio de producción de hidrógeno mediante costos reformadores. Las moléculas gaseosas del combustible de hidrocarburo son absorbidas sobre la superficie del ánodo en presencia de vapor de agua, y átomos de hidrógeno y los átomos de hidrógeno son eficientemente arrancados para ser absorbidos hacia el electrolito, produciendo como producto principal de reacción dióxido de carbono. Adicionalmente, las celdas PCFCs tienen un electrolito sólido que no se "seca" como en las celdas PEM, ni puede fugarse líquido como con las celdas PAFCs.

LA SITUACIÓN ACTUAL

Alrededor del mundo muchas compañías, laboratorios e investigadores en Norteamérica, Europa y Asia desarrollan Celdas de Combustible y métodos para obtener hidrógeno para alimentarlas. Sin embargo en su mayoría se siguen desarrollando como producto para consumidores individuales.

Algunas celdas de combustible funcionan utilizando hidrógeno obtenido de combustibles fósiles en vez de hidrógeno electrolizado puro (obtenido de la separación del agua por medio de la electrólisis). A precios actuales, es más económico producir hidrógeno utilizando los combustibles fósiles que hacerlo por medio de la electrólisis. Sin



embargo, los combustibles fósiles no serán baratos ni abundantes en el futuro, ya que muchas reservas de petróleo se estiman se agotarán entre los próximos 20 y 50 años. Además, el proceso de obtener y transformar estos combustibles en hidrógeno para su uso en celdas de combustible no evita el problema de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. El Hidrógeno puede ser obtenido de forma sostenible lo que nos ofrece una solución energética a nuestros problemas.

Como vimos hay varias clases de celda de combustible, cada una con características especiales que las hacen apropiadas para aplicaciones específicas. Las celdas de combustible de las clases carbonato derretido, ácido fosfórico y óxido sólido, por ejemplo, funcionan muy eficientemente a temperaturas elevadas y son ideales para impulsar plantas de energía grandes y centralizadas que operan por largos períodos con cargas constantes.

En cambio, las celdas de combustible de membrana de intercambio protónico (PEM) funcionan a bajas temperaturas y se prenden rápidamente; por eso, son apropiados para el uso en vehículos y generadores de energía en pequeña escala para casas. Incluso algunos investigadores están desarrollando micro-celdas de combustible PEM para impulsar aparatos tan pequeños como los teléfonos celulares y las computadoras portátiles.

EL PRECIO QUE DEBEMOS PAGAR

¿Por qué todavía no vemos celdas de combustible en cada casa y automóvil? ⁽²⁾ El obstáculo mayor es el gran costo inicial. Los sistemas de celda de combustible para 2004 los costos eran de por lo menos \$5 000 USD por kilovatio, y era muy difícil encontrarlos a precios más moderados. El costo tendrá que rebajarse hasta \$1 500 USD o menos para competir con las otras tecnologías para la generación de energía eléctrica. En el futuro ocurrirán cuatro cosas que van a hacer la energía de hidrógeno más atractiva económicamente, la producción a gran escala; la conciencia sobre el uso de energía, los avances en la investigación de celdas, la inversión en tecnologías sustentables. Los avances técnicos en las celdas de combustible van a resultar en la producción de mayor potencia a menor costo.

LA PRODUCCIÓN EN GRAN ESCALA VA A REDUCIR EL COSTO POR UNIDAD

Con los aumentos en el costo del petróleo, el hidrógeno se puede convertir en un combustible más accesible en comparación. Además con el tiempo iremos tomando más atención respecto a la eficiencia y uso de la energía, reduciendo la cantidad empleada por persona, haciendo más factible la adopción de tecnologías sustentables, que en un inicio fueron relativamente costosas, como las celdas de combustible.

La tendencia a economizar las tecnologías sustentables tiene dos intenciones, una el poderlas hacer más accesibles al público en general reduciendo costos, y evitar deterioro ambiental.

(2) **La cadena del Hidrógeno Solar: 2050 DC**, <http://home.worldonline.es/ferorbis/pages/hidroq.htm>, 07 enero 2004, 14:00 hrs.



CELIDAS DE COMBUSTIBLE Y EL MUNDO EN DESARROLLO

Para naciones en desarrollo, hay buenas y malas noticias respecto al uso de las celdas de combustible, ya que tanto estas como el hidrógeno son muy portables, y el hidrógeno se puede generar y usar virtualmente en cualquier lugar. La tecnología de las celdas de combustible va a ser especialmente útil en regiones donde el sistema eléctrico central no es confiable o donde no lo hay, por ejemplo zonas rurales o campamentos de investigación. ⁽³⁾El Centro de Investigaciones de Energía Schatz ha fabricado sistemas de celda de combustible portátiles y completos que proveen hasta 200 V y caben en una caja de sólo 40 cm por cada lado. Estos sistemas podrían proveer energía para clínicas médicas móviles, científicos o ingenieros trabajando en el campo, o casas rurales.

La mala noticia es el alto costo, las celdas de combustible todavía están económicamente fuera del alcance de los consumidores de energía en los países ricos, y eso quiere decir que van a pasar algunos años hasta que la tecnología esté ampliamente disponible y económica en los países en desarrollo.

Estas son una fuente de energía segura, renovable y confiable que funciona mejor en aplicaciones de pequeña escala, por ejemplo en casas o aldeas. Pero se pueden utilizar en gran escala y centralizada, tal como hemos estado acostumbrados producir y distribuir electricidad durante los últimos 100 años.

LA CARRERA POR LAS CELIDAS DE COMBUSTIBLE

⁽⁴⁾Otros países industrializados ya han empezado a invertir en investigación y desarrollo de estas tecnologías, para dar un ejemplo daremos los siguientes datos:

Estados Unidos: El gobierno federal gastó \$2.7 billones de 2003 a 2008 en investigación y desarrollo de tecnología de hidrógeno y celdas de combustible, así como automóviles avanzados.

Comunidad Europea: La CE gastó \$3.3 billones de 2003 a 2006 en energía renovable – principalmente hidrógeno y celdas de combustible.

Japón: el gobierno gastó más de \$380 millones al año a partir de 2003 en investigación de celdas de combustible, desarrollo y comercialización.

Canadá tiene la mayor concentración de patentes de celdas de combustible, especialistas, servicios, y sistemas de financiamiento de esta tecnología.

⁽⁵⁾En nuestro país, se conformó, en junio de 1999 la Sociedad Mexicana del Hidrógeno A.C. cuya finalidad es la de promover el uso de hidrógeno como combustible; entre las principales acciones es la de organizar diversos foros y eventos académicos

(3) **La cadena del Hidrógeno Solar; 2050 DC**, <http://home.worldonline.es/ferorbis/pages/hidroq.htm>, 07 enero 2004, 14:00 hrs.

(4) **Canadian Fuel Cell, Commercialization Roadmap**”; Government of Canada, Fuel Cells Canada, Pricewaterhouse Coopers; Marzo 2003, pag. 1-707.

(5) **La Red Nacional del Hidrógeno, una asociación civil**, Salvador Landeros A., Página WEB del CONACYT, <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/194/articulos/tecnologiadelhidrogeno/Rednacional01.html>, 18 agosto 2011. 19:30 hrs.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

tanto nacionales como internacionales, en los cuales participan académicos e industriales de la industria del hidrogeno en el país. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través de su Facultad de Ingeniería y de la Academia de Ingeniería, inició en marzo de 2003 la formación de la Red Nacional del Hidrógeno (RNH₂) y quedo conformada para 2005, ⁽⁶⁾en ella participan 31 instituciones educativas e instancias del sector público y privado, como la Facultad de Ingeniería, el Programa Universitario de Energía, y los centros de Investigaciones en Materiales Avanzados y de Investigación en Energía, de la UNAM. Asimismo, la Comisión Federal de Electricidad, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Grupo Carso, IPN, Instituto Mexicano del Petróleo, Sociedad Nuclear Mexicana, Academia de Ingeniería, Instituto Mexicano del Transporte, Luz y Fuerza del Centro, Pemex, UAM, Total Energy H2 y la Secretaría de Energía, entre otras.

Su objetivo es impulsar en el territorio mexicano la incorporación del hidrógeno como vector energético importante para lograr la transición hacia una economía soportada en energía limpia y sustentable mediante proyectos productivos, de investigación, de desarrollo tecnológico y de comercialización.

Podemos optar por hacer alianzas con nuestros socios comerciales (EUA, Canadá, Comunidad Europea, y Japón) basados en los acuerdos del Protocolo de Kyoto y obtener financiamiento, tecnología y compartir información para generar nuestros propios recursos.

Ya contando con recursos, ya sean financieros o tecnológicos, podremos usar esta tecnología dentro del marco de la legislación mexicana, que permite a los particulares generar y vender energía eléctrica al Estado o a usuarios cuyo consumo rebase el mínimo establecido en la Ley, mientras que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) sigue prestando el servicio público de energía eléctrica como lo ha venido haciendo hasta hoy. A partir de la reforma a los artículos 27 y 28 de la Constitución, la construcción y operación de nuevas plantas generadoras de energía pueden ser adjudicadas a la inversión privada mediante concursos.

Y aunque en este momento las celdas de combustible sólo es tratada por investigadores y estudiosos como tecnología unicelular, es decir que sean independientes unas de otras para que sólo alimenten a una o algunas unidades de vivienda o industria. En la práctica se ha visto que las ecotecnías también se llegan a ejecutar como tecnologías de generación eléctrica centralizada. Es decir que la energía es obtenida dentro de ellas en grandes cantidades y luego distribuida mediante redes de suministro de alta, media y baja tensión. Y de esta manera llegan a ser rentables e incrementa el interés, aplicación e investigación sobre ellas.

Por ejemplo tenemos las centrales eléctricas que se han estado construyendo tanto en nuestro país como en el mundo, como la central de energía solar de ⁽⁷⁾Okhotnykovo, situada en Crimea, Ucrania (2011) que trabaja a base de celdas fotovoltaicas, alcanzando una tasa de producción anual de 100,000 MWh y que reducirá 80,000 toneladas de emisiones de CO₂; o los parque eólicos en nuestro país como el de la Rumorosa (2010) en Tecate, Baja California Norte y el Parque Eurus (2009) construido

(6) **Conforman en la UNAM la Red Nacional de Hidrógeno.** Gustavo Ayala, Gaceta UNAM, No. 3811, 25 de Mayo de 2005, pag. 3-4., UNAM, México DF, <http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050526/gaceta.pdf>, 18 agosto 2011 19:40 hrs.

(7) **Ucrania abre la mayor central de energía solar fotovoltaica de Europa.** Página Web REVE Regulación Eólica con Vehículos Eléctricos, http://www.evwind.com/noticias.php?id_not=10159, 01 septiembre 2011, 11:33 hrs.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

en La Ventosa, Oaxaca que funcionan a partir de generadores eólicos. De esta misma manera con este trabajo se pretende desarrollar una central eléctrica a base de celdas de combustible y dar un empuje a esta ecotecnía logrando de paso una mejora ambiental.



MARCO TEÓRICO:

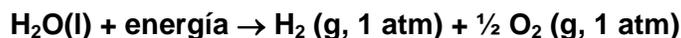
CAPITULO 2.3:

OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO

⁽¹⁾El hidrógeno no es usado frecuentemente como una fuente primaria de energía, generalmente se usa para quemarlo, pero no es la manera más eficiente de usarlo por la poca energía que produce cuando entra en combustión. Además no es un combustible que por lo general se extraiga directamente de la tierra como el gas natural. Existen varias maneras de obtener hidrógeno y a continuación veremos algunas de ellas.

CÉLULAS ELECTROQUÍMICAS Y FOTOELECTROQUÍMICAS (Electrólisis)

Una manera de obtenerlo es a partir del agua, dividiéndola en sus componentes utilizando un electrolizador, aparato que conduce una corriente eléctrica continua mediante un par de electrodos y sumergidos en agua. El electrodo conectado al polo positivo se conoce como ánodo, y el conectado al negativo como cátodo. Cada electrodo atrae a los iones de carga opuesta. Así, los iones negativos, o aniones, son atraídos y se desplazan hacia el ánodo (electrodo positivo), mientras que los iones positivos, o cationes, son atraídos y se desplazan hacia el cátodo (electrodo negativo). Por lo tanto en el cátodo se desprende el gas Hidrógeno, mientras que por el ánodo se desprenderá el gas Oxígeno. ⁽²⁾Se basan en el siguiente proceso químico:



La energía necesaria para romper de este modo la molécula de agua es de 1.23 eV, esta energía se transmite al agua a través de electrodos (semiconductores y/o metálicos) introducidos en el líquido a los que se aplica o con los que se consigue una diferencia de potencial mayor de 1.23 V (para suplir pequeñas pérdidas y conseguir una velocidad apreciable para el proceso).

Este proceso también se lleva a cabo en dos tipos de dispositivos, uno llamado célula electroquímica que separa los átomos del agua en oxígeno e hidrógeno con energía es eléctrica y el otro célula fotoelectroquímicas que usa energía luminosa en un semiconductor que al ser iluminado genera una diferencia de potencial entre sus capas y esto divide la molécula de agua.

Si el agua no es destilada, la electrólisis no sólo separa el oxígeno y el hidrógeno, sino los demás componentes que estén presentes en el agua como sales, metales y algunos otros minerales (lo que hace que el agua conduzca la electricidad no es el puro H₂O, sino los minerales que hay en ella, si el agua es destilada y 100% pura, no tiene conductividad.)

(1) **Hidrógeno y celdas de combustible**; Richard Engel, <http://www.uchile.gob.ch/hidrogenoyceldas.htm>, 07 enero 2004, 10:00 hrs.

(2) **La cadena del Hidrógeno Solar**; 2050 DC, <http://home.worldonline.es/ferorbis/pages/hidrog.htm>, 07 enero 2004



CÉLULAS DE MEMBRANA DE INTERCAMBIO DE IONES O DE ELECTROLITO POLIMÉRICO SÓLIDO (SPE, solid polymer electrolyte)

Es la técnica utilizada actualmente para producir hidrógeno de muy alta pureza para usos de investigación química. No es una técnica barata pero, dado que no es necesaria tanta pureza para usos energéticos, se está intentando abaratar.

Las membranas de intercambio de protones son membranas de polímeros que al introducidas en agua rompen el equilibrio electroquímico de esta para producir hidrógeno (H_2) y ozono (O_3); cuando el ánodo tiene contacto con el agua un átomo de hidrógeno logra un gradiente positivo separándose de la molécula de agua ($H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$), agregando una carga eléctrica a través del ánodo el otro átomo de hidrógeno se separa de la molécula de hidroxilo (OH^-), el átomo de oxígeno restante se combina con otros dos para formar ozono (O_3), los átomos de hidrógeno (H^+) pasan a través de la membrana y al entrar en contacto con el cátodo obtienen aporte energético y forman gas hidrógeno (H_2).

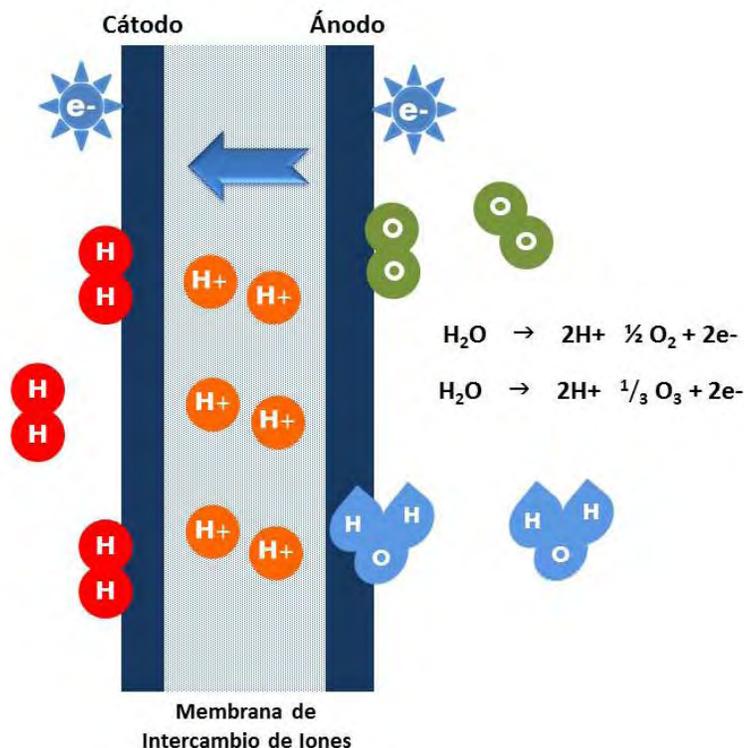


Imagen 2.3-1. Esquema del funcionamiento de una Membrana de Intercambio de Iones.

BIOFOTOLÍTICA

⁽³⁾La producción de hidrógeno por *biofotólisis*, también citada como *fotodisociación* biológica del agua, se refiere a la conversión de agua y energía solar (utilizada) a hidrógeno y oxígeno usando microorganismos, comúnmente microalgas y/o cianobacterias.

(3) **Producción Biofotolítica de Hidrógeno:** Orlando Jorquera C.,
<http://cabierta.uchile.cl/revista/16/articulos/paper5/>, 07 enero 2004, 14:35 hrs.



Durante la década pasada se realizaron significativos avances en este campo, tanto en la caracterización bioquímica de los microorganismos que producen hidrógeno (Melis, 2000; Rocheleau, 1999, Baroli, 1998) bajo condiciones adecuadas (anaerobiosis y separación temporal en la producción de oxígeno e hidrógeno), como en el manejo fisiológico de los cultivos (Melis, 2000; Polle, J.E.W., 2000; Ghirardi M.L., 2000; Wykoff, D.D., 1998). Además, se han propuesto diseños de fotobioreactores (reactores en que se desarrollan reacciones biológicas controladas, que son cerrados pero que permiten la interacción del material biológico con radiación luminosa) más eficientes para la obtención de biomasa con rendimientos que bordean el 10 % en términos de la energía radiante recibida *versus* la expresada como hidrógeno (Morita. M., 2000; Morita, M., 2000; Janssen, M., 2000; Janssen M., 2000).

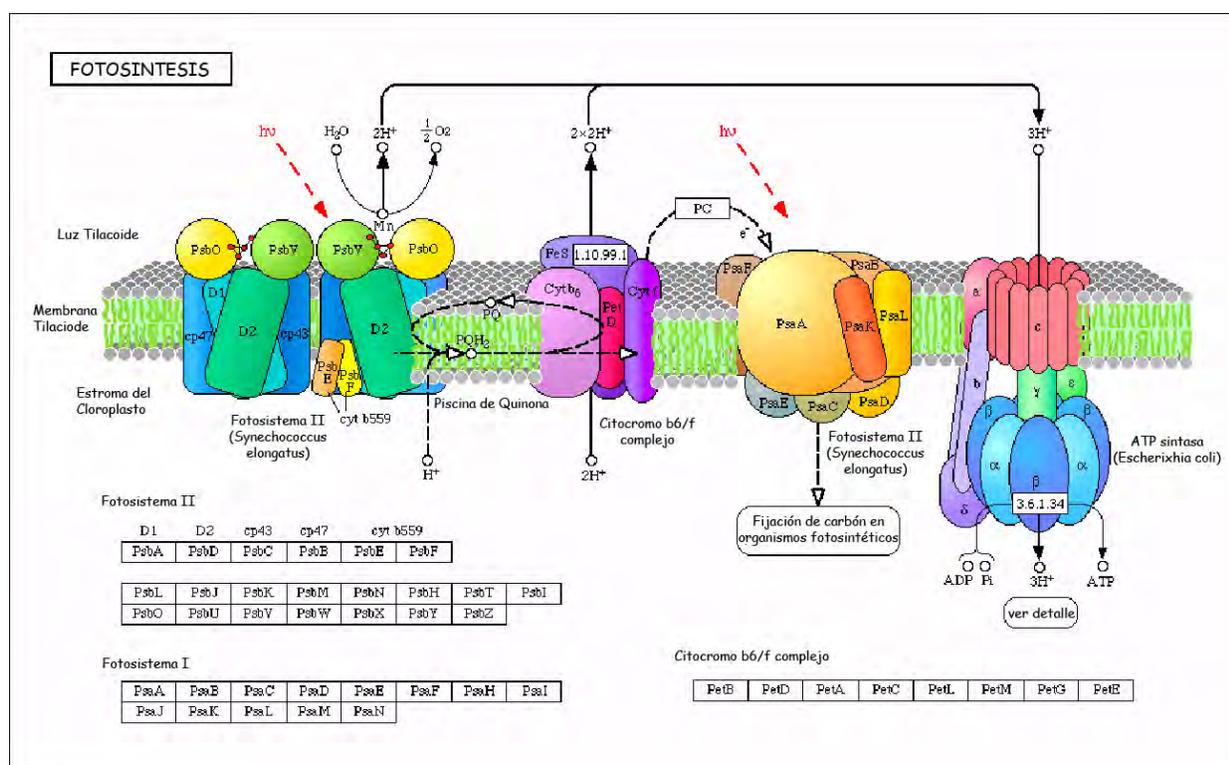


Imagen 2.3-2. Esquema del mecanismo fotosintético en el cual se genera poder reductor (NADPH) y ATP para la posterior fijación de CO₂; tomada de <http://www.genome.ad.jp:80/kegg/pathway/map/map00195.gif>

La producción de hidrogeno por microalgas fotoautótrofas (se producen a sí mismas a partir de luz y CO₂) se basa en la utilización de la energía solar para la fotodisociación del agua y la consecuente transferencia de electrones en una cadena transportadora de ellos ubicada en estructuras como los tilacoides, tanto para cianobacterias como para microalgas (imagen 2.3-2). En la membrana de estas estructuras está la maquinaria fotosintética. Esta "maquinaria" consiste de una serie de proteínas y compuestos que en último término transportan los electrones desde el agua hacia moléculas como NADH y el H₂. Las proteínas (enzimas) que se encuentran en el proceso fotosintético bajo condiciones aeróbicas son:

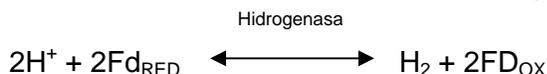
- Fotosistema II (PSII)
- Complejo b6f



- Fotosistema I (PSI)
- Ferredoxina (Fd)
- NADH reductasa
- Transportadores asociados como:
 - Plastoquinona (PQ)
 - Plastocianina (PC).
- Pigmentos: clorofilas a y b

Bajo condiciones anaerobias (sin oxígeno disuelto) se expresa la hidrogenasa (enzima que produce H₂) que se une a la ferredoxina, para catalizar la conversión de dos protones (2H⁺) a hidrógeno gaseoso (H₂).

La transferencia de electrones bajo las condiciones descritas anteriormente, realiza la producción de hidrógeno mediante la enzima hidrogenasa, enzima reversible, la cual bajo ciertas condiciones anaerobias es capaz de reducir los protones a hidrogeno, oxidando ferredoxina en su estado reducido a su estado oxidado según:



En condiciones aeróbicas (con oxígeno disuelto en el medio de cultivo), parte del flujo de electrones es utilizado para generar "poder reductor" (expresado en la molécula NADH) que es utilizado por el microorganismo para fijar CO₂, con la consecuente producción de carbohidratos y biomasa. Simultáneamente, este transporte de electrones permite el flujo, a través de la membrana tilacoidea, de los protones que posteriormente son utilizados por una ATP-asa, generando ATP que será utilizado para posteriores transfosforilaciones.

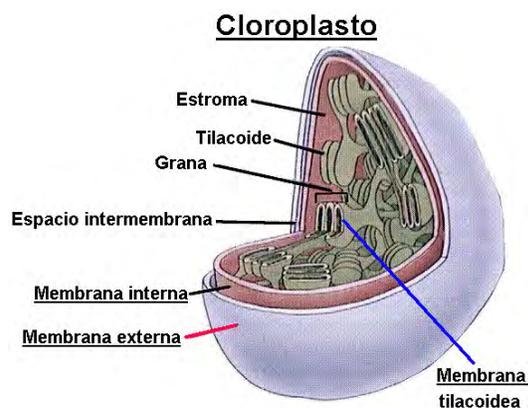


Imagen 2.3-3. Esquema de un cloroplasto presente en microalgas (eucariontes) con sus estructuras internas y la presencia de tilacoides, lugar donde se encuentra la maquinaria fotosintética. Se puede ver por un corte visualizado por microscópica electrónica de transmisión la disposición de los tilacoides (grana).

La producción de hidrógeno gaseoso a partir del agua, mediante esta fenomenología requiere manipular la secuencia de reacciones bioquímicas, interactuando con la célula completa (pero sin modificarla en principio), en alguna modalidad que obligue la aparición de gas hidrógeno que, de ser dejado al sistema natural, no sería producido en absoluto hacia el medio exterior a la célula. Se han popularizado dos alternativas tecnológicas, a un nivel solamente de laboratorio y de algunos ensayos piloto.



En el primer proceso, la producción de oxígeno fotosintético, con la consecuente acumulación de carbohidratos, está separada de la producción de gas hidrógeno, tanto temporal como espacialmente. Este es un proceso de dos estados: el CO₂ es primero fijado a sustratos ricos en H₂-endógeno durante fotosíntesis oxigénica normal (estado 1), seguido por generación de hidrógeno molecular cuando las microalgas son incubadas en condiciones anaeróbicas (estado 2). Este enfoque requiere, por ende, de un sistema de cultivo y de otro sistema aparte para la generación de hidrógeno.

La segunda aproximación está relacionada con la producción de oxígeno fotosintético y gas hidrógeno simultáneamente. En este caso los electrones son liberados de la oxidación del agua y son conducidos a la hidrogenasa sin estar mediado la fijación de CO₂ ni el almacenamiento de energía como metabolitos celulares. Este mecanismo en el proceso de generación de H₂ ha resultado superior al proceso de dos estados, ya que se han obtenido eficiencias de conversión de energía (luminosa a gas hidrógeno) de un 5 a un 10% (del orden de magnitud de la eficiencia de celdas fotovoltaicas. Sin embargo, este proceso "de un estado" tiene limitaciones principalmente por la inhibición de la hidrogenasa por el oxígeno que es producido por la disociación del agua por el PS II.

La producción biofotolítica dista mucho aún de expresarse comercialmente, pues requiere de un significativo avance científico (cómo ocurre) y tecnológico (cómo intervenir la maquinaria bioquímica).

OBTENCIÓN DE HIDRÓGENO POR GAS METANO

⁽⁴⁾ Si bien la producción biológica de hidrógeno hecha por microorganismos, ha sido en las últimas dos décadas un campo de activa investigación tanto aplicada como básica, aun es más frecuente la producción industrial del hidrógeno a través de la hidrólisis eléctrica de agua o por reacciones químicas desde gas metano, este último frecuentemente obtenido de fuentes fósiles, aunque también se obtiene producido por microorganismos:



El problema con el proceso de generar hidrógeno a partir de gas metano es la extracción de este a partir de combustibles fósiles, ya que derivado de este proceso hay generación de toneladas de CO₂ y el gas metano es parte de los gases etiquetados en el Protocolo de Kyoto para su disminución en la actividad humana.

REFORMACIÓN CATALÍTICA

⁽⁵⁾ Es un proceso usado en la industria de la refinación de productos petroquímicos, aunque también se usa obtener hidrógeno a partir de gases hidrocarburos y etanos. En el

(4) **Producción Biofotolítica de Hidrógeno:** Orlando Jorquera C., <http://cabierta.uchile.cl/revista/16/articulos/paper5/>, 07 enero 2004, 14:35 hrs.

(5) **Refinación de hidrocarburos.** Pagina web de LECTODRYER, http://www.lectrodyer.com/es_hydrocarbon.shtml, 18 diciembre 2011, 18:15 hrs.



proceso se usan placas de metal activas en combinación con gases inertes para obtener hidrógeno. Todas las reacciones de reformación catalítica producen grandes cantidades de hidrógeno. Las aplicaciones para un sistema de adsorción son: secar y purificar hidrógeno reciclado, secar y desulfurizar el almacenamiento de alimentación de nafta, secar el gas de regeneración de la generación de gas inerte, secar gas de regeneración reciclado y, purificar el hidrógeno producido durante la reformación para venta u otra aplicación de refinería.

PIRÓLISIS

⁽⁶⁾ Por lo que corresponde a hidrocarburos, además del reformado, existe una línea química alternativa para producir hidrógeno, basada en la pirólisis, que es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno. En este caso, no produce ni dioxinas ni furanos. Su nombre proviene del griego piro (fuego) y lisis (rotura). En la actualidad hay una tecnología muy eficiente en Inglaterra que puede tratar todo tipo de residuos.

La pirólisis extrema, que sólo deja carbono como residuo, se llama carbonización. La reacción es más difícil de dominar tecnológicamente, a pesar de ser menos endotérmica que el reformado. En concreto, la reacción necesita exactamente el calor de formación del hidrocarburo, que es el liberado cuando se forma éste a partir de sus elementos químicos.

Para el metano, la energía absorbida por la reacción de descomposición es de 18 kcal/mol CH_4 (75 kJ/mol); 20.2 kcal/mol para el etano; 24.8 kcal/mol para el propano, y 30 kcal/mol para el butano. El mayor inconveniente de estas reacciones es que requieren muy altas temperaturas, y se producen con un solo reactivo (es decir, no por combinación con otro, como es el caso del reformado). Las moléculas se escinden realmente cuando chocan, muy aceleradamente, con una pared muy caliente, por encima de 700 °C.

ALMACENAMIENTO DEL HIDRÓGENO GENERADO

⁽⁷⁾ Esta es la parte más complicada y necesita más investigación para hacerla más eficiente. El Hidrógeno tiene la mayor relación energía/peso de los combustibles actuales (39,4 Kw/h por Kg), 1 gramo de H_2 ocupa un volumen de 11 litros a presión atmosférica. Actualmente, el hidrógeno para usos químicos se comprime a varios cientos de atmósferas y se almacena en depósitos de alta presión. En forma líquida, el hidrógeno sólo puede ser mantenido a temperaturas muy bajas, lo cual no es práctico ya que se requiere de mucha energía y recursos para mantenerlo así.

El almacenamiento del hidrógeno es un problema íntimamente relacionado con sus propiedades físicas y químicas. En forma gaseosa, a presión, requiere de grandes

(6) **El paso de la combustión convencional a la economía del hidrógeno**; J.M.Martínez-Val Píera, http://www.energiasostenible.net/emision_cero_02.htm, 18 diciembre 2011, 14:35 hrs.

(7) **Hidrógeno y desarrollo energético sostenible**; Juan M. Bermúdez, <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia01/HTML/articulo13.htm>, 07 enero 2004, 18:15 hrs.



volúmenes de almacenamiento, con el consiguiente gasto de materiales para la construcción de recipientes.

El hidrógeno líquido requiere volúmenes para el almacenamiento mucho menores, pero consume grandes cantidades de energía (casi el 30% de la energía que se utiliza en la producción). Otro método de almacenamiento lo constituye la formación de hidruros metálicos o no metálicos. De esta forma pueden almacenarse grandes cantidades de hidrógeno en pequeños volúmenes.

Asimismo se está llevando a la práctica la acumulación del hidrógeno mediante su síntesis en productos como el metanol⁽⁸⁾, que es un compuesto químico también conocido como alcohol metílico o alcohol de madera, es el alcohol más sencillo. A temperatura ambiente se presenta como un líquido ligero (de baja densidad), incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible. Su fórmula química es CH₃OH (CH₄O).

El biometanol es metanol obtenido de forma orgánica, y en la industria relacionada con la producción de vino este proviene de la desmetilación enzimática de las pectinas presentes en la pared celular de la uva y, por consiguiente, su concentración en los vinos estará determinada por la concentración de pectinas en el mosto, que depende de la variedad de uva que se emplee, la concentración de enzimas y el grado de actividad de estas últimas.

En las investigaciones para usar el metanol para las celdas de combustible se estudia su extracción a partir de productos vegetales e integraría un proceso de generación natural ecológica y sostenible.

Al ser rico en hidrógeno y líquido a temperatura ambiente, permite ser almacenarlo para su utilización como combustible.

Para el hidrógeno puro no existe aún un método que resuelva completamente el problema del almacenamiento, ya que para hacerlo se necesitan de procesos industriales que llevan al uso de muchos recursos.

Aun el metanol presenta la desventaja de que no se puede usar como tal en la mayoría de la celdas de combustible, en ciertos casos se tiene que transformar en hidrógeno puro, lo que conlleva un segundo proceso de transformación.

Cada tipo de almacenamiento se emplea, según las posibilidades y su utilización final que va a tener el hidrógeno y los recursos con que podamos contar.

(8) **Metanol**: Wikipedia la Enciclopedia Libre, <http://es.wikipedia.org/wiki/Metanol>, 01 septiembre 2011, 17:25 hrs.



CONCLUSIÓN

El hidrógeno se puede quemar como cualquier otro combustible para producir calor, impulsar un motor, o producir electricidad en una turbina. Pero la celda de combustible es una manera más limpia y más eficiente de utilizarlo. Además se puede comprimir y almacenar en tanques por horas, días, e incluso por varios meses hasta que se le necesite, representando energía almacenada.

Algunos investigadores del tema señalan que la agrupación de la celda de combustible, el electrolizador, el almacenaje de hidrógeno y la fuente de energía renovable constituyen el “ciclo de hidrógeno renovable”, es decir que al separar hidrógeno del agua usando electrólisis alimentada por energía renovable de baja capacidad, y almacenando este para ser usado en una celda de combustible que proveerá de una mayor energía y cuyo residuo es agua, es como se forma este ciclo que puede perdurar por incluso varios años. Este ciclo tiene un gran potencial para convertirse en un gran recurso para la economía energética del futuro, tal vez por varias generaciones.

Muchos investigadores consideran que al usar un método sostenible para generar hidrógeno que será empleado en celdas de combustible para generar energía eléctrica es más eficiente que la generación eólica y fotovoltaica, ya que estas no son muy constantes en su generación, ya que varían dependiendo del clima y en el caso de la fotovoltaica no produce energía de noche.

Esto es una gran ventaja con respecto a las otras energías renovables, ya que la generación sería continua aun en días nublados y de noche que es cuando más se emplea la electricidad para la iluminación, garantizando una actividad humana continua.



MARCO TEÓRICO:

CAPITULO 2.4:

TEORÍA DEL PLAN DE NEGOCIOS

2.4.1 PLANES DE NEGOCIO: UN INSTRUMENTO PARA AFIANZAR EL ÉXITO EN LAS EMPRESAS DE ARRANQUE (START-UP)

⁽¹⁾En las últimas tres décadas, una parte sustancial de las innovaciones se ha producido a través de empresas surgidas expresamente para explotar oportunidades tecnológicas y de mercado detectadas por su equipo promotor.

Este fenómeno ha sido especialmente importante en sectores como el software, las telecomunicaciones, internet, las energías renovables, la biotecnología, los *medical devices* o la nanotecnología.

El plan de negocios, también llamado plan de empresas, es un documento que especifica, en lengua escrita, un negocio que se pretende iniciar o que ya se ha iniciado. Este documento generalmente se apoya en los documentos que lo integran como el estudio de mercado, técnico, financiero y de organización. De estos documentos se extraen temas como los canales de comercialización, el precio, la distribución, el modelo de negocio, la ingeniería, la localización, el organigrama de la organización, la estructura de capital, la evaluación financiera, las fuentes de financiamiento, el personal necesario junto con su método de selección, la filosofía de la empresa, los aspectos legales, y su plan de salida. Generalmente se considera que un plan de negocio es un documento vivo, en el sentido de que se debe estar actualizando constantemente para reflejar cambios no previstos con anterioridad. Un plan de negocio razonable, que justifique las expectativas de éxito de la empresa, es fundamental para conseguir financiamiento y socios capitalistas.

Los planes de negocio son una herramienta imprescindible para planear un nuevo proyecto empresarial y describir las acciones y recursos necesarios para llevarlo a cabo, ya se trate de una nueva empresa, una nueva línea de negocio o un *spin-off* (Término anglosajón que se refiere a un proyecto nacido como extensión de otro anterior, o más aún de una empresa nacida a partir de otra mediante la separación de una división subsidiaria o departamento de la empresa para convertirse en una empresa por sí misma). Al fundamentar el proyecto, las actuaciones y medios requeridos y su impacto estimado, los planes de negocio se convierten en un instrumento útil para juzgar su potencial de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).

Generalmente es formulado por empresarios, directivos, o por un emprendedor cuando tiene la intención de iniciar un negocio. En ese caso, se emplea internamente para la administración y planificación de la empresa. Además, lo utilizan como un elemento

(1) **Planes de negocio: un instrumento para afianzar el éxito en las start-up;** Cynertia Consulting, http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes_de_negocio-instrumento_para_el_exito_en_las_start-up.pdf, 29 agosto 2011, 10:00 hrs.



esencial para comunicar y conseguir fondos para dicho proyecto, ya se trate de capital que proceda de inversores, por ejemplo las empresas de capital riesgo o los ⁽²⁾business angels (inversionistas individuales que invierten su propio capital para poner en marcha un proyecto o negocio emergente con un amplio potencial de rendimiento a cambio de una participación accionaria, por ejemplo en 2006 en EEUU invirtieron más dinero anualmente que las entidades de capital de riesgo sumadas según el informe de *Center for Venture Research de la Universidad de New Hampshire*), créditos de entidades financieras o de subvenciones, créditos blandos o inversiones por parte de entidades públicas de promoción económica.

Este plan puede ser una representación comercial del modelo que se seguirá. Reúne la información verbal y gráfica de lo que el negocio es o tendrá que ser. También se lo considera una síntesis de cómo el dueño de un negocio, administrador, o empresario, intentará organizar una labor empresarial e implementar las actividades necesarias y suficientes para que tenga éxito. El plan es una explicación escrita del modelo de negocio de la compañía a ser puesta en marcha.

Usualmente los planes de negocio quedan caducos, por lo que una práctica común es su constante renovación y actualización. Una creencia común dentro de los círculos de negocio es sobre el verdadero valor del plan, ya que lo desestiman demasiado, sin embargo se cree que lo más importante es el proceso de planificación, a través del cual el administrador adquiere un mejor entendimiento del negocio y de las opciones disponibles.

El Plan de Negocio es un documento estratégico con dos funciones fundamentales:

- 1) Determinar la viabilidad económico/financiera del proyecto empresarial.
- 2) Va a suponer la primera imagen de la empresa ante terceras personas.

Las principales aplicaciones que presenta un Plan de Negocio son las siguientes:

- Constituye una herramienta de gran utilidad para el propio equipo de promotores ya que permite detectar errores y planificar adecuadamente la puesta en marcha del negocio con anterioridad al comienzo de la inversión.
- Facilita la obtención de la financiación bancaria, ya que contiene la previsión de estados económicos y financieros del negocio e informa adecuadamente sobre su viabilidad y solvencia.
- Puede facilitar la negociación con proveedores.
- Captación de nuevos socios o colaboradores.

A diferencia de un Proyecto de Inversión, que ha sido un documento típico del análisis económico/financiero típico de la última parte del siglo XX, el Plan de Negocios está menos centrado en los aspectos cuantitativos e ingenieriles, aunque los contiene, y está más focalizado en las cuestiones estratégicas del nuevo emprendimiento, como una forma de asegurar su consistencia estratégica.



2.4.2 EL PLAN DE NEGOCIOS

Una vez definido el producto o servicio se está en posición de comenzar los estudios para elaborar el plan de negocios; que se compone de estudios orientados a llevar en marcha el proyecto para el cual se trabaja. Básicamente estos estudios entran en los subconjuntos de:

- A) Estudio de Mercado**
- B) Plan de Producción**
- C) Estudio Financiero**
- D) Organización**

Partiendo de la base de que nuestro “servicio” será la “Generación de Energía Eléctrica por un Medio Renovable”, la teoría de plan de negocio se abordará con ese objetivo, es decir, como la energía no es un objeto tangible no se puede “almacenar” propiamente, pero si podemos almacenar el hidrógeno que es el combustible para nuestra fuente de poder renovable.

No vamos a tener conceptos como empaque o venta directa al público, esto debido a que por legislación mexicana no se puede vender energía eléctrica directamente al usuario final, sino que se le vende a la CFE en concepto de cogenerador y es esta quien la vende directamente a los usuarios finales. Con consideraciones como estas es como se va a abordar la teoría de plan de negocios que se presenta a continuación.

A) ESTUDIO DE MERCADO

⁽²⁾En general la relevancia del estudio de mercado radica en que los ingresos más importantes de la mayoría de las empresas, provienen de ventas del producto o servicio que deben ser suficientes para cubrir los costos, los gastos y las utilidades.

El estudio de mercado se divide en varias etapas: definición de los objetivos del estudio, análisis situacional del mercado (investigación inicial), estudio formal del mercado, generación de información (secundaria y primaria), caracterización del mercado y desarrollo del plan de ventas.

Para los objetivos se necesita identificar para quien se desea el producto o diseñar el servicio (clientes), el área de mercado (geografía, socioeconómica, etc.) y cuantificar la demanda actual. Diseñar un sistema de distribución del producto, canales de distribución, organización administrativa de ventas y política de ventas.

La investigación inicial se lleva a cabo utilizando información disponible para sondear la situación del mercado; con esta investigación se concluye si ya no es necesario continuar con su plan porque se detectan muchos problemas de mercado para el producto o servicio o, por el contrario, que se requiere un estudio formal para investigar a fondo todos los aspectos del mercado de la empresa planeada.

Por su parte el estudio formal de mercado consiste en dar respuesta a los objetivos específicos propuestos, así como profundizar en el estudio de los rublos de

(2) **El Plan de Negocios del Emprendedor**: Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pág. 34-36.



servicio, producto, clientes, demanda actual, el mercado, la comercialización, la producción distribución y retribución del proyecto. Para este estudio se aplican metodologías de análisis y estimación como la estadística, métodos administrativos de gestión de empresa.

Además el análisis de mercado requiere del uso de cierta información para poder cuantificar y pronosticar la demanda del producto o servicio que ofreceremos. Esta información se clasifica en primaria si se produce de primera mano por primera vez, información que se genera por nosotros para este estudio. En cambio si se trata de información antes generada, se le conoce como información secundaria.

⁽³⁾En la información secundaria se debe verificar la imparcialidad, validez y confiabilidad de quien la generó. Es decir saber si a aquellos a los que acudimos por información son entidades válidas y confiables, como la información dada por censos nacionales, informes de instituciones oficiales, gubernamentales, económicas, educativas, firmas administrativas y financieras y cámaras productivas.

Si los datos disponibles por las fuentes de información secundaria no nos proveen de aquella que es necesaria para responder a los objetivos de nuestro estudio de mercado, se deberá buscar información primaria generándola por medio de aplicación de encuestas a gente relacionada con el producto o el servicio, por ejemplo, la competencia, compradores, distribuidores y usuarios.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA, CLIENTES

⁽⁴⁾La *demanda* para determinado producto o servicio representa aquellos volúmenes que se pueden vender a los diferentes precios alternativos por unidad de tiempo, el análisis de esta es el proceso mediante el cual se logran determinar las condiciones que afectan el consumo de un producto o servicio en función del tiempo. Mediante el conocimiento de la demanda actual no sólo se determina el volumen que se consume en el presente, sino también se puede estimar el tamaño futuro del consumo, con proyecciones que también nos darán un comportamiento histórico.

El proceso de demanda actual tiene como meta identificar las áreas geográficas y las características del consumidor, las incertidumbres clave, el volumen consumido y otros aspectos relevantes. La mayor parte de las investigaciones de mercado se basa en la observación de los hechos provenientes de registros estadísticos, que se pueden dividir en submercados o segmentos cuyos consumidores tienen necesidades más o menos homogéneas como pueden ser:

- *Demográficos*
 - *Número actual de consumidores*
 - *Número potencial de consumidores*

- *Geográficos*
 - *Ubicación geográfica de los compradores y usuarios*
 - *Hábitos de compra de los consumidores*

⁽³⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pág. 54-56.

⁽⁴⁾ **Ibid**; pag. 38-39.



- Económicos
 - Nivel de ingresos
 - Volumen de compras
 - Frecuencia de compras

- Culturales y psicológicos
 - Motivación y actividades hacia la compra
 - Usos del producto o actitudes hacia el servicio

FACTORES DE DEMANDA

⁽⁵⁾ La demanda potencial se define como el máximo volumen que se pueden vender, es decir es el potencial de demanda que son determinados por el tamaño del mercado, su grado de crecimiento, necesidades, etc., y estas deben someterse a un proceso de refinamiento antes de utilizarlas para efectuar proyecciones. Estos métodos pueden ser:

- *Pruebas de mercado.* Son los estándares y pruebas que pide la CFE para certificar la calidad de la energía por nosotros generada.

- *Análisis estadístico de series de tiempo.* Son modelos matemáticos para hacer pronósticos, se usan cuando se tiene suficiente historia del comportamiento del volumen de ventas del producto.

- *Modelos econométricos de la demanda.* Consisten en determinar que variables son las que estadísticamente contribuyen más a la demanda y/o a la oferta del producto o servicio para así, apoyados en evoluciones históricas de otras variables, poder estimar la demanda futura que interesa. Este modelo se conoce también como análisis de regresión.

ANÁLISIS DE LA OFERTA

En general, los costos de producción afectan la oferta de bienes, ya que en función de ellos se ofrece más o menos producto. El objetivo es encontrar el punto de equilibrio entre el precio y la producción.

Como vemos en la *imagen 2.4-1* (esquemático de manera hipotética) podemos señalar que nuestra oferta se puede incrementar con una curva de pendiente positiva (hacia arriba) y nuestra demanda decrecer (curva hacia abajo), el punto donde estas se interceptan es el *Punto de Equilibrio* entre la oferta y la demanda.

Estas curvas pueden no ser constantes en el tiempo y pudiera darse el caso de que cambiaran de un periodo a otro dependiendo en gran parte de la evolución de los costos y la necesidad del producto según la época. El análisis correcto de la producción nos puede ayudar a optimizar la producción teniendo costos buenos y rendimientos

(5) **El Plan de Negocios del Emprendedor:** Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pág. 43-46.



aceptables dependiendo de las proyecciones de recuperación de la inversión y crecimiento.

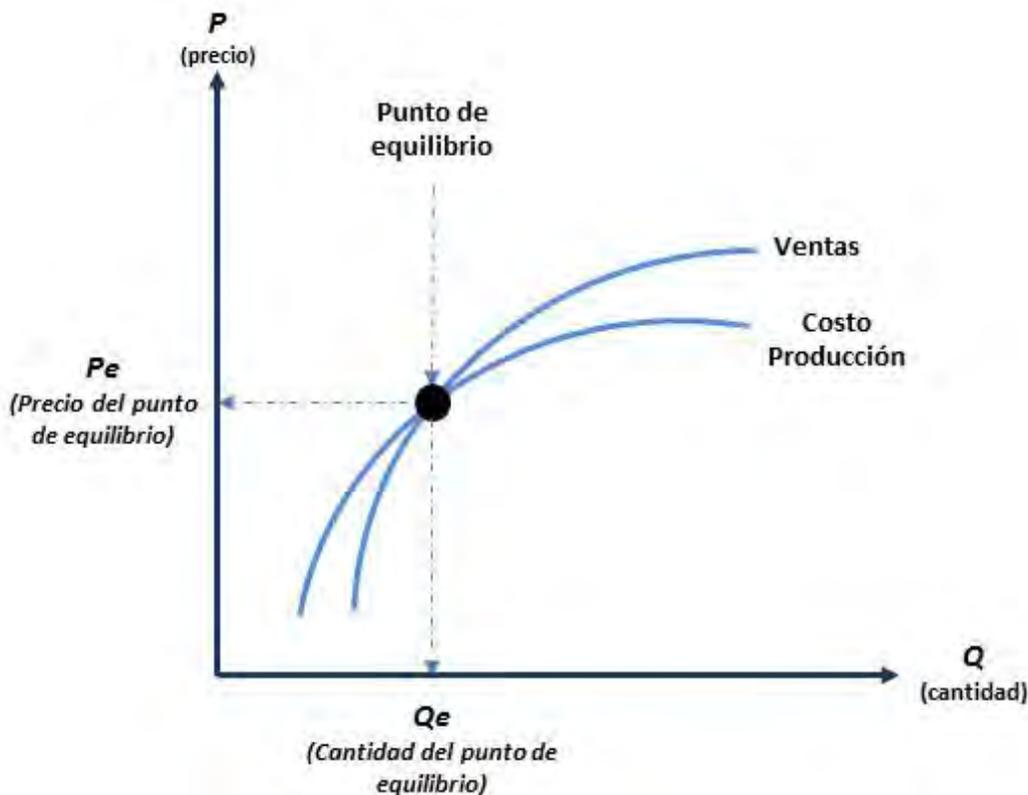


Imagen 2.4-1. ⁽⁶⁾ Curvas de oferta y demanda

En el análisis de la oferta se deben tener en cuenta varios aspectos que en definitiva condicionan la viabilidad y estabilidad de una empresa:

- a) Localización de la oferta
- b) Estacionalidad de la oferta
- c) Desenvolvimiento histórico
- d) Línea de servicios o productos
- e) Capacidad instalada

Aquí también se analiza la competencia con otros productores y distribuidores, en nuestro caso productores de energía eléctrica que le vendan a la CFE.

El estudio de mercado en nuestro caso sería el *Capítulo 2.1 Producción de energía en México* que fue la investigación del tipo, cantidad y precios a que se vende la energía eléctrica en nuestro país.

⁽⁶⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pág. 45.



B) PLAN DE PRODUCCIÓN

⁽⁷⁾ Con este plan se realiza el estudio técnico en detalle que proporcione estimaciones de costos e inversión en el proceso productivo. El esfuerzo, tiempo y dinero destinados al estudio dependerá del tamaño del proyecto, del número de alternativas de tecnología seleccionada del producto y de la exactitud deseada en las estimaciones de costos. Es obvio que si el proyecto trata de un producto ya desarrollado, los procesos son ya bien conocidos, la selección de tecnología no es complicada y será fácil tener estimados los costos de producción. Sin embargo, si los proyectos involucran productos no tan desarrollados, el estudio técnico tomará más tiempo, esfuerzo y dinero.

El emprendedor debe por un lado hacer su mejor esfuerzo por desarrollar tecnología propia aprovechando las ventajas en recursos en recursos humanos, materiales, energéticos, servicios y experiencia en procesos que le ofrece el medio. Por otro lado si se tiene que adoptar tecnología, que esta sea la apropiada y conseguida en los mejores términos.

En ambos casos el estudio técnico debe hacerse con sumo cuidado, pues si es inadecuado introduce riesgos al proyecto. Un análisis técnico bien hecho es esencial, ya que mucho del trabajo de planear los recursos de la producción ya estará hecho y se podrá proceder de inmediato a la adquisición de equipo y facilidades.

Para hacer este análisis técnico necesitamos:

- a) Información sobre el producto (Generación de energía renovable).
 - a) Diseño
 - b) Características técnicas de operación
 - c) Modelos, clases o tipos
 - d) Nivel de calidad
 - e) Requerimientos de servicios
 - f) Especificaciones
2. Información del mercado
 - a) Pronostico de ventas por tipo de producto
 - b) Necesidades de distribución del producto (transporte, etc)
 - c) Localización de los clientes
3. Información de las materias primas necesarias para la elaboración del producto.
 - a) Especificaciones y características técnicas
 - b) Dónde y en qué cantidades las podemos obtener
4. Disponibilidad de capital para llevar a cabo el proyecto
5. Disponibilidad de la mano de obra
 - a) Cantidad según entrenamiento, preparación, edad, y sexo requeridos
 - b) Aspectos legales de la contratación de la mano de obra (IMSS, ISR, ISPT, INFONAVIT, sindicatos, salarios, etc)

(7) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag.65-69.



Toda esta información será la base para realizar las estimaciones de costos que el análisis técnico generará.

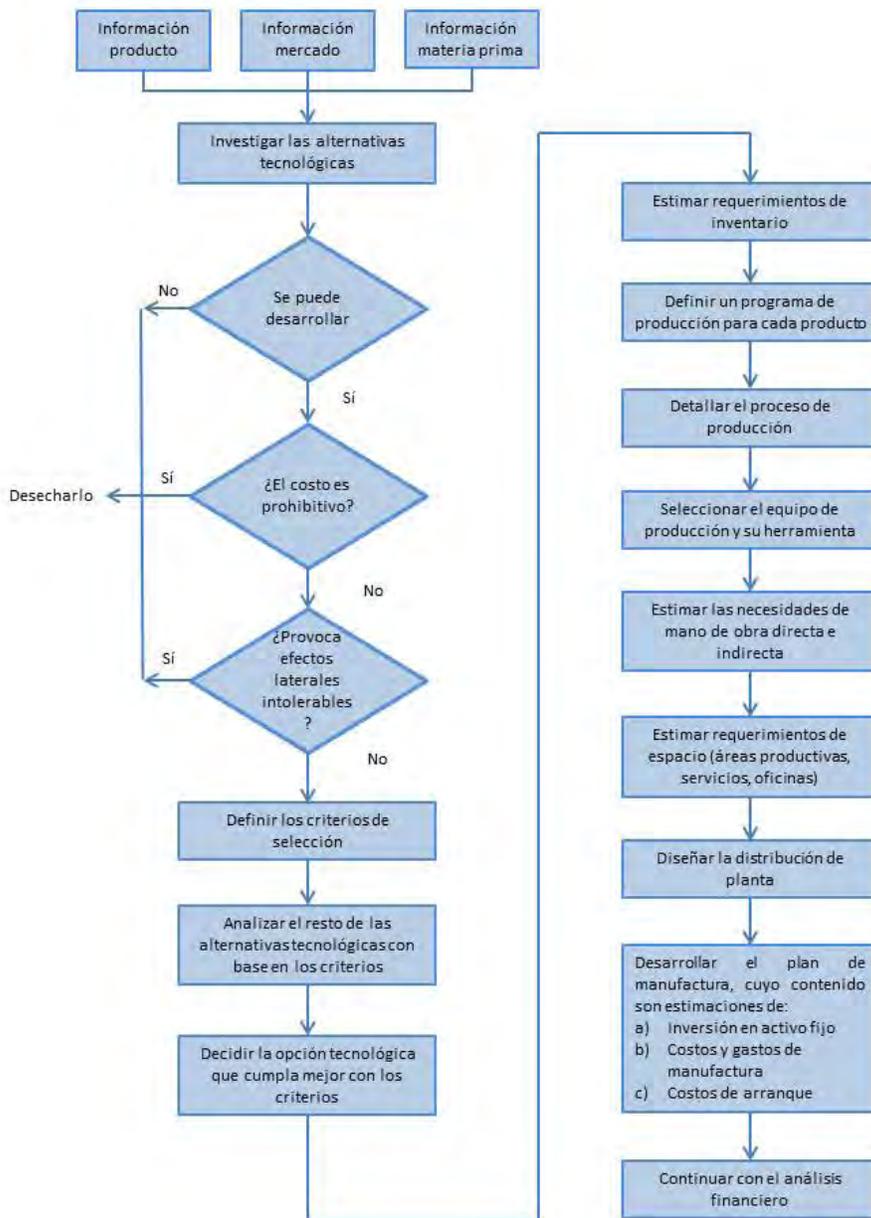


Imagen 2.4-2.
(8) Selección de la alternativa tecnológica más apropiada para producir el producto.

El primer paso del análisis técnico es determinar las alternativas de tecnología disponibles para producir el producto. Esto se hace por dos razones:

1. Asegurar que se usará un nivel de tecnología apropiado al tipo de producto proyectado y a la región donde se piensa desarrollar.
2. Tener en mente las alternativas de tecnología para considerarlas todas en la selección.

(8) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag.67



Con el estudio de mercado y el estudio técnico se tiene ya suficiente información para continuar con el plan financiero; éste incluye los estados financieros proyectando lo siguiente: resultados (pérdidas y ganancias), situación financiera (balance general) y flujo de efectivo. El plan financiero culmina con la evaluación de la rentabilidad económica del proyecto.

En el caso del desarrollo sostenible para la generación de energía el diagrama de flujo de la imagen 2.4-2 quedaría de la siguiente manera:

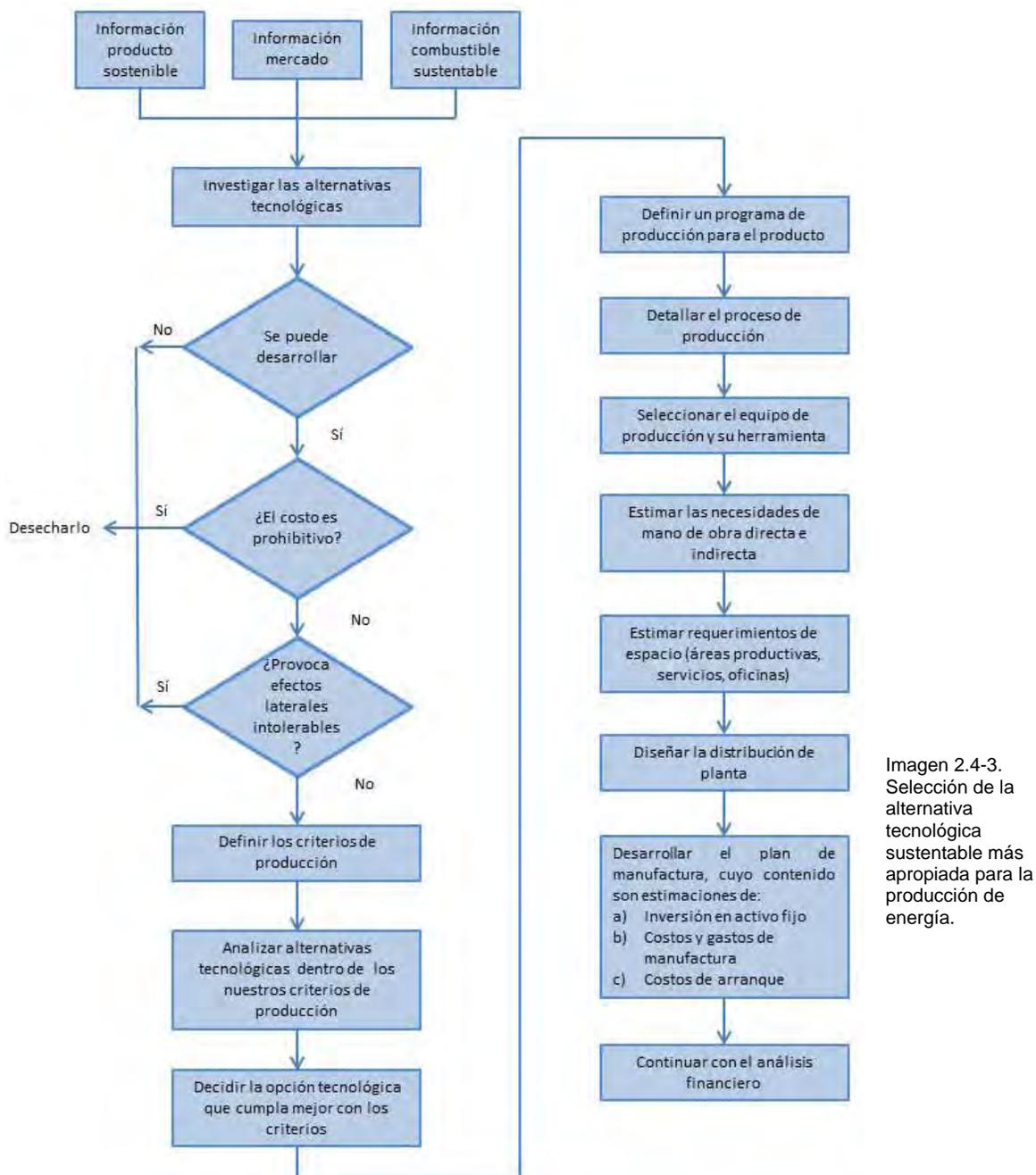


Imagen 2.4-3. Selección de la alternativa tecnológica sustentable más apropiada para la producción de energía.



MEDIOS DE ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA

⁽⁹⁾ Cuando la tecnología se debe obtener de alguien que posee sus derechos industriales, existen tres formas básicas de negociación:

- a) *Licencia*. Consiste en un permiso para utilizar una patente. Se recomienda considerar un paquete de tecnología desagregado (aspectos técnicos, equipo, servicio de ingeniería, provisión de materiales; etc.)
- b) *Compra de la tecnología*. La compra de los derechos de uso y explotación de tecnología es apropiada cuando hay poca probabilidad de mejoría a corto plazo.
- c) *Participación en coinversión*. El proveedor de tecnología participa con un porcentaje de las acciones de la empresa, proporcional a su aportación con tecnología. Esta clase de negociación se usa generalmente con proveedores de tecnología extranjera. El contrato debe especificar la participación en términos de continuidad del soporte técnico en el largo plazo, probabilidad de acceso a mercados existentes para el proveedor de tecnología, participación en el riesgo del proyecto. Todo esto dentro del marco legal de la Ley de Inversión Extranjeras que la establece la SECOFI.

Se deberá escoger la clase de negociación más adecuada al proyecto según sus códigos y condiciones de contratación ya mencionadas.

La búsqueda de alternativas de tecnología es particularmente importante en países en desarrollo, donde se deberá tratar de eludir el utilizar tecnología experimental así como anticuada (obsoleta), además de evitar hacer transferencias de tecnología inapropiada desde países altamente industrializados.

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS LATERALES DE LAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍA

Cada vez más se agudiza la conciencia de las implicaciones que tiene el uso de ciertas aplicaciones tecnológicas y, de hecho, se han convertido en factor determinante para el uso o rechazo de alguna opción tecnológica; entre otras se pueden mencionar:

- Desplazamiento de mano de obra
- Nivel de capacitación del recurso humano imposible de cumplir en las primeras etapas
- Requerimientos de energéticos
- Efectos ambientales

Sin necesidad de un análisis profundo de estos efectos, algunos de estos pueden hacer imposible el proyecto de generación de energía eléctrica sustentable y, por tanto, hay que descartar esa alternativa.

Además no sólo se deberá analizar los efectos laterales del proyecto al momento de arranque sino se deberá pensar lo que en el futuro podría causar. Por ejemplo si llegará a pasar que los procesos de producción de nuestra planta pueda ser molesto, por lo que en un principio se pudo planear localizarla en las afueras de la ciudad, después de unos años

⁽⁹⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**: Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag.69



podría ser alcanzada por la "mancha urbana" y llega a convertirse en un problema para los habitantes de la ciudad.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Si no produce efectos laterales tales que hagan imposible el proyecto, entonces se procede a fijar los criterios para seleccionar la tecnología más apropiada por ejemplo:

- Generación de empleos
- Monto de la inversión
- Estímulos del gobierno
- Soporte a otras industrias
- Disponibilidad de créditos
- Nivel de calidad y productividad
- Grado de autonomía
- Efecto multiplicador del proyecto
- Sustentabilidad

DETERMINAR EL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

⁽¹⁰⁾El programa de producción formará la base de la estimación de costos y de partes posteriores del análisis técnico.

En el desarrollo del estudio técnico es necesario contar con las proyecciones mensuales o trimestrales de ventas, que pueden obtenerse del análisis del mercado, pues los cambios de los niveles de producción cuestan mucho dinero (capacidad ociosa, despido o contratación de gente, etc.); a menos que la compañía solo piense producir por orden, el plan de producción se logra ajustando los estimados de ventas proyectadas a la disponibilidad del producto generado. Con nuestra producción de energía sustentable es importante cuantificar la dotación de hidrógeno para poder generar suficiente electricidad para satisfacer la demanda. El programa de producción deberá elaborarse mes a mes para el primer año de producción; trimestral para el segundo y anual para el resto.

Si es necesario se recomienda hacer un Diagrama de Flujo del proceso de producción con el objetivo de tener una visión del conjunto de actividades importantes, así como visualizar actividades importantes, así como visualizar la secuencias de operaciones, por ejemplo si estas van en serie o en paralelo, etc.

ESTIMACIÓN DE NECESIDADES DE MANO DE OBRA

⁽¹¹⁾Al estimar las necesidades de mano de obra de producción, básicamente nos interesan dos cosas:

- a. Cuantos trabajadores se necesitan para lograr la producción del punto de equilibrio.
- b. Que habilidad deben tener los trabajadores.

⁽¹⁰⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 72-73

⁽¹¹⁾ Ibid; pag. 76



Aquí es importante el diagrama de flujo del proceso para determinar tanto la mano de obra requerida para producción como para manejo de materiales. En la mayoría de los casos las mismas características del equipo de producción nos informarán cuantos operadores se requieren y con base en los turnos que se tengan que trabajar para lograr el nivel de producción deseada. También nos ayuda a determinar el número de turnos que tendremos que implementar para lograr la producción deseada por el punto de equilibrio. Parte de la mano de obra directa que vamos a necesitar incluye personal para:

- Administración
- Supervisión
- Empaque y embarque
- Mantenimiento
- Almacenes
- Inspección
- Control de producción

El número de gente requeridos para cada una de estas áreas dependerá del tamaño y clase de organización; pero para determinarlo se deberá estimar la carga de trabajo aproximada necesaria para cada actividad de las mencionadas en horas-hombre por turno.

Esto también nos ayuda a determinar los salarios que pagaremos que deben estar en función tanto de la clasificación del trabajador según la *Ley Federal del Trabajo* y del *Diario Oficial de la Federación* en el caso de salario mínimo y mínimos profesionales, además de hacer una investigación de los salarios que estén pagando en la zona donde se instalara la empresa. Así mismo se deberán considerar las prestaciones de ley como las cuotas del *Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)*, al *Instituto Nacional del Fondo para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT)* (5% del sueldo del trabajador), vacaciones (25% adicional al periodo de va ajobes del trabajador) y aguinaldo (15 días de sueldo al año). También se deberá considerar si se otorga alguna presentación adicional a lo que la ley marca.

MANO DE OBRA INDIRECTA

Además de las necesidades de mano de obra para la producción existen necesidades de mano de obra indirecta; esta es la mano de obra subcontratada, es decir proveedores de servicios independientes a nuestra organización y que cuyo apoyo a la producción es importante.

ESTIMACIÓN DEL ESPACIO PARA PRODUCCIÓN

⁽¹²⁾El espacio de producción incluye todas aquellas áreas usadas de manera directa en la producción del producto. Para esto nos apoyamos en el Programa de Producción con el cual determinamos los metros cuadrados que se requieren para la operación de cada actividad.

(12) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 77



A) Para las estaciones de trabajo. Esto incluye espacio para:

- Maquinaria
- Equipo auxiliar (manejo de materiales, herramientas, etc)
- El o los operadores
- Almacenamiento de material en proceso

Ya determinados el espacio requerido para estas estaciones de trabajo se debe multiplicar el resultado por 1.5 para dar cabida al espacio entre maquinaria y pasillos.

B) Para realizar la administración y servicios. Se deberá considerar espacio suficiente para el inspector y su área de trabajo

C) Para de almacenamiento. Si la actividad requiere o genera materias primas, artículos y/o artefactos para lograrla, además si es caso las mismas actividades generan productos que se necesitan almacenar, algunos de ellos pueden llegar a requerir adecuaciones especiales.

ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DE SERVICIOS

Además de los costos directos e indirectos por producción, se deberán determinar los gastos administrativos por sueldos a personal administrativo y de servicio. Para esto es necesario conocer la estructura organizacional de la empresa, pues esto permitirá saber cuáles serán los puestos administrativos y de servicio de la misma. Esta estructura organizacional se puede ilustrar mediante un organigrama.

En la estimación de los requerimientos de personal de administrativo y de servicios, se debe considerar espacio suficiente de trabajo para cada persona, y los siguientes:

- A) Sala de juntas
- B) Sala de conferencias
- C) Archivo
- D) Pasillos
- E) Escaleras
- F) Baños y regaderas
- G) Estacionamiento
- H) Jardines
- I) Infraestructura (equipos hidroneumáticos, subestación eléctrica, aire acondicionado, site de Red Internet, etc)

Pudiera ser que no todos los puntos anteriores se aplique a todas las empresas; habrá que adaptarse a las necesidades y posibilidades de cada una. Lo importante es que se haga un cálculo estimado, lo más exacto posible, para que se pueda calcular el costo y diseño del edificio en lo que se refiere a administración y servicios.



DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

⁽¹³⁾ Aun ya estimados los espacios requeridos para producción, administración y servicios, no siempre ese análisis nos da el espacio requerido para la operación de la empresa por ciertos requisitos de lejanía o cercanía entre máquinas, inspección, almacén, etc. puedan causar que áreas que se pensaba fuera fueran comunes a varias actividades o departamentos ya no lo sean. Además para calcular el costo del edificio, no basta el área, se deben considerar otras necesidades del mismo, como cimentación especial para alguna maquinaria, estructura para soportar la carga de alguna grúa viajera, instalaciones especiales de infraestructura y seguridad.

Al diseñar una distribución de planta se recomienda verificar que ésta cumpla con 6 principios básicos:

1. De integración global. Integrar de la mejor manera a personal, maquinaria, equipo auxiliar, etcétera.
2. De distancia mínima de traslado entre combustible (hidrógeno) y generador (celda de combustible). La mejor distribución que logre minimizar los movimientos entre las operaciones.
3. De flujo. Tratar de distribuir las áreas de trabajo con el fin de lograr una secuencia apropiada de materiales, equipo, etc. evitando demoras.
4. De espacio. Tomar en cuenta el espacio vertical y horizontal.
5. De satisfacción y seguridad. Será mejor una distribución que logre seguridad y satisfacción para el trabajador.
6. De flexibilidad. Diseñar la distribución para ajustar o adecuarse a un costo mínimo.

Una buena distribución de planta ahorra costo de operación, y podemos distribuir la planta de acuerdo a una posición fija, por proceso, por producto y grupos tecnológicos.

- A) Posición fija. Personal y equipo se llevan al lugar de producción, por ejemplo: construcción de barcos, aviones, edificios, etc.
- B) Por proceso. Varios departamentos bien definidos y adaptados para la producción de algún número de productos similares (fundiciones, talleres de costura, etc.).
- C) Por producto. Producción continua (en línea de fabricación o ensamble). En cada paso del proceso, el producto recibe un valor agregado, por ejemplo: línea de ensamblaje automotriz, envasado de cualquier producto, etcétera.
- D) Grupos tecnológicos. Agrupa piezas de características comunes en familias y les designa una línea de producción capaz de producir cualquier pieza de esta familia.

La estimación de los requerimientos de los espacios y la distribución de planta nos indican el tamaño del local.

⁽¹³⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 78-80



(14) Ya estimados los requerimientos y metros cuadrados que necesita la empresa, se deberán tomar en cuenta los siguientes factores para determinar el sitio de la planta:

A) Factores de tamaño.

- Requisitos de aislamiento
- Cantidad y distribución de los edificios requeridos
- Facilidades de estacionamiento
- Planes de expansión (por etapas, edificación, módulos, plantas, etc.)

B) Factores de localización.

- Requerimientos de energéticos (generación de hidrógeno de manera sustentable).
- Distribución (cercanía de la red de distribución eléctrica).
- Transporte (autopistas, ferrocarril, vías marítimas, aire).
- Agua: cantidad y especificaciones.
- Gobierno local: leyes y regulaciones.
- Impuestos locales.
- Topografía.
- Análisis del suelo.
- Proximidad a áreas residenciales.

PROGRAMA DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO Y COSTOS PREOPERATIVOS

El periodo de implantación y pre operativo comprende, en condiciones normales, desde que se toma la decisión de invertir hasta el arranque de producción. Se dice que el periodo pre operativo de producción ha desaparecido cuando ya no se tienen las dificultades típicas de inicio de operación (alto retrabajo, desperdicios, etc.). Este periodo incluye: negociación, contratación y arranque. Si este periodo no se planea de manera apropiada, se podría alargar demasiado como para dañar la rentabilidad económica del proyecto. El principal objetivo de planear la fase de ejecución es asegurar suficiente apoyo financiero a la misma, para que el proyecto salga a flote mientras produce suficientes ingresos como para mantener su propia operación.

Durante la fase de implantación se hace una serie de desembolsos. Para medirlos, se deberá tener un programa de implantación óptimo, por lo cual se deberá preparar una gráfica de Gantt donde se calendaricen las actividades que se van a llevar antes de la implantación del proyecto, como lo son:

- a) Establecimiento de la administración de implantación del proyecto (en general encabezada por el emprendedor).
- b) Negociación para la compra de equipo, maquinaria y tecnología.
- c) Negociación para el financiamiento.
- d) Contratación de la administración, reclutamiento y entrenamiento del personal.
- e) Instalación de la maquinaria.
- f) Selección y contratación de proveedores.

(14) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 81



- g) Negociación con canales de distribución.
- h) Realización de requisitos legales (permisos, licencias, etcétera).
- i) Arranque de producción.

En un principio la producción se hará mediante condiciones anormales, esto trae como consecuencia lo que se conoce como costos de arranque, que incluyen: entrenamiento, retrabajo, tiempo extra, ineficiencias, honorarios de consultores, viajes, etcétera.

DESARROLLO DEL PLAN DE MANUFACTURA

⁽¹⁵⁾Uno de los propósitos principales del análisis técnico es el de proveer estimaciones de costos, lo cual es importante en la decisión de la factibilidad financiera del proyecto. El análisis financiero y la rentabilidad obtenida en la evaluación del proyecto se basan por completo en las proyecciones de ventas y las estimaciones de costos.

Los estimados de costos encontrados en el análisis técnico se pueden dividir en tres categorías:

1. Inversión de activos fijos.

- Terreno.
- Local.
- Otros, remodelación por ejemplo.
- Equipo de producción (incluyendo transporte, instalación, impuestos, etcétera).
- Maquinaria y herramienta.
- Equipo de oficinas.
- Vehículos.

2. Costos de Manufactura.

- *Materiales directos*. Materiales y componentes usados en producción, y que son medibles y cuantificables en unidades por unidad de producto terminado (incluir su costo de transporte).
- *Mano de obra directa*. Aquella relaciona a operaciones productivas.
- *Indirectos de planta*. Incluye material y componentes consumidos durante la producción, pero no medibles y cuantificables en unidades por unidad de producto terminado (materiales indirectos), toda aquella que no sea mano de obra directa, y otros gastos relacionados con producción.
- *Mano de obra indirecta*:
 - a) Manejo de combustible
 - b) Almacenamiento
 - c) Salarios y sueldos de todo el personal administrativo y de servicios.
- *Indirectos generales*.
 - a) Mantenimiento (refacciones, consumibles, etcétera).
 - b) Energía eléctrica.
 - c) Agua.

⁽¹⁵⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 82



- d) Materiales indirectos.
- e) Renta.
- f) Seguridad.
- g) Impuestos (diferentes al impuesto sobre la renta).
- h) Prestaciones.
- i) Depreciación.
- j) Entrenamiento.
- k) Seguros.
- l) Desperdicios.
- m) Teléfono/internet.
- n) Material obsoleto.

3. Costos de arranque. Costos de manufactura anormales debidos a dificultades iniciales de operación. En general son del 30% al 50% arriba de los costos de manufactura normales y ocurren durante el periodo definido como preoperatorio. Darán un estimado de los requerimientos de inversión en capital de trabajo. Incluye:

- *Costos de entrenamiento.*
 - a) *Retrabajo*
 - b) *Tiempos extras*
 - c) *Desperdicios*
 - d) *Ineficiencias*
 - e) *Debido al proceso de aprendizaje.*
 - *Costos de estudio de factibilidad y honorarios a asesores.*
 - *Viajes, etc.*

Todos estos costos se deberán pronosticar mes a mes durante el periodo preoperatorio y el primer año de operación, cada trimestre para el segundo año y anualmente para el resto.

COSTOS FIJOS Y VARIABLES

⁽¹⁶⁾ Los costos se deberán agrupar en fijos y variables para poder determinar el efecto del volumen de producción en la rentabilidad económica del proyecto. Los costos fijos son independientes del volumen de producción, y se puede dividir en dos clases:

- *Cargos por depreciación.* Porcentaje aplicado al monto de la inversión original según la Ley del Impuesto Sobre la Renta. No son un desembolso real para la empresa, sólo un cargo.
- *Desembolsos por infraestructura productiva.* Relacionados con la capacidad de la planta. Incluye todos los costos de manufactura indirectos.

Los costos variables son gastos de manera directa relacionados con el volumen de producción; son los costos de manufactura directos.

(16) **El Plan de Negocios del Emprendedor;** Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 84



C) EL ESTUDIO FINANCIERO

⁽¹⁷⁾Una vez determinado que el proyecto tiene mercado potencial, un sistema de comercialización posible y un proceso de producción viable, se procede a preparar la información generada en los estudios de mercado y técnico (de producción) para estimar las necesidades de financiamiento y realizar una evaluación económico-financiera del proyecto. Esta evaluación consiste en la preparación de los estados financieros proforma, en la proyección de los flujos de efectivo, en el cálculo de la rentabilidad económica -valor presente neto, tasa interna de retorno, periodo de recuperación, etc.-. Al presentar las proyecciones financieras, se debes tener especial cuidado del tiempo, sobre todo en la proyección de los flujos de efectivo, ya que una posible falta de liquidez en el periodo inicial de la vida del proyecto puede hacerlo fracasar.

Por tanto el objetivo del estudio financiero es convertir a términos monetarios el comportamiento futuro estimado del proyecto para tomar la decisión de ejecutarlo o no.

Comúnmente se sigue la secuencia de convertir los estudios a términos monetarios primero elaborando el Plan de Ventas, enseguida determinando los Costos de Producción y de estos los Costos Totales de Inversión, con esta información se procede a determinar las Necesidades de Financiamiento, aunque esto no significa que así se deba dividir el análisis de todo el proyecto.

Del estudio de mercado se obtienen las estimaciones y proyecciones de:

- a. Ingresos por ventas.
- b. Costos de promoción y publicidad
- c. Gastos de venta y distribución

En las proyecciones de ingresos por ventas se deberá considerar la curva de aprendizaje así como el incremento de volumen de ventas conforme se vaya penetrando el mercado de acuerdo a la estrategia adoptada.

Otro punto a considerar es el de las proyecciones de los precios de venta según los índices de inflación esperados durante el horizonte de planeación del proyecto. Estos índices se pueden obtener de un análisis del comportamiento histórico así como por la influencia de algunas variables políticas y económicas; también de algunas instituciones nacionales y extranjeras que se dedican al aspecto económico, pronostican índices de inflación. Para la mayoría de las empresas pequeñas que inician conviene contemplar un horizonte de 3 años.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Es importante que se haga una estimación realista de los costos de producción para determinar la viabilidad futura del proyecto, ya que si no están bien calculadas es posible que el proyecto incurra en erogaciones no esperadas; si a esto le agregamos una baja utilización de la capacidad instalada por la falta de ventas, el proyecto puede fracasar.

⁽¹⁷⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 86-92



Los costos pueden componerse de los siguientes conceptos:

- a) *Costos de producción*
- Combustible sustentable (costos variables)
 - Mano de obra (costos variables)
 - Indirectos planta (costos fijos)
- b) *Gastos administrativos indirectos*: son aquellos gastos generales y administrativos, que o sean por ventas, distribución o producción (pues ya fueron considerados), en los que se incurre para operar la planta. Estos gastos que no se habían estimado hasta este punto, se refieren a todo lo relacionado al servicio administrativo, legal, secretarial, financiero, etc., requerido. Básicamente incluyen:
- Sueldos de la administración
 - Mantenimiento de las oficinas
 - Correo
 - Teléfono
 - Automóvil(es) de la empresa
 - Papelería y accesorios de oficina
 - Investigación y desarrollo
 - Seguros
- Aquí también es importante tomar en cuenta el índice de inflación de cada concepto, aunque para simplificar se puede usar un índice de inflación general.
- c) *Gastos financieros*: (intereses) se pueden considerar como parte de los gastos administrativos indirectos, en particular si éstos están relacionados con una empresa ya existente o con alguna que se está expandiendo, si es una empresa nueva como es nuestro caso estos gastos se calculan por separado.
- d) *Depreciación*: es la cantidad que las empresas cargan a sus gastos para reconocer fiscal y contablemente la pérdida de valor de sus activos debido al uso, desgaste u obsolescencia. Por ejemplo en México sólo se permite aplicar un porcentaje dado a cada ejercicio al total del inventario.

Ya teniendo los costos de producción podemos estimar el costo total del proyecto, que debe cubrir las principales actividades en cada etapa de implantación de mismo:

Implantación:

- Determinar local
- Cubrir aspectos legales
- Contratar servicio

Instalación

- Selección de personal
- Capacitación
- Instalación de maquinaria y equipo

Arranque

- Generación de combustible renovable
- Preproducción
- Corridas de prueba

Plena capacidad

- Producción continua
- Primeras ventas

Crecimiento

- Integración vertical
- Iniciar otra empresa
- Por franquicia



COSTO TOTAL DEL PROYECTO

⁽¹⁸⁾Un estudio de factibilidad es una herramienta que ayuda a tomar la decisión sobre si el proyecto debe llevarse a cabo o no. Los costos de inversión se definen como la suma del capital fijo (activos fijos más costos operativos) y del capital de trabajo neto. El capital fijo constituye los recursos requeridos para construir, equipar y arrancar el proyecto; el capital de trabajo neto corresponde a los recursos necesarios para operar el proyecto total o parcialmente.

En general se cometen dos errores durante la etapa de preinversión de un proyecto:

- a) No se considera cantidad alguna para capital de trabajo o se hace en cantidades insuficientes. Esto crea problemas de liquidez en empresas recién creadas.
- b) Confunden los costos totales de inversión con la inversión requerida en activos totales que se forma por activos fijos más capital para preproducción (costos preoperativos) más activos circulantes. El monto de los costos totales de inversión es en realidad, más pequeño que los activos totales, pues está compuesto de activos fijos más costos preoperativos más capital de trabajo neto (diferencia entre activo circulante y pasivo circulante). A pesar de que en un estudio de preinversión total y su financiamiento, el monto de los activos totales es de poca importancia, en el contexto de un estudio de factibilidad sirve para el cálculo del balance proforma y de varias razones financieras.

En resumen, se podría decir que la inversión total requeridas para propósitos de financiamiento la componen:

$$\text{Inversión total} = \text{Inversión en activos fijos} + (\text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}) + \text{Costos preoperativos}$$

Nota: Inversión total = Activos totales

ACTIVOS FIJOS

Los activos fijos comprenden tanto la inversión como los costos preoperativos y abarcan lo siguiente:

- a) *Terreno y preparación del mismo*
- b) *Local y/o acondicionamiento*
- c) *Maquinaria y equipo incluyendo el auxiliar*
- d) *Intangibles como derechos de propiedad industrial, patentes, etcétera*

Se deberá procurar la inversión fija total requerida, indicando su fecha de realización, para el periodo de construcción o acondicionamiento y puesta en práctica hasta que se esté trabajando a toda capacidad.

⁽¹⁸⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 92-94.



GASTOS PREOPERATIVOS

Además de la inversión fija, cada proyecto económico incurre en ciertos gastos antes de que comience la producción comercial. Estos gastos deben tomarse en cuenta en el capital requerido, incluyen ciertos conceptos cuyos desembolsos se originan durante las diversas etapas de planeación y ejecución del proyecto, como los siguientes:

- a) *Gastos preliminares.* Estos comprenden todos los gastos para el registro y formación de la empresa, como pagos legales del registro de la empresa, el registro a cámaras y asociaciones, gastos legales para solicitud de préstamos, etc.
- b) *Gastos por investigaciones iniciales.* Estos gastos pueden ser de tres clases:
 - Gastos por desarrollo de prototipo y procesos de producción.
 - Honorarios de los consultores que apoyen los estudios arriba mencionados (si aplica).
 - Otros gastos para la planeación del proyecto.
- c) *Gastos de preoperación:*
 - Salarios y prestaciones (IMSS, INFONAVIT, etc.) del personal contratado durante el periodo preoperatorio.
 - Gastos de viaje.
 - Costos promocionales del producto durante el periodo preoperativo.
 - Costos de entrenamiento, incluyendo honorarios, gastos de viaje, honorarios de los capacitadores a la institución encargada del entrenamiento.
 - Interés sobre el préstamo durante el periodo preoperativo.
- d) *Corridas de producción de prueba y arranque.* Incluye todos los honorarios pagados por la supervisión del arranque de las operaciones, sueldos, salarios y prestaciones del personal involucrado en esta etapa, consumo de materiales de producción, directos e indirectos, pago de servicios y cualquier otro costo asignable al inicio de la producción.

⁽¹⁹⁾El capital de trabajo neto indica los medios financieros requeridos para operar el proyecto de acuerdo con su programa de producción y se define como los *Activos Circulantes* menos los *pasivos circulantes*, en nuestro caso los pasivos circulantes serán las cuentas por cobrar, que son las políticas de crédito por ventas adoptadas por la empresa, estas se deben calcular utilizando los costos de producción (no los precios de venta) menos la depreciación menos intereses, en el entendimiento de que estos últimos los cubre el valor de venta y no el capital de trabajo.

Es importante tomar en cuenta que los préstamos que tomemos estén dentro de un rango de 5 a 10 años, y no excedamos de este plazo.

Además para la operación normal de cualquier empresa, se requiere disponer de efectivo y cuentas bancarias, este debe ser un monto de seguridad sobre el capital de trabajo y se puede estimar en un 5% del total de este, aunque puede variar según la empresa.

⁽¹⁹⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 97.



CÁLCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DE CAPITAL DE TRABAJO

⁽²⁰⁾ Al calcular los requerimientos de capital de trabajo, se deberá determinar primero el número mínimo de días de cobertura del activo y de pasivo circulante, después considerar los costos de producción y manufactura, ya que el valor de algunos activos circulantes se expresa en estos términos. Por otro lado, como las necesidades de capital de trabajo se incrementan conforme el proyecto alcanza plena capacidad, es necesario obtener los costos de producción desde el arranque del proyecto hasta que éste se encuentra en plena capacidad.

El siguiente paso es determinar el coeficiente de rotación de cada componente de los activos y pasivos circulantes dividiendo 360 días entre el número mínimo de días de cobertura de cada uno. Después, los datos de costos asignables a cada concepto de activo o pasivo circulante se divide entre el coeficiente de rotación respectivo. Los requisitos de capital de trabajo neto para las diferentes etapas de producción se obtienen al restar los pasivos circulantes de la suma de activos circulantes. El efectivo disponible requerido se calcula por separado.

En cualquier estudio de factibilidad, el cálculo de los requerimientos de capital de trabajo es de particular importancia, ya que obliga al promotor del proyecto a pensar acerca de los fondos necesarios para financiar la operación del proyecto y no sólo los que se requieren para la inversión en activos fijos.

Conceptualmente el término “*capital de trabajo*” no se debe confundir con el término “*activos circulantes*” ya que el primero lo financia el capital social y reservas y pasivos a mediano y a largo plazo, descontando los activos fijos.

Recordemos que los pasivos circulantes (sobre todo cuentas por pagar) representan medios financieros puestos a disposición del proyecto sin cargo, por lo que se pueden restar del activo circulante total para determinar el capital de trabajo. De esta forma, el capital permanente servirá para financiar la inversión fija, los gastos preoperativos y el capital de trabajo. Esto servirá de base para después evaluar la rentabilidad económica del proyecto.

De esta manera la inversión total será la suma de *Gastos Preoperativos* más *Inversión Fija* más el *Capital de Trabajo*.

PRESTAMOS

El proceso de financiamiento del proyecto puede empezar por identificar los montos máximos que se obtendrían de cada préstamo y la tasa de interés a la que se obtendrían. Se deberán definir por separado los diferentes préstamos según las siguientes dos clasificaciones:

- a) Préstamos a corto y mediano plazo de bancos comerciales u otras fuentes para propósitos de capital de trabajo.

⁽²⁰⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor: Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 97-100.



- b) Préstamos a largo plazo de instituciones de desarrollo, por ejemplo los *bonos de carbono*.

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

⁽²¹⁾La asignación de recursos financieros al proyecto constituye un prerequisite básico y fundamental, no solo para tomar la decisión de inversión, sino también para la formulación del proyecto y su análisis de preinversión. Un estudio de factibilidad servirá de muy poco si no está respaldado por la seguridad de poder contar con recursos financieros en el caso de que resulte positivo llevar a cabo el proyecto. Incluso antes de realizar el estudio de factibilidad, se deberá disponer de una cuantificación preliminar de los recursos financieros que se requerirán.

Las restricciones que se tengan en recurso financieros definirán los parámetros de un proyecto antes de decidir su aceptación, durante la formulación del mismo. Por las restricciones en financiamiento consideramos sólo ciertos proyectos, pues algunos los restringen a niveles económicos mínimos. ⁽²²⁾Por ejemplo la Secretaria de Economía define a las micro, pequeñas y medianas empresas como *PYMES* y las clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2.4-1. Nueva Clasificación de Micro, Pequeñas y Medianas Empresas a partir del 30 de junio de 2009

Tamaño	Sector	Número de trabajadores	Monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%

Fuente: SE

⁽²³⁾De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades empresariales, de las cuales 99.8% son MIPYMES que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país.

(21) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 101.

(22) **Nueva Clasificación de MiPyMEs en México**; Living La Vida PyME, <http://livinglavidapyme.com/2009/07/nueva-clasificacion-de-mipymes-en-mexico/>, 13 de octubre de 2011, 10:20 hrs.

(23) **Acerca del Instituto PYME**; INSTITUTO PYME, http://www.institutopyme.org/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=50, 13 de octubre 2011, 11:10 hrs.



Las limitaciones en disponibilidad de capital pueden existir en todos los niveles; desde un pequeño empresario, hasta un grupo industrial o alguna dependencia gubernamental.

Sin embargo, no es sino hasta el análisis técnico del estudio de factibilidad cuando sabremos si las limitaciones en recursos financieros afectarán los parámetros técnico-económicos (tecnología, capacidad, etc.) que se han definido como adecuados al proyecto.

Por otro lado, es igualmente necesario definir los requerimientos financieros del proyecto para su etapa operacional en forma de capital de trabajo, esto claro habiendo estimado los costos de producción y los ingresos por venta. Estos estimados se realizan periodo a periodo para determinar un horizonte (generalmente a 3 años) y su efecto se refleja en el análisis de los flujos de efectivo. Es por eso que no debe implementar un proyecto si no se dispone de estas estimaciones y se asegura que se cuenta con recursos financieros suficientes. Existen un sin número de casos de proyectos que arrancaron con serios problemas financieros debido a una inadecuada estimación de los fondos requeridos, ya sea porque los costos se estimaron en menor cantidad o los ingresos se sobreestimaron o ambos, en algunos casos se tuvo que refinanciar el proyecto o en el peor de los casos la empresa quebró sin poder recuperar la inversión.

PRÉSTAMOS A CORTO Y MEDIANO PLAZO

⁽²⁴⁾Estos préstamos generalmente están disponibles en bancos comerciales o de fondos de fomento gubernamentales contra hipotecas o inventarios en garantía o en incubadoras de negocios. Los límites financieros los fijan los bancos y dependen de las prácticas y objetivos bancarios empleados en México, de la naturaleza del proyecto e inventarios, y de la situación crediticia de la empresa y su administración. Estos límites por lo común varían del 50% al 80%, dejando del 20% al 50% del capital de trabajo para financiarlo con capital de riesgo.

Los préstamos bancarios para capital de trabajo se pueden negociar con base temporal. Si en un determinado momento en el estado de flujos de efectivo muestra liquidez en la empresa, los préstamos se reducirán o incluso eliminarán. En algunos casos, tal sobrante de efectivo se piensa utilizar para expandir la capacidad, pero se tendrá que pensar en financiar de manera parcial el capital de trabajo con capital social y préstamos a largo plazo, pues una buena parte de éste es permanentemente requerido.

Con frecuencia se puede pensar en financiar maquinaria y refacciones importadas mediante pagos diferidos o por arrendamiento financiero que se puede deducir al 100%. Los proveedores de maquinaria en países industrializados por lo común están dispuestos a aceptar pagos diferidos en plazo de 6 a 10 años y, algunas veces, más largos. Los pagos diferidos están disponibles si existe la garantía de algún banco; esto permite a los proveedores de maquinaria obtener facilidades de refinanciamiento de alguna institución de crédito de su país.

(24) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 102.



PRÉSTAMOS A LARGO PLAZO

La disponibilidad de préstamos, por lo general, está sujeta a ciertas regulaciones, tales como restricciones sobre la convertibilidad de acciones y la declaración de dividendos. Aparte de estas regulaciones, se pide manejar dentro de un rango las razones financieras relacionadas con la estructura del capital de la empresa.

Además, se puede financiar parcialmente la inversión con la emisión de obligaciones y papel comercial, sujetándose esto a las disposiciones vigentes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. El mercado de obligaciones y papel comercial tiende a ser muy limitado en cuanto a proyectos nuevos, pero se puede usar para financiar exposiciones futuras cuando la empresa ya puede asegurar su solidez financiera.

Otra fuente importante de financiamiento son los créditos de gobierno a gobierno. Esta clase de créditos pueden ser bilaterales o relacionados con la compra de maquinaria y equipo a determinado país o proveedor en particular.

Además de las acciones emitidas o los préstamos conseguidos, una fuente importante de financiamiento durante la fase operacional son los flujos de efectivo generados de manera interna por el proyecto. Esto puede tomar la forma de utilidades retenidas, depreciación y reservas acumuladas.

EL EFECTO DE LOS GASTOS FINANCIEROS EN EL PROYECTO

⁽²⁵⁾Las diferentes instituciones de crédito imponen diferentes cargos financieros. Algunas veces se requiere de un aval del gobierno para financiamientos multinacionales (como el caso de los *bonos de carbono*). Es importante que la empresa no se vea obligada a empezar con amortizaciones de principal antes del inicio de producción. El procedimiento normal es capitalizar los gastos financieros durante el periodo de implantación y empezar a pagar el servicio de la deuda con dinero generado por la operación de la nueva empresa.

Es posible combinar créditos de mediano plazo (digamos, 3 años de gracia y 4 de amortizaciones) con financiamiento a largo plazo de bancos multinacionales. En este caso, los créditos de mediano plazo se pueden desembolsar al último y amortizar primero mientras que se deja el crédito multilateral para desembolsos iniciales y amortizaciones más largas. De esta manera se obtendría un paquete de financiamiento con términos más favorables.

En proyectos nuevos así como en expansiones, se debe decidir la clase de pago de interés más adecuado. Hay dos sistemas:

- a) Pagos periódicos de amortizaciones de igual magnitud con intereses decrecientes (al ir disminuyendo el saldo absoluto)
- b) Pagos periódicos de igual magnitud incluyendo amortizaciones de capital e interés.

⁽²⁵⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 103-104.



El primer sistema conduce a financiamientos más bajos pero desembolsos fuertes al arranque del proyecto. El segundo sistema, a pesar de tener costos financieros más altos, es menos difícil para la nueva empresa porque los desembolsos iniciales son menos pesados que con el primer sistema. Los diferentes modos y fuentes de financiamiento tienen distinto impacto en los proyectos y pueden llegar a afectar su formulación.

Las instituciones nacionales e internacionales de crédito requieren que se formulen los proyectos a través de un estudio de factibilidad, con suficiente detalle, tal que se puedan ver todas las implicaciones y así tener una mejor base para prestar dinero.

ASOCIARSE

⁽²⁶⁾El emprendedor cuenta con otros mecanismos de financiamiento para su proyecto sobre todo si el estudio financiero muestra resultados positivos y si la idea que sustenta el proyecto es innovadora; es así que puede entrar en sociedad con personas interrelacionadas en su proyecto.

Entre las ventajas que esto representa se pueden mencionar que no necesita garantías, compartirá el riesgo y no lo presionarán los gastos financieros; pero como desventajas se tendrán que compartirá su proyecto: decisiones, administración, utilidades; y en ocasiones se corre el riesgo de quedarse sin su empresa.

Otra alternativa que se le ofrece al emprendedor para financiar su proyecto es asociarse con una *SINCA (Sociedad de Inversiones de Capital)*; que tiene muchas de las ventajas de socios individuales, pero en general pierde menos el control de su proyecto y en algunos casos existen fórmulas de desinversión de la SINCA para que el emprendedor quede como dueño único. Una ventaja adicional que brindan algunas SINCA es la asesoría al emprendedor.

⁽²⁷⁾También se puede recurrir a un Clúster Industrial (o simplemente llamado Clúster, cuya traducción literal al castellano es "racimo", conjunto, "grupo" o "cúmulo"), y es un concepto nacido a principios de la década del 90 como herramienta para el análisis de aquellos factores que permiten a una industria específica incorporar nuevos eslabones en su cadena productiva, los factores que determinan el uso de nuevas tecnologías en sus procesos, y los factores determinantes de la generación de actividades de aglomeración. ⁽²⁸⁾Estas ideas provienen del trabajo pionero de Michael Eugene Porter, que es un economista estadounidense, profesor en la Escuela de Negocios de Harvard, especialista en gestión y administración de empresas, y director del Instituto para la estrategia y la competitividad, quien analiza la adquisición -por parte de concentraciones territoriales de empresas- de ventajas comparativas en ciertos sectores del comercio manufacturero mundial.

⁽²⁹⁾El Clúster se define como concentraciones de empresas e instituciones

⁽²⁶⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag.104.

⁽²⁷⁾ **Clusters de la industria en el Perú**; Vicente Budí Orduña, (2008). «Planificación estratégica local y análisis territorial»; Universitat de València, pag. 280.

⁽²⁸⁾ **De la economía global al desarrollo local**; Jorge Torres Zorrilla.; Instituto Latinoamericano de Cooperación para la Agricultura, San Isidro (2003) pag. 80.

⁽²⁹⁾ **Matrices de insumo-producto de los estados fronterizos del norte de México**; Noé Arón Fuentes Flores,.. México, (2002), pag. 334.



interconectadas en un campo particular para la competencia, pudiéndose observar en el mundo gran variedad de clústeres en industrias como la automotriz, tecnologías de la información, turismo, servicios de negocios, minería, petróleo y gas, productos agrícolas, transporte, productos manufactureros y logística, entre otros.

ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

⁽³⁰⁾Para estimar la situación financiera futura del proyecto se requiere construir los siguientes estados financieros proforma:

- a) Flujos de efectivo
- b) Estado de resultados
- c) Balance general

Debido a que el balance general representa la situación financiera en una fecha (día) en particular, se deberán tener ciertas precauciones al seleccionar ésta:

- a) Ser fecha de operación normal (no en época de ventas bajas, en el caso de productos estacionales, en nuestro caso debemos de tomar en cuenta que al proporcionar el servicio de generar energía eléctrica dependiendo de la zona hay temporadas donde la demanda aumenta).
- b) Ser de preferencia cierre del ejercicio fiscal.
- c) De ser posible, presentar balances para dos fechas diferentes para detectar con más facilidad necesidades de fondos adicionales.

El considerar lo anterior, ayudará a visualizar dificultades financieras en el proyecto. El estado de flujos de efectivo, es hasta cierto punto una forma de presupuestar, y es más completo que el balance general como medio de pronóstico de cuánto (la cantidad) y cuándo se necesitarán fondos. La teoría del pronóstico de flujos de efectivo se basa en la recepción anticipada de efectivo a cierto tiempo y en la predicción de desembolsos de efectivo también con respecto al tiempo. Como el estado de flujos de efectivo trata sólo con transacciones de efectivo, no se incluirán depreciación, cuantías incobrables, intangibles, etc., que no son flujos reales de efectivo.

En nuestro caso, usaremos de manera principal el estado de flujos de efectivo, aunque se acompañará del estado de resultados y del balance general, es ese orden. Todas las cuentas consideradas en los estados financieros deberán coincidir, ya que independientemente del orden en que se calculen todas están interrelacionadas.

ESTADOS DE FLUJO DE EFECTIVOS

No basta con estar seguros de poder conseguir el financiamiento requerido para la inversión total, es necesario conocer la fecha que se deben hacer los desembolsos, tanto de inversión como de costos, producción y otros gastos, y cómo poder sincronizarlos con

⁽³⁰⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 105.



las entradas de efectivo producto del financiamiento y de los ingresos considerables, en forma de intereses pagados, por concepto de fondos ociosos, provenientes de préstamos que en realidad no se requerían; o podría retrasarse la ejecución del proyecto al no contar con los fondos necesarios en el tiempo correcto.

Asimismo es básico preparar una tabla que muestre las entradas y salidas de efectivo. Esta tabla es de suma importancia durante la fase de implantación del proyecto y se recomienda sea mensual o cuando mucho trimestral cuando durante esta etapa; después se puede presentar anualmente.

Así como la planeación financiera ayuda a asegurar la disponibilidad del financiamiento requerido y que éste se podrá sincronizar con los gastos e ingresos, es indispensable tener una planeación financiera para el periodo operativo que asegure que los ingresos por ventas sean adecuados para cubrir los costos de producción y todas las responsabilidades financieras, como el pago de deuda (intereses y principal), los impuestos y los dividendos proyectados. Este aspecto es en particular significativo durante los primeros años de operación, cuando los niveles de producción están bastante por debajo de la capacidad instalada, mientras que los pagos por pasivos son de manera considerable altos.

Las proyecciones de flujos de efectivo se deberán hacer cada mes para el periodo de construcción y el primer año de operación, cada tres meses para el resto de la etapa de arranque y anualmente, para la etapa de plena capacidad. Para el cálculo de los flujos de efectivo se deben tomar en cuenta todos los ingresos así como los desembolsos de efectivo.

INGRESOS DE EFECTIVO

⁽³¹⁾ Los ingresos de efectivo incluyen lo siguiente:

- a) *Cobro de cuentas por cobrar en ventas a crédito.*

$$CCXCVC = SI + VN - SEF$$

Dónde:

CCXCVC : *Cobro de cuentas por cobrar en ventas a crédito*
SI : *Saldo de cuentas por cobrar al inicio del periodo*
VN : *Ventas Netas*
SEF : *Saldo estimado de cuentas por cobrar al final del periodo*

- b) *Ventas de contado.*

- c) *Ingresos extraordinarios de capital*, que puede darse por concepto de ventas de activos usados temporalmente o por la consideración del valor de rescate de toda la inversión al final del horizonte de planeación. Es conveniente mencionar en este punto el tratamiento fiscal de este tipo de ingresos.

⁽³¹⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 106.



- d) *Préstamos a corto y a largo plazo.*
- e) *Recuperación de activos circulantes.*
- f) *Subsidios, estímulos fiscales, etcétera.*
- g) *IVA cobrado por ventas*

DESEMBOLSOS DE EFECTIVO

⁽³²⁾ Los desembolsos corresponden a todos los usos de efectivo; en la práctica siempre se tiene una cantidad por mano de obra que no ha sido pagada, pues esto se hace a final de la quincena. Sin embargo para propósito de proyecciones de flujos de efectivo, se supondrá que al final de un periodo no se tendrá mano de obra pendiente de pagar.

Los desembolsos de efectivo típicos son:

- a) Pagos por mano de obra
- b) Gastos indirectos de la planta
- c) Gastos fijos:
 - o Renta, luz, papelería, transporte, etc.
- d) Gastos de venta
- e) Gastos generales y administrativos
- f) Pagos por activos fijos
- g) Pagos de intereses y capital
- h) Pago de impuestos y servicios:
 - o Sobre la renta.
 - o Al valor agregado
 - o Impuesto Empresarial a Tasa Única (IETU) (2% sobre nómina)
 - o Catastral
 - o Predial
 - o Agua
 - o Instituto Mexicano del Seguro Social
 - o INFONAVIT
 - o Sobre productos del trabajo
- i) Pago de dividendos

Es necesario no incluir gastos que no son flujos reales de efectivo (por ejemplo la depreciación).

Lo que corresponde a pago de intereses y del capital se obtiene de las condiciones y términos de pago que se hayan acordado al contratar los préstamos.

Para el cálculo del pago de impuestos se necesita consultar las diferentes leyes y reglamentaciones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de la Tesorería del estado correspondiente y de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

⁽³²⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 107-109.



Para el pago de dividendos, éste es producto de aplicar un porcentaje nunca mayor de 80% (por ley) a las utilidades después de impuestos. Es obligatorio y saludable para las empresas el retener al menos 20% de las utilidades.

El estado de flujos de efectivo está muy ligado al balance general proforma, ya que el saldo de efectivo acumulado, que nunca deberá ser negativo, pues indicaría un faltante de efectivo, se transfiere al concepto de efectivo dentro de los activos circulantes del balance proforma. Asimismo, el saldo de efectivo acumulado es producto en gran parte de utilidades retenidas, efecto que se refleja en el renglón de reservas de capital, para así mantener el equilibrio.

Debido a que en general es difícil conseguir el capital, es común que gente inexperta que realiza estudios de pre inversión mantenga a niveles mínimos los desembolsos por inversión para así obtener mayores flujos de efectivo; sin embargo una mala planeación financiera puede causar dificultades al más excelente de los proyectos. Es por esto que el estado de flujos de efectivo debe ayudar en la planeación financiera indicando que cantidades y cuándo surgirán necesidades financieras para que el proyecto opere y arranque de manera satisfactoria.

ESTADO DE RESULTADO PROFORMA

⁽³³⁾El estado de resultados proforma es un importante estado financiero pues muestra si el proyecto tendrá ingresos suficientes, y si los márgenes serán en la cantidad requerida para pagar las deudas para financiar expansiones futuras y para dividendos a los accionistas, y a partir de cuándo se inician las utilidades.

Es la prueba más importante que mostrará la seguridad de recuperación de la inversión que el proyecto tiene, y será la base para obtener préstamos y atraer inversionistas. También trata de pronosticar las operaciones del negocio durante un periodo específico de acuerdo con la siguiente expresión de utilidades después de impuestos.

$$UDI = VB - CBV - CO + (OIG - INT) - ISR - PTU + OING - OGND$$

Dónde:

UDI	=	Utilidad después de impuestos
VB	=	Ventas brutas
CBV	=	Costo de producción
CO	=	Costos de operación
OIG	=	Otros ingresos gravables
INT	=	Intereses
ISR	=	Impuesto sobre la renta
PTU	=	Participación a los trabajadores de las utilidades
OING	=	Otros ingresos no gravables
OGND	=	Otros gastos no deducibles

⁽³³⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 109.



De nuevo es conveniente tener proyecciones mensuales cuando menos para la etapa de arranque, trimestrales para la plena producción y anuales para el crecimiento.

Aquí también debemos calcular las *Utilidades Brutas*, que es la diferencia entre las *Ventas Netas* y los *Costos de Producción*; los *Gastos de Operación* que son la diferencia entre los *Gastos de Venta* menos los *Gastos Generales* y los *Gastos Administrativos*; la *Utilidad de Operación* es la diferencia entre la *Utilidad Bruta* y los *Gastos de Operación*; la *Utilidad Gravable* es la diferencia entre la *Utilidad de Operación* y los *Intereses más Otros Ingresos Gravables*.

El *Impuesto Sobre la Renta* se calcula como un porcentaje sobre la *Utilidad Gravable* y se da por ley, así como la *Participación de Utilidades a los Trabajadores*.

En el *Estado de Resultado Proforma* se deben incluir también conceptos como los certificados de promoción fiscal (CEPROFIS), subsidios, bonos de carbono, etc. No todos los gastos de las empresas son deducibles, para saberlo habrá que consultarse la *Ley del Impuesto sobre la Renta*.

El *Estado de Resultados Proforma* difiere del *Estado de Flujos de Efectivo* principalmente en que para el primero los ingresos están asociados con los costos hechos para generarlos durante el periodo en consideración, además de que sirve para relacionar el balance general proforma con las utilidades (pérdidas) acumuladas.

BALANCE GENERAL PROFORMA

En una empresa ya en operación, el balance general muestra su situación en un punto del tiempo en particular. En el caso de un proyecto, el balance general proforma revelará como estará la compañía en el punto del tiempo en particular después de un periodo de operación dado. Depende de la información resultante del estado de flujos de efectivo y del estado de resultados.

En esencia el balance general es una lista de todos los recursos de la empresa, junto con lo aportado por pasivo y capital social. Representa la situación financiera de la empresa, también se deben presentar proyecciones del balance para 3 años: mensualmente el primer año, trimestralmente el segundo y anualmente el tercero.

ACTIVOS

⁽³⁴⁾ Los activos (recursos) de la empresa se agrupan en varias categorías de acuerdo con su liquidez, los activos circulantes con el efectivo y todos aquellos recursos que bajo condiciones normales, se convierten en efectivo dentro del ciclo de operación. Los activos circulantes consisten básicamente de:

- a) *Efectivo*: representa sólo lo que se tiene a la mano y depositado, esto es, disponible para propósitos generales de la empresa. El efectivo disponible para los propósitos especiales (caja de ahorro, fondo de pensiones, etc.) no se incluye en los activos circulantes.

⁽³⁴⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 113.



- b) *Cuentas por cobrar.* Son un elemento importante dentro de los activos circulantes, pues representan dinero que de haber sido cobrado estaría disponible como efectivo. El monto correspondiente a este concepto depende del número de días que se den de crédito por ventas y se evalúan al precio de venta a diferencia de como se hizo en el cálculo de capital de trabajo.
- c) *Gastos Prepagados.* Son pagos adelantados por servicios de conceptos como: seguros, renta e intereses. A pesar de que no los convierten en efectivo durante el curso normal de operaciones del negocio, son gastos que de no haber sido pagados, hubieran provocado un nivel mayor de efectivo en saldo negativo. Además eventualmente serían pagados.

Los activos fijos se pueden obtener del análisis técnico y son:

- a) Maquinaria y equipo
- b) Terreno
- c) Edificio
- d) Mobiliario y equipo de oficina
- e) Gastos preoperativos

Al incluirlos en el balance general se deberá tener cuidado de ir descontando la depreciación acumulada de su valor de adquisición.

PASIVOS Y CAPITAL SOCIAL

⁽³⁵⁾ Los pasivos y capital social del balance general corresponde a todos aquellos recursos que respaldan la adquisición de activos. Los pasivos circulantes son todas aquellas deudas que tendrán que liquidarse en el corto plazo (1año); consisten básicamente en lo siguiente:

- a) Cuentas por pagar
- b) Notas por pagar
- c) Salarios por pagar
- d) Impuestos por pagar

Sin embargo, como ya se mencionó se supone que para el final de un periodo dado no se tendrán salarios ni impuestos por pagar, y entonces los pasivos circulantes los reduciremos a cuantas por pagar.

Por otro lado, se tiene pasivos a largo plazo, que son los que no tendrán que liquidarse antes de un año con respecto a la fecha de presentación del balance general. Incluye préstamos (hipotecarios, habilitación o avío) a largo plazo, obligaciones, etc.

Además se tiene el capital, que corresponde a lo aportado por los dueños de la empresa (capital social) y a las reservas o utilidades retenidas acumuladas. Los pasivos tienen prioridad sobre el capital en lo que respecta a reclamos de efectivo.

⁽³⁵⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor;** Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 114.



Las reservas son de especial interés en el balance general. Existen reservas verdaderas, respaldadas por utilidades retenidas. En el caso de reservas que no correspondan a utilidades retenidas, representarán un capital “congelado” y por lo tanto no correspondientes al efectivo.

EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

⁽³⁶⁾La evaluación de la rentabilidad económica del proyecto viene a ser la base principal para la toma de decisión de implantarlo o no y es consecuencia de todo lo realizado hasta ahora en el estudio. Los diferentes índices de rentabilidad económica que pueden utilizarse son:

- a) Valor presente neto (VPN)
- b) Tasa interna de retorno (TIR)
- c) Periodo de recuperación (PR)
- d) Retorno sobre la inversión (RSI)

Los primeros dos, y para algunos analistas también el tercero, utilizan flujos descontados para su cálculo, esto es, se basan en el concepto de valor del dinero a través del tiempo. Este concepto utiliza la idea de que un peso recibido hoy, vale más que un peso recibido en el futuro (aún), en ausencia de inflación): la diferencia que hace que flujos de efectivo, situados en diferentes puntos en el tiempo, sean equivalentes. Si esta tasa de interés es, por ejemplo, 30% anual, entonces \$100 hoy son equivalentes a: $(\$100) \times (1 + 0.3) = \130 dentro de un año.

CÁLCULO DE LA TASA DE INTERÉS

⁽³⁷⁾La tasa de interés que se aplica en la evaluación económica de un proyecto se conoce como tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) y es el rendimiento que como mínimo están dispuestos a aceptar los inversionistas para decidir llevar a cabo el proyecto. Esta TREMA puede estimarse usando el costo ponderado del financiamiento, que se puede obtener a partir de la estructura del financiamiento.

En general, la TREMA es un cierto porcentaje mayor que el costo ponderado de financiamiento para protección contra riesgos no cuantificados en los flujos de efectivo y para hacerlo más atractivo que el solo hecho de exigir al proyecto que su rendimiento sea justo para pagar su financiamiento.

VALOR PRESENTE NETO

⁽³⁸⁾El valor presente neto se define como el valor que se obtiene al descontar, para cada periodo, los flujos de efectivo después de impuestos del proyecto para un horizonte dado.

⁽³⁶⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 115.

⁽³⁷⁾ Ibid; pag. 116.

⁽³⁸⁾ Ibid; pag. 117-118.



$$VPN = II + Ft (1 + TREMA)$$

Donde:

VPN	=	Valor presente neto
II	=	Inversión inicial total
Ft	=	Saldos de efectivo después de impuestos para periodo t

Hemos mencionado que un horizonte recomendable es de 3 años, sin embargo, lo ideal es que este horizonte sea de acuerdo con la vida ponderada de los activos (equipos de 8 a 15 años, edificio 30 a 40 años, vehículos 5 años, etc.). Al considerar un horizonte de 3 años se tomará en cuenta que los activos que aun tengan vida económica se venderán a un valor de rescate.

Si el VPN es positivo, la rentabilidad del proyecto será mayor a la TREMA exigida y por lo tanto puede ser aceptado. Otro índice de rentabilidad relacionado con el VPN es el VPN por peso invertido, que sirve como método de comparación de alternativas y que se calcula:

$$VPN/Inversión\ inicial$$

Entre mayor sea este índice, mejor será el proyecto. El VPN tiene grandes ventajas como método de evaluación económica, pues considera toda la vida del proyecto y es cuando ocurren los flujos de efectivo. Sin embargo, una de las principales desventajas de VPN es la selección de la TREMA, ya que hay que considerar que existen proyectos cuyo VPN es muy sensible a cambios en la TREMA y una pequeña falla en la estimación pudiera hacernos tomar una mala decisión. Además los inversionistas no siempre comprenden bien el VPN, ya que acostumbran pensar en términos de tasa de retorno sobre la inversión. Para estos casos se utiliza la tasa interna de retorno.

TASA INTERNA DE RETORNO

⁽³⁹⁾ La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa a la cual el VPN es igual a cero.

$$VPN = II + \sum_{t=1}^N Ft (1 + TREMA)^{-t} = 0$$

Dónde:

VPN	=	Valor presente neto
II	=	Inversión inicial total
Ft	=	Saldos de efectivo después de impuestos para cada periodo t

Visto de otra manera más conceptual, la TIR es la tasa aplicada a los saldos no recuperados de la inversión, tal que estos sean iguales a cero (recuperar la inversión) al final del horizonte.

La TIR representa el rendimiento en porcentaje que ofrece el proyecto. Para aceptar un proyecto se requiere que este rendimiento sea mayor a la TREMA. Para su cálculo se utilizan los mismo flujos de efectivo, con las mismas consideraciones que en el VPN. Un modo de encontrar su valor exacto es por aproximaciones sucesivas, hasta que a una

⁽³⁹⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 119.



tasa dada (i_1) el VPN sea negativo cercano a cero (VPNN); después mediante una interpolación lineal se puede obtener su valor exacto. Esto se hace por medio de la siguiente expresión:

$$TIR = \frac{VPNP (i_2 - i_1)}{VPNP + VPNN}$$

Dónde:

TIR	=	Tasa interna de retorno
VPNN	=	Valor presente neto negativo
VPNP	=	Valor presente neto positivo
i_1	=	Primera tasa dada
i_2	=	Segunda tasa dada

Otra forma de calcular la TIR, más rápida y más exacta es con el uso de una calculadora financiera. Una interpretación adicional que se le podría dar a la TIR es que ésta es el máximo costo ponderado que pudiéramos aceptar para el financiamiento del proyecto.

PERIODO DE RECUPERACIÓN

⁽⁴⁰⁾El periodo de recuperación se define como el periodo requerido para requerido para recuperar la inversión original. Se le puede considerar como el calor del dinero a través del tiempo (flujos descontados) o no. El periodo de recuperación se encuentra entre los periodos en que el saldo no recuperado pasa a ser de negativo a positivo. La forma de cálculo a utilizar depende de lo que cada compañía acostumbre, aunque es más real hacerlo con flujos descontados.

Se aceptará un proyecto si su periodo de recuperación es menor o igual a un periodo aceptable, que usualmente se obtiene de experiencia con proyectos similares. La mayor ventaja del método de del periodo de recuperación en su facilidad de cálculo. Además es en particular útil para análisis de riesgo, sobre todo cuando las condiciones políticas, económicas o de obsolescencia tecnológica no sean estables, ya que al conocer el periodo de recuperación se puede detectar si el proyecto entrará a periodos difíciles antes o después de haberse recuperado la inversión. Las principales desventajas son que no considera que pasará con el proyecto una vez recuperada su inversión y hace demasiado énfasis en retornos financieros rápidos. Asimismo el método no mide directamente la rentabilidad del proyecto, pero si se enfoca a la liquidez del mismo. Este método debe usarse como complemento al VPN o a la TIR.

RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN (ROI)

⁽⁴¹⁾El método de retorno sobre la inversión (ROI) se basa en las utilidades después de impuestos para cada periodo. Se define como la razón de las utilidades después de impuestos de un año de operaciones normales a plena capacidad sobre el monto original

⁽⁴⁰⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 120.

⁽⁴¹⁾ **Ibid**; pag. 122.



de inversión total (activos fijos, preoperativos y capital de trabajo).

$$ROI = UDI/II$$

Dónde:

ROI	=	Retorno sobre la inversión.
UDI	=	Utilidad después de impuestos
II	=	Inversión inicial

Este método tiene ciertas desventajas serias. Por ejemplo: ¿Qué año es el representativo para escogerlo como año de operaciones normales a plena capacidad? Aun a plena capacidad, las condiciones de operación cambian año con año; se pagan diferentes cantidades de intereses, los niveles de producción varían, la mezcla de productos vendidos no es la misma, etc.

Por lo anterior, el método de ROI se puede usar para evaluar rentabilidad económica sobre la inversión, sólo cuando las utilidades después de impuestos son más o menos constantes con año.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN FINANCIERA PROYECTADA

⁽⁴²⁾Hasta este punto, la decisión básica de aceptar o no el proyecto ya está tomada al haber evaluado la rentabilidad económica del mismo. Sin embargo, los estados financieros proforma ayudan a evaluar las condiciones financieras operacionales de la empresa. Estas condiciones son analizadas mediante lo que se conoce como razones financieras.

Las razones financieras muestran la relación entre los diferentes conceptos que integran el estado de resultados y el balance general. Las razones financieras se usan principalmente para analizar las condiciones de operación de una compañía existente. Sin embargo, pueden ser útiles para analizar nuevos proyectos, al comparar sus razones financieras con las de compañías ya existentes, pero del mismo giro. Esto ayudará a decidir si el proyecto será financieramente competitivo. Las siguientes son las razones financieras más útiles:

a) Prueba de ácido

$$\text{Prueba de Acido} = \frac{\text{Activos circulantes - Inventarios}}{\text{Pasivos circulantes}}$$

Sirve para:

- Analizar la capacidad de liquidez a corto plazo para cumplir con la deuda a corto plazo.
- Explicar hasta dónde el efectivo y otros activos fácilmente convertibles en efectivo, pueden servir para saldar las deudas a corto plazo.

Si esta razón es menor a 1, indica que existe gran dependencia de los inventarios para poder saldar las deudas a corto plazo.

⁽⁴²⁾ El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 123-126.



b) *Razón circulante*

$$\text{Razón circulante} = \frac{\text{Activo circulantes total}}{\text{Activo circulante proyectado}}$$

Esta razón es una medida de la habilidad en general de la empresa para saldar su deuda a corto plazo, recurriendo incluso al uso de los inventarios para este propósito. Entre mayor sea esta razón, en mejor situación estará la empresa para pagar su deuda a corto plazo.

c) *Activos fijos netos/capital contable.*

El capital contable consta del capital social más las utilidades retenidas o reservas de capital. Esta razón expresa la proporción entre el capital en activos y el capital de los dueños. Esto es, que proporción del capital de los dueños se usa para la adquisición de activos.

Entre mayor sea la razón: activos fijos/capital contable, menos dinero de los dueños habrá disponible para capital de trabajo. Entre menor sea más líquido será el capital contable y más efectiva será la protección de liquidación que tendrán los acreedores de la empresa. Por otro, la presencia sustancial de activos fijos rentados hará que esta razón disminuya.

d) *Pasivo total/capital contable*

Esta razón expresa la relación entre el capital aportado por los acreedores y el aportado por los accionistas. A esta razón se le conoce como apalancamiento financiero y para poder ser sujeto de crédito es importante que se mantenga debajo de 1.5 en la mayoría de los casos. Además, entre menor sea, existe menos presión sobre la deuda y hay una mayor protección para los acreedores.

e) *Ventas netas/cuentas por cobrar*

Esta razón expresa la relación del volumen de ventas contra las cuentas por cobrar. Entre mayor sea, se tendrá más rotación de cuentas por cobrar, que indica una mayor recolección de las ventas del periodo y mayor liquidez de las cuentas por cobrar.

f) *Ventas netas/capital de trabajo neto*

Esta razón expresa la rotación o actividad durante el periodo de la parte capital neto no utilizado en activos fijos u otros activos no circulantes durante el ciclo de producción para poder obtener ventas durante el periodo. Al relacionarlos con las ventas netas, indica la rotación de capital de trabajo neto durante el año. Un valor bajo de esta razón puede mostrar que no se esté usando con provecho el capital de trabajo; mientras que un valor alto pudiera sugerir que la empresa trabaja sobregirada, lo que no es del todo agradable para los acreedores.

Que una empresa trabaje sobregirada, se debe a que trata de mantener una escala de operaciones con insuficiente efectivo. Su defecto puede ser desastroso e incluso conducir al proyecto su total fracaso. La inflación puede motivar el sobregiro, por inventarios excesivos, por impuestos altos, o por sobre expansión. Por esto es conveniente que los incrementos en capital de trabajo neto se calculen



bien. El remedio a este mal es lógicamente encontrar fuentes adicionales de efectivo, reduciendo operaciones.

El sobregiro se puede detectar en el balance general con los siguientes indicadores:

- 1) Caída progresiva de la razón circulante
- 2) Incremento no justificado de las cuentas por pagar (a través de mayor operación)
- 3) Mayores préstamos a corto plazo
- 4) Reducción en las cuentas por cobrar
- 5) Pérdida de liquidez

g) *Ventas netas/capital contable*

Esta razón refleja la actividad del capital de los dueños durante el periodo. El capital se invierte en una empresa con la esperanza de obtener retorno sustancial. La probabilidad de obtener tal retorno depende en gran parte de una actividad razonable de la inversión. Esta razón es un indicador de esta actividad. Cuando se incrementa periodo a periodo indica que el capital de los dueños se está usando más frecuentemente. Sin embargo, un valor alto de esta razón indicará descapitalización y sobregiro de la empresa.

h) *Utilidad antes de impuestos/capital contable*

La razón expresa la relación entre la participación de los dueños de las operaciones antes de impuestos para el periodo y el capital ya aportado por los dueños. Entre más alta sea esta razón, mayor probabilidad habrá de aumentar el capital contable después de pagar dividendos, vía utilidades retenidas.

i) *Utilidad antes de impuestos/activos totales*

Esta razón expresa la participación de los dueños en las operaciones antes de impuestos y su relación con los recursos aportados tanto por acreedores como los mismos dueños. Indica con cuánto provecho se utilizan todos los recursos de la empresa; entre mayor sea, mayor aprovechamiento.

j) *Flujo de efectivo/vencimiento en el corto plazo de la deuda a largo plazo*

La razón expresa la habilidad de la empresa para pagar vencimientos en el corto plazo de la deuda a largo plazo vía efectivo generado por la operación de la misma. Los flujos de efectivo generados por la empresa tienen 3 usos básicos; pagar vencimientos de la deuda, reservar capital para remplazo de activos y pagar dividendos. Entre mayor sea esta razón, más posibilidades habrá de hacer pagos del principal de la deuda, sin descuidar reservas ni dividendos. Sirve de base para negociar los términos de los préstamos.

ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

⁽⁴³⁾Se puede considerar el análisis del punto de equilibrio (APE) como una manera de análisis de sensibilidad puesto que permite analizar cómo los cambios en costos fijos y variables, en el volumen de producción y en el precio afectan a las utilidades. En otras

(43) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 126.



palabras, determina el punto al cual los ingresos por ventas igualan los costos de producción. Además, ayuda a definir las condiciones mínimas en las cuales la empresa se puede mantener en operaciones.

Los datos que se requieren para el cálculo del punto de equilibrio son los costos variables, los costos fijos, el volumen de producción y el precio unitario. Por otro lado, antes de entrar en detalles acerca del cálculo del punto de equilibrio, se deberá observar los siguientes supuestos:

- a) Los costos de producción están en función del volumen de producción o de ventas.
- b) El volumen de producción es igual al de ventas.
- c) Los costos fijos de operación son los mismos para cualquier volumen de producción.
- d) Los costos variables cambian de manera proporcional al volumen de producción, y en consecuencia lo mismo sucede con los costos totales de producción.
- e) Los precios de venta unitarios son los mismos, independientemente del volumen de producción. Esto indica que los ingresos ventas son una función lineal del volumen de producción.
- f) La información de precios y costos usada en el cálculo del punto de equilibrio es en pesos constantes.
- g) Sólo se maneja un producto o se supone uno que contenga las características (precio y costos) ponderadas de acuerdo a la mezcla óptima de productos para la compañía.
- h) La mezcla de productos representativa mencionada en el inciso g permanece constante durante el tiempo.

Estas condiciones no siempre existen en la práctica; por lo tanto, los resultados del APE no siempre serán tan representativos, pero estos supuestos hacen fácil el cálculo del punto de equilibrio y no lo demeritan como una herramienta útil complementaria en la toma de decisión.

DETERMINACIÓN ALGEBRAICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

⁽⁴⁴⁾Al expresar el punto de equilibrio en unidades físicas producidas, los puestos básicos se pueden representar por las siguientes ecuaciones:

- a) Ingresos por ventas = Costos totales de producción
- b) Ingresos por ventas = Volumen de ventas x precio de ventas unitario
- c) Costos totales de producción = costos fijos + (costos variables) x (volumen de ventas)

Ahora, utilizaremos los siguientes términos:

X : Volumen de ventas (en el punto de equilibrio)

Y : Ingresos por ventas

F : Costos fijos de producción

P : Precio de venta unitario

V : Costo variables de producción

(44) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 127.



Entonces las ecuaciones del punto de equilibrio serán:

- a) $Y = VX + F$
- b) $Y = PX$

Por lo tanto, $PX = VX + F$, donde concluimos que :

$$X = F / (P - V)$$

En estas ecuaciones, el punto de equilibrio se determina de la relación entre los costos fijos y la diferencia del precio unitario y costos variable. El APE nos sirve para obtener varias conclusiones importantes:

- a) Un punto de equilibrio hace al proyecto más riesgoso para recuperar su inversión.
- b) Entre más altos sean los costos fijos, más alto será el punto de equilibrio.
- c) A mayor diferencia entre precio unitario y costos variables, menor será el punto de equilibrio y más fácil de recuperar la inversión.

Además, el punto de equilibrio se puede expresar en porcentaje de capacidad a utilizar, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$PE (\%) = F / (PX' - VX')$$

Donde X' es la misma capacidad.

Este enfoque tiene la ventaja de permitir al analista el cálculo de varios puntos de equilibrio tomando en consideración propuestas de inversión alternativas resultantes de varias capacidades o proceso técnicos. Los cambios en la capacidad instalada causan variaciones en los costos variables; un proceso más avanzado es más eficiente, lo que reduce los costos variables. Además el análisis del punto de equilibrio se puede hacer gráficamente.

D) ORGANIZACIÓN

⁽⁴⁵⁾En la *imagen 2.4-4 Clases de empresas*, se enmarcan las áreas funcionales que toda empresa tiene, sin importar el giro: planeación, mercadotecnia, finanzas y organización. En un proyecto nuevo, todo implica planeación y hasta aquí se han visto el plan de mercado, el estudio técnico –característico de cada clase de empresa- y el plan financiero; para completar la parte medular del plan de negocio falta la organización que el emprendedor decida dar a su empresa futura. No importa si el emprendedor inicia solo, se debe ejercer las funciones citadas anteriormente para que la empresa evolucione normalmente y, por tanto, debe proponer un organigrama y elaborar el objetivo general, los objetivos específicos de cada área funcional y concretar las actividades que deberán desarrollarse para alcanzar cada objetivo. Todas o varias actividades las puede realizar una sola persona, lo importante es tenerlas identificadas.

(45) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 130.

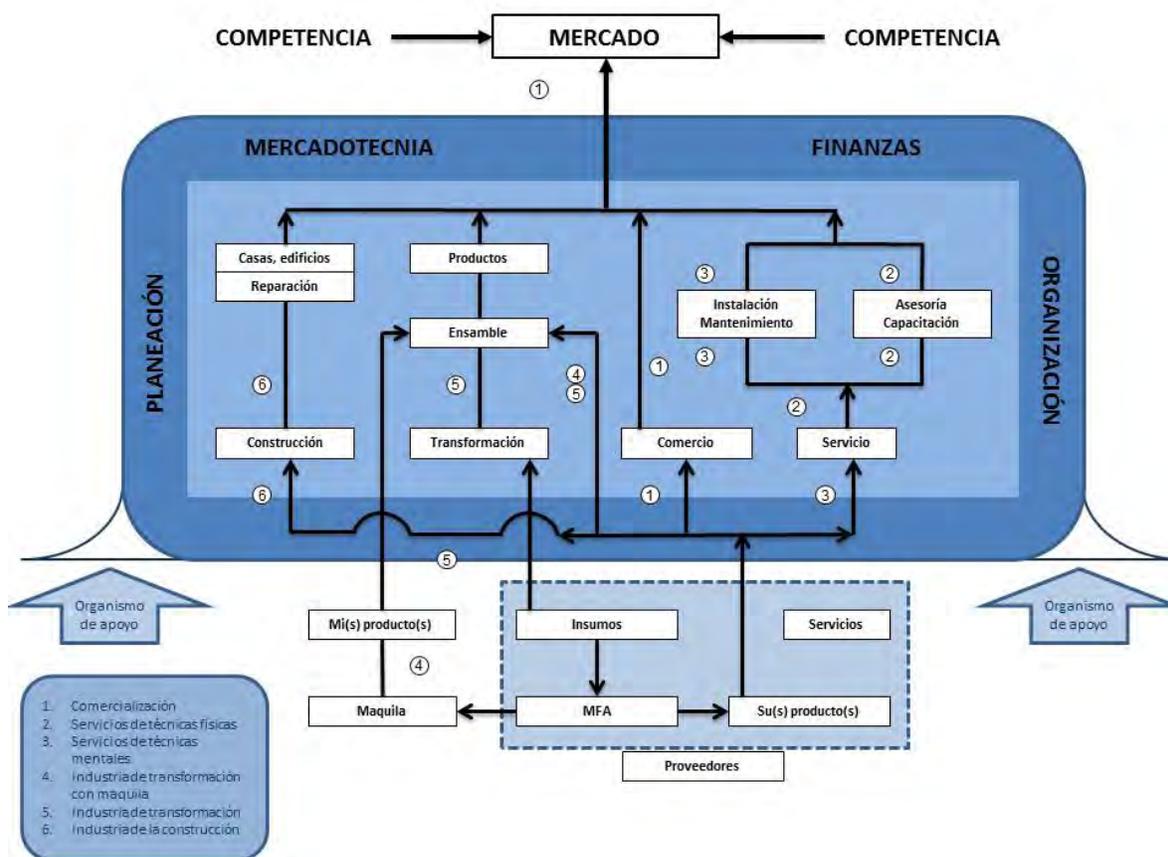


Imagen 2.4-4. (46) Clases de empresas (sectores secundario y terciario)

Por tanto el organigrama más sencillo puede ser de la siguiente manera:



Imagen 2.4-5. Organigrama esencial

A partir de este organigrama esencial, la organización puede crecer horizontalmente, agregando áreas funcionales, como ejemplo se incluye el área de recursos humanos; cada director de área delega verticalmente su autoridad.

Es conveniente añadir los puntos relevantes y pertinentes de las características de las personas que pondrán en marcha el proyecto, dicho análisis ya se vio en parte en el

(46) **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 27.



análisis de mano de obra del estudio técnico. Los puestos pueden ser como se presenta en la tabla siguiente:

Área Funcional	Actividades necesarias para cumplir con los objetivos específicos
Área Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none">-Definir el cliente potencial-Establecer políticas de créditos y ventas-Realizar una comercialización adecuada-Definir y conocer competencia-Efectuar publicidad adecuada
Área de Producción	<ul style="list-style-type: none">-Características del producto-Selección del método de producción-Producción del combustible de manera sustentable para la producción-Mantener el nivel de calidad y bajos costos, en tiempo y forma
Área de Finanzas	<ul style="list-style-type: none">-Calcular costos de la empresa-Pronosticar ventas y margen de contribución-Buscar inversionistas
Área de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none">-Establecer políticas de trabajo-Delimitar responsabilidades y cargos-Buscar el personal idóneo

Tabla 2.4-2. Tabla de planeación de personal

⁽⁴⁷⁾Esta lista tiene por objetivo, dar una visión de la posible expansión de la organización tanto horizontal como vertical:

- a) Administración General
 - Director o gerente general
 - Asistente(s)
 - Secretaria(s)

- b) Mercadotecnia
 - Investigador y analista de mercado
 - Publicista
 - Gerente de ventas
 - Técnico de servicio a clientes
 - Secretaria(s)

- c) Ingeniería de producto
 - Gerente de ingeniería
 - Ingenieros en I+D

⁽⁴⁷⁾ **El Plan de Negocios del Emprendedor**; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag.132-134.



Ingenieros de diseño
Secretaria(s)

d) Calidad

Gerente de calidad
Inspector en jefe
Jefe de laboratorio
Ingeniero de confiabilidad
Analista de datos estadísticos
Secretaria(s)

e) Servicios a producción

Gerente de planta
Programadores de la producción
Ingeniero(s) de producción
Jefe de control de producción
Jefe de control de inventarios
Jefe de mantenimiento
Secretaria(s)

f) Servicios de planta

Personal para atender el comedor
Personal de limpieza
Vigilantes

g) Finanzas

Controlador
Jefe de contabilidad de costos
Jefe de auditoria
Jefe de fiscal
Contador general
Secretaria(s)

h) Recursos humanos

Gerente de recursos humanos
Administrador de sueldos y salarios
Jefe de seguridad industrial
Médico, enfermeras
Jefe de presentaciones
Secretaria(s)

Es muy importante hacer una descripción lo más exacta posible puesto para, cuando se decida iniciar la empresa, buscar la persona que más se ajuste a lo demandado por el puesto y subsanar las deficiencias con capacitación.

Para hacer los presupuestos, costos y gastos del recurso humano existen instituciones que realizan estudios sobre salarios profesionales; para contratar al personal se recomienda al emprendedor recurrir a expertos en la materia.



Los puestos y cantidad de personal requerido dependen de la clase, tamaño y estrategia de producción; la lista anterior es sólo con el objeto de no olvidar ningún puesto y no significa que la empresa los deba tener todos. El estudio de la organización se puede realizar a medida que se avanza en la elaboración del plan de negocios, por esto se completa hasta el final; sin embargo, se puede colocar casi al principio, después de la descripción de la empresa para que el lector del plan tenga siempre presente al recurso humano que la hará funcionar.

2.4.3 PRESENTACIÓN DEL PLAN DE NEGOCIOS

El esfuerzo de haber reunido y generado información para crear una empresa merece un marco digno; ese marco es la presentación del plan de negocios. El plan de negocios es principalmente para uso personal (persona física o moral); sin embargo, debe comprender información suficiente para presentarlo, por ejemplo, a fondos de fomento para el desarrollo industrial, variando el formato que cada institución requiere o presentarlo a inversionistas o incluso a instituciones bancarias para préstamos personales.

⁽⁴⁸⁾El plan de negocio típico contiene una serie de secciones que describen los puntos básicos el funcionamiento planificado de la nueva iniciativa. El nivel de detalle de estas secciones puede variar según el propósito del plan, su receptor, los recursos requeridos y la novedad del proyecto. Algunas de las secciones más accesorias pueden, incluso, desaparecer.

Así, un plan que exija pocos recursos para su despliegue puede permitirse el lujo de ser más sintético que uno que requiera grandes inversiones. Asimismo, un documento dirigido a captar inversiones externas deberá ser más exhaustivo que uno que tan sólo desee ordenar el pensamiento sobre una oportunidad. Por otro lado, la familiaridad con el sector que tengan los receptores del plan también determina su amplitud. Un inversor conocedor del sector dará por sentados determinados aspectos que será necesario aclarar a inversores sin esa experiencia.

Finalmente, los proyectos que presenten productos o servicios totalmente nuevos para el mercado deberán realizar unas explicaciones más minuciosas, dado que se debe educar al receptor sobre las características del mercado y producto, el modelo de negocio, las operaciones y el modelo financiero que se deriva. A continuación se muestran las secciones típicas de un plan de negocio:

Sección	Detalle
1. Resumen	a. Resumen ejecutivo del proyecto
2. Datos de la compañía	a. Antecedentes y justificación del proyecto. b. Equipo promotor. c. Estado actual.

⁽⁴⁸⁾ **Planes de negocio: un instrumento para afianzar el éxito en las start-up;** Cynertia Consulting, http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes_de_negocio-instrumento_para_el_exit_o_en_las_start-up.pdf, 29 agosto 2011, 10:00 hrs.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

3. Actividad de la compañía y producto	<ul style="list-style-type: none">a. Descripción del producto / servicio.b. Modelo de negocio.c. Comparativas del producto.d. Cronograma.
4. Análisis del sector y estrategia	<ul style="list-style-type: none">a. Definición del mercado. Datos de interés.b. Competidores.c. Clientes.d. Análisis FODA.e. Estrategia propuesta.
5. Plan de Marketing	<ul style="list-style-type: none">a. Estrategia de marketing.b. Proposición de valor del producto o servicio.c. Política de precios.d. Previsión de ventas.e. Canales y distribución.f. Plan de comunicación.g. Plan comercial.
6. Operaciones y tecnología	<ul style="list-style-type: none">a. Estrategia de operaciones.b. Desarrollo de producto.<ul style="list-style-type: none">(1) Funcionalidades y arquitectura.(2) Mapa de desarrollo.(3) Costos de desarrollo.c. Plan de operaciones.<ul style="list-style-type: none">(1) Mapa de procesos.(2) Plan de producción.(3) Recursos operativos. Descripción y previsiones.(4) Recursos tecnológicos.(5) Costes operativos.(6) Proveedores y socios.(7) Plan de calidad.
7. Organización	<ul style="list-style-type: none">a. Organización.<ul style="list-style-type: none">(1) Organigrama propuesto.(2) Definición de funciones.(3) Roles y asignación.(4) Control de gestión.b. Recursos Humanos.<ul style="list-style-type: none">(1) Política de recursos



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

	humanos. (2) Plan de retribución. (3) Plan de plantilla.
8. Aspectos jurídicos y sociales	a. Forma jurídica. b. Patentes y marcas. c. Obligaciones fiscales, laborales y administrativas. d. Prevención de riesgos laborales y aspectos medioambientales. e. Responsabilidad social empresarial.
9. Plan financiero	a. Estrategia financiera. b. Bases de cálculo. c. Cuenta de resultados previsional. d. Balances previsionales. e. Presupuesto de tesorería. f. Plan de inversiones. g. Necesidades financieras y uso de los fondos. h. Principales ratios y conclusiones.
10. Inversión	a. Fondos propios actuales. b. Inversión solicitada y condiciones propuestas. c. Órganos de gobierno societario. d. Pactos societarios. e. Estrategia de salida.
11. Próximos pasos	a. Objetivos, fases, actividades e hitos para el despliegue. b. Riesgos.
12. Anexos	Según necesidades

Tabla 2.4-3 .Secciones típicas de un Plan de Negocios

2.4.4 FACTORES DE FRACASO EN LAS NUEVAS INICIATIVAS

⁽⁴⁹⁾Numerosos estudios han analizado las causas del éxito y el fracaso de los nuevos proyectos empresariales. Las causas del fracaso más mencionadas por

⁽⁴⁹⁾ **Planes de negocio: un instrumento para afianzar el éxito en las start-up;** Cynertia Consulting, http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes_de_negocio-instrumento_para_el_exitoy_en_las_start-up.pdf, 29 agosto 2011, 10:00 hrs.



empresarios, consultores, entidades de crédito y capital de riesgo son:

- Problemas organizativos y de negocio.
- Nivel de ventas insuficiente.
- Problemas financieros.

Los problemas organizativos y de negocio pueden lastrar el desarrollo del proyecto. Si no se establece una organización y unos procesos claros, será más difícil que la organización detecte y resuelva las cuestiones competitivas clave. Tampoco se podrán superar esos obstáculos si la empresa no obtiene unos recursos y personal con las capacidades idóneas, a nivel técnico y directivo, para llevar a cabo con éxito el proyecto. Unas ventas insuficientes provocarán que la empresa no pueda cubrir sus costes fijos, lo cual creará un problema en la cuenta de resultados que, antes o después, afectará a la tesorería.

Esas menores ventas pueden deberse a que el mercado crezca a unas tasas inferiores a las previstas. Pero también pueden derivarse de que la penetración efectiva del nuevo producto en el mercado sea menor. Esta menor adopción sería el resultado de sobrevalorar la proposición de valor del nuevo producto en relación a sus competidores y sustitutivos.

En cuanto a los problemas financieros pueden deberse a dos causas principales. La primera son las dificultades en la obtención de financiación del proyecto. Y la segunda son los problemas en la gestión del flujo de efectivo generado por el mismo.

Estos problemas en el flujo de efectivo generado pueden derivarse de problemas en la cuenta de resultados. Aparte de proceder de unas ventas insuficientes, pueden haberse previsto los costos de una forma optimista. Así, se pueden haber estimado unos costes demasiado bajos, ya sean de desarrollo del producto, de esfuerzo comercial para introducirlo, o de haber sobredimensionado la organización para la demanda efectivamente materializada.

Finalmente, la temporización de los cobros y pagos puede diferirse respecto a la prevista. Los retrasos en el proyecto aplazan el momento de arranque de la comercialización, pero también se puede haber estimado un ciclo de venta más corto que el que realmente se acabe dando.

Una vez realizada la venta, los plazos de cobro efectivos pueden alargarse debido a un mayor poder de negociación del comprador, por retrasos en la entrega del producto o servicio, o por retrasos en el cobro del cliente.

Por el otro lado, los plazos de pago de la empresa pueden acabar siendo menores a los previstos si se sobreestima la capacidad de negociación ante los proveedores. Así pues, de no conseguirse unos niveles de ventas, de fondos y un ciclo de caja adecuados, la nueva empresa irá consumiendo poco a poco sus recursos financieros hasta su extenuación.



2.4.5 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS PLANES DE NEGOCIO

⁽⁵⁰⁾ Los criterios que buscan los inversores en los nuevos proyectos son aquellos que contrarrestan los riesgos anteriores. La lista de elementos valorados es muy amplia pero, a modo de resumen, los más importantes se refieren a la personalidad y experiencia del empresario, las características del producto y mercado, y los aspectos financieros.

Las empresas de capital riesgo valoran especialmente la personalidad, experiencia y capacidad del equipo emprendedor. Buscan un equipo compenetrado y que disponga de habilidades en las funciones empresariales necesarias para que el proyecto salga adelante: experiencia comercial y mercadotecnia, en administración y finanzas, y en operaciones e investigación y desarrollo (I+D).

Este equipo debe tener una reputación por los resultados obtenidos en su trayectoria anterior y una experiencia relevante, a ser posible en el sector. La experiencia sectorial proporciona un buen conocimiento de los obstáculos y requisitos operativos y comerciales del negocio así como de las deficiencias y oportunidades en el mercado.

Los inversores valoran que el proyecto esté conectado con las necesidades de los clientes, especialmente que partan de sus problemas. Los proyectos basados en ofrecer soluciones sobredimensionadas a problemas poco importantes o con una diferenciación irrelevante están abocados al fracaso.

Una alta rentabilidad en un mercado con un alto crecimiento resulta muy atractivo a los inversores, dado que es más fácil penetrar en un mercado en ampliación que en uno estable.

Finalmente los inversores valoran enormemente la claridad y el realismo. Se requiere que el plan de negocio sea sencillo y preciso explicando el proyecto. Un emprendedor que sea confuso explicando su proyecto, es posible que no tenga claro el modelo de negocio o la prioridad con la que hay que ir desarrollando sus diferentes posibilidades.

Por otro lado, los inversores buscan planes realistas. Nada genera más sospechas sobre la capacidad y motivaciones de los promotores que los planes de negocio con enormes necesidades de fondos que tienen previsiones de ventas y beneficios excepcionalmente altos.

Se ha encontrado una correlación positiva entre disponer de planes formales y recibir capital externo. También se vio que haber elaborado planes de negocio aumenta las probabilidades de supervivencia y facilita el desarrollo de productos y la organización de la compañía.

Sin embargo no sólo cuenta tener un plan formal sino también la calidad de su contenido y de su implementación. Se vio que la planificación mejoraba dicho rendimiento, entendiendo a esta como el número de meses que los directivos proyectaban los efectos de sus decisiones para evaluar su impacto.

⁽⁵⁰⁾ **Planes de negocio: un instrumento para afianzar el éxito en las start-up;** Cynertia Consulting, [http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes de negocio-instrumento para el exitoy en las start-up.pdf](http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes_de_negocio-instrumento_para_el_exitoy_en_las_start-up.pdf), 29 agosto 2011, 10:00 hrs.



2.4.6 CONCLUSIÓN

Los planes de negocio son documentos que permiten a los emprendedores analizar oportunidades de mercado y diseñar la organización idónea para explotarla. Describen cómo los promotores pretenden sortear los obstáculos a la viabilidad de la iniciativa, en especial los comerciales, financieros, operacionales y organizativos. Por ello se convierten en una herramienta idónea para comunicar y justificar dichas iniciativas a inversores.

Los planes de negocio deben probar que establecen una estrategia y organización claras y razonables para necesidades significativas del mercado, a través de un equipo capacitado para hacer frente a las vicisitudes previstas e imprevistas.

Por estos motivos no son sólo un requisito imprescindible para dirigirse al mercado para captar fondos. Sino que también pueden convertirse en un ejercicio de planificación sólida que aumente las probabilidades de éxito de la empresa.



CASO DE ESTUDIO:

CAPITULO 3:

PLAN DE NEGOCIOS PARA UNA CENTRAL ELÉCTRICA A BASE DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

Como caso de estudio desarrollaremos un *Plan de Negocios para una Central de Energía Eléctrica a Base de Celdas de Combustible* que se pueda aplicar a los sectores industriales y de servicios, ya que el objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar una plataforma base para poder promover el desarrollo de *Energías Renovables* de un estudio teórico a un plan de implementación.

Lo primero que haremos será retomar el *Capítulo 2.1 Producción de Energía en México*, para hacer el estudio de mercado, también hablaremos de las ventajas que podemos ofrecer sobre otros proveedores. Ya en el *Plan de Producción* echaremos mano de los capítulos *2.2 Celdas de Combustible* y *2.3 Obtención de Hidrógeno*, con esta información estimaremos la forma de nuestra planta y estimaremos la producción que necesitamos para volvernos competitivos con respecto a las otras alternativas de generación. Decidiremos la elección de tecnología y el programa de producción, así como la mano de obra necesaria y el personal administrativo.

El plan de financiamiento lo estimaremos el costo de implementar este tipo de tecnología, como los costos preoperativos, de producción y costo total del proyecto, así como los cálculos de requerimiento de financiamiento, si vamos a recurrir a préstamos y socios o podremos financiar con los bonos de carbono o una combinación de dos o todos ellos. Se elaborará un estudio financiero de flujo de efectivo, evaluaremos la recuperación de la inversión y el análisis del punto de equilibrio.

ESTUDIO DE MERCADO

En México corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público; aun así debido a la modificación que tuvo la *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica*, en 1992, es permitida la producción de electricidad por particulares en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, productor independiente de energía, exportación e importación para uso propio, toda vez que no se consideran servicio público de energía eléctrica.

⁽¹⁾Según datos de la *SENER* en el periodo comprendido entre 1999 y abril de 2011 en México se generó electricidad por medio de Hidroeléctricas en un 14%, Termoeléctrica 44%, los Productores Externos de Energía 20%, Generadoras Duales 6%, Carboeléctricas 8%, Nucleoeléctrica 5%, Geotermoeléctrica 3%, y Eoloeléctrica 0.04%.

(1) **Capacidad Efectiva de Generación:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Capacidad_Efectiva_de_Generacion.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



Una comparación importante es entre la generación eólica, núcleo eléctrica, e hidráulica; ya que ⁽²⁾ en nuestro territorio nacional existen 64 Centrales Hidroeléctricas, de las cuales 20 son de gran importancia y 44 son centrales pequeñas, solo hay 2 Eolo eléctricas y 1 Núcleo eléctrica. Tomado como referencia la *Imagen 3-1* podemos ver que aunque existe mayor generación eléctrica por medio de Hidroeléctricas, una central nuclear genera casi un tercera parte de lo que pueden generar las 64 hidroeléctricas y las Eolo eléctricas técnicamente

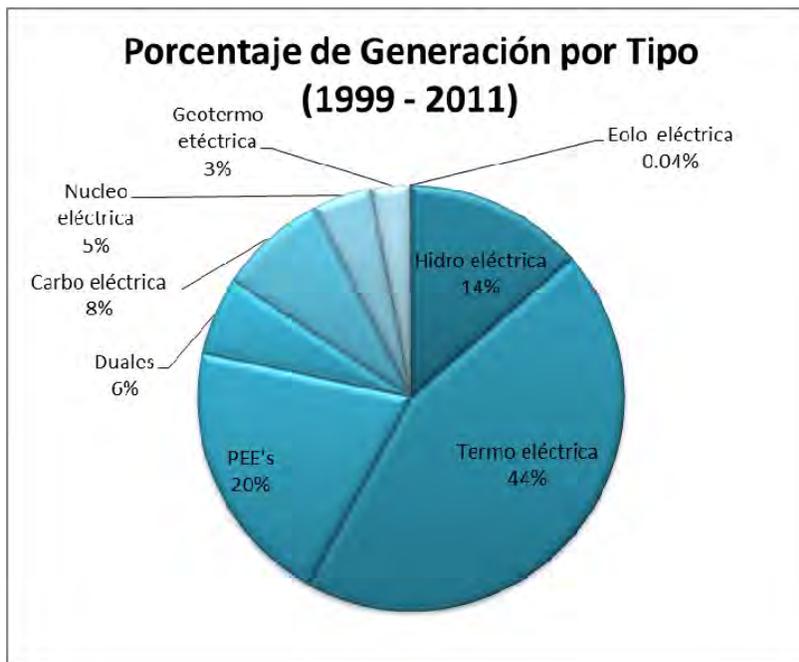


Imagen 3-1. Gráfica de porcentajes por tipo de Generación Eléctrica

no figuran en la gráfica. Es de destacar la capacidad de producción que tienen las núcleo eléctricas, por eso hasta antes de la catástrofe de la Central Nuclear de Fukushima (Japón, 2011) en el mundo se estaban evaluando la construcción de más centrales de este tipo.

Lo que nos interesa es crear una central eléctrica que funcione a base de celdas de combustible, esta se puede desarrollar como un proyecto de *Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*, es decir un proyecto que busque cumplir con las metas de reducción de gases de efecto invernadero (*GEI*). Esta es una de las ventajas de nuestro proyecto sobre otros tipos de generación sustentable, como se les denomina a estas tecnologías amigables con el medio ambiente. Por ejemplo en comparación con la tecnología fotovoltaica, en entrevista telefónica con el *Dr. Arturo Fernández Madrigal, Investigador Titular B del Centro de Investigación en Energía de la UNAM*, comento que actualmente se está trabajando en incrementar la eficiencia de estos dispositivos, ya que hasta el momento es solo del 20%, la de los dispositivos eólicos es del 30%, mientras que la de las celdas de combustible tienen una eficiencia que va del 40% al 60%.

Esta ventaja en eficiencia es lo que es tan atractivo de nuestra elección de tecnología, ya que su combustible, hidrógeno se puede obtener de manera sustentable, lo que potencializa que seamos un proyecto *MDL* y con respecto a las tecnologías fotovoltaicas y eólicas se necesita un menor espacio ya que estas se deben desplegar sobre un gran terreno para poder captar tanto la energía solar como los vientos, además de que nuestra producción sería constante ya que no dependeríamos tanto de condiciones climáticas como las tecnologías antes mencionadas.

(2) [¿Cuántas Plantas Hidroeléctricas tiene México en operación?](http://hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=119:icuantas-plantas-hidroelectricas-tiene-mexico-en-operacion&catid=28:isabias-que&Itemid=59); Hidroenergía . net, http://hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=119:icuantas-plantas-hidroelectricas-tiene-mexico-en-operacion&catid=28:isabias-que&Itemid=59, 22/10/2011, 14:15 hrs.



**TABLA 3-1. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL
VENTAS INTERNAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(Gigawatts - hora)**

	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
Promedio de 1999 a 2011	<u>39,951</u>	<u>12,074</u>	<u>6,210</u>	<u>7,571</u>	<u>57,978</u>	<u>36,247</u>	<u>160,031</u>

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

⁽³⁾En las Ventas Internas de Energía o mejor dicho el consumo eléctrico por hora que cada uno de los sectores demandan, podemos ver en la gráfica de la *Imagen 3-2* que los sectores con menor consumo son el de Servicios (4%), Agrícola (5%), Comercial (7%), después siguen los de gran consumo que son la Gran Industria (23%), Doméstico (25%) y Empresa Mediana (36%).

En cuanto a precios a los que se vende la electricidad, en nuestra nación algunas tarifas están subsidiadas para fomentar el desarrollo del sector que recibe este beneficio.

⁽⁴⁾En la estadística histórica podemos ver que el sector más beneficiado con este subsidio es el sector Agrícola, seguido de la Gran Industria, después el sector Doméstico, y los que tienen una tarifa más alta son la Empresa Mediana, Servicios y Comercial con la tarifa más alta, casi el doble que la Gran Industria.



Imagen 3-2. Gráfica de porcentajes de ventas por sector de consumo

(3) **Ventas Internas de Energía Eléctrica:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Ventas_Internas.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.

(4) **Precios Medios de Energía Eléctrica:** Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Precios_Medios_de_Energia_Electrica.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.



TABLA 3-2. SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL 1_/
PRECIOS MEDIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(Centavos por kWh a precios corrientes)

	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria
Promedio de 1999 al 2011	<u>89.25</u>	<u>195.88</u>	<u>146.84</u>	<u>40.31</u>	<u>103.67</u>	<u>76.50</u>

1_/ Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

Fuente: Secretaría de Energía con datos de Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro

Cruzando la información anterior y dividiendo lo que son el Número de Usuarios entre el Producto por la Venta de Energía podemos obtener un nuevo valor que será el Costo/Beneficio de quien reditúa más al venderle la energía eléctrica. En la siguiente tabla se vierten los datos:

Promedios (1999- abril 2011)	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria
Promedio Miles Usuarios	<u>25,583</u>	<u>3,017</u>	<u>153</u>	<u>107</u>	<u>180</u>	<u>1</u>
Promedio Millones de Pesos Corrientes	<u>35,715</u>	<u>23,535</u>	<u>9,155</u>	<u>3,023</u>	<u>60,774</u>	<u>27,002</u>
Miles de Usuarios / Millones de Pesos Corrientes	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>60</u>	<u>28</u>	<u>338</u>	<u>27,002</u>

Tabla 3-3. Miles de Usuarios / Millones de Pesos Corrientes

De esta tabla podemos ver que aunque el sector doméstico es el que más usuarios tiene es el que menos reditúa en una relación de número de usuarios/producto de venta, esto es porque dicho sector es el que está más subsidiado en el país, así como el sector comercial, aunque representa ocho veces más que el doméstico está muy por debajo de otros como la Mediana Empresa y el de Gran Industria, que resulta ser el más redituable en esta relación.

Como estamos desarrollando un Proyecto de Energía Sustentable de manera redituable con la tabla anterior podemos decidir que la producción de nuestro proyecto se centre en la venta de energía a los sectores de Mediana Empresa y Gran Industria. Y lo podremos hacer en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, productor independiente de energía, exportación e importación para uso propio.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Tabla 3-4. *INVERSIONISTAS – PRODUCTORES EXTERNOS DE ENERGÍA					
Proyecto	Tecnología	Licitante ganador	Arreglo (TGxGVRCxTV)	Operación comercial	Capacidad demostrada (MW)
Mérida III	CC	AES	2x2x1	2000	484
Hermosillo	CC	Union Fenosa	1x1x1	2001	250
Saltillo	CC	EDF International	1x1x1	2001	247,5
Tuxpan II	CC	Mitsubishi	2x2x1	2001	495
Río Bravo II	CC	EDF International	2x2x1	2002	495
Bajío (El Sauz)	CC	Intergen	2x2x1	2002	495
Monterrey III	CC	Iberdrola	1x1x1	2002	449
Altamira II	CC	Mitsubishi EDFI	2x2x1	2002	495
Campeche	CC	TransAlta	1x1x1	2003	252,4
Naco Nogales	CC	Unión Fenosa	1x1x1	2003	258
Rosarito 10 y 11	CC	Intergen	3x3x1	2003	489,1
Tuxpan III y IV	CC	Unión Fenosa	(2x2x1)x2	2003	983
Altamira II y IV	CC	Iberdrola	(2x2x1) x2	2003	
Chihuahua III	CC	TransAlta	2x2x1	2003	259
Río Bravo III	CC	EDF International	2x2x1	2004	495
Río Bravo IV	CC	EDF International	2x2x1	2005	500
La Laguna II	CC	Iberdrola	2x2x1	2005	498
Valladolid III	CC	Mitsui	2x2x1	2006	525
Altamira V	CC	Iberdrola	2x2x1	2006	1121
Tuxpan V	CC	Mitsubishi	2x2x1	2006	495
Tamazunchale	CC	Iberdrola	2x2x1	2007	1135
Norte Durango	CC	Gas Natural	2x2x1	2010	450

*De la capacidad efectiva instalada de generación incluyendo la zona centro, 22.67% corresponde a Productores Externos de Energía (PEE), la cual incluye 22 centrales en operación comercial.
<http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/Paginas/Inversionistas.aspx 18/11/2011>

De los productores externos de energía podemos ver que ellos producen electricidad a partir de centrales de ciclo combinado, es decir generación de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas producto de una combustión.

En una central eléctrica el ciclo de gas genera energía eléctrica mediante una o varias turbinas de gas y el ciclo de vapor de agua lo hace mediante una turbina de vapor. El principio sobre el cual se basa es utilizar los gases de escape a alta temperatura de la turbina de gas para aportar calor a la caldera o generador de vapor de recuperación, la que alimenta a su vez de vapor a la turbina de vapor. La principal ventaja de utilizar el ciclo combinado es su alta eficiencia, ya que se obtienen rendimientos superiores al



rendimiento de una central de ciclo único y mucho mayores que los de una de turbina de vapor.

Este tipo de centrales que en años recientes han demostrado gran eficiencia y procesos menos contaminantes ya que usan nuevos filtros y procedimientos para reducir la emanación de gases de efecto invernadero (GEI), no es un tipo de generación muy sostenible ya que depende en su totalidad del consumo y combustión de gas natural enriquecido, obtenido de la extracción petrolera. También esto tiene que ver mucho con la economía del país, ya que aunque México es un país con recursos petroleros, el gas natural que se extrae no es de gran capacidad calórica (BTU), por eso en su mayoría se importa gas de países como Bolivia para poder suministrar sobre todo a la industria. De hecho la *SENER* tiene acuerdos con los Proveedores Externos de Energía para suministrarles a través de *PEMEX* con tarifa especial de gas natural y contratos con vigencia de 25 años.

El modelo de generación que usaremos es en concepto una generación sustentable por lo que tomaremos como referencia otro tipo de generación que esté vigente en el país, es decir generación eólica, por tanto proyectaremos nuestra central eléctrica con capacidades competitivas con este tipo de centrales.

Nombre de la central	Número de unidades	Fecha de entrada en operación	Capacidad efectiva instalada (MW)	Ubicación	TIPO DE GENERACIÓN
Guerrero Negro	1	02-abr-82	1	Mulegé, Baja California Sur	EOLOELÉCTRICA
La venta	104	10-nov-94	85	Juchitán, Oaxaca	EOLOELÉCTRICA

Tabla 3-5. Eoloeléctricas

Esta será la capacidad a emular, no se pretende sustituir o sabotear este tipo de generación, solo ampliar el abanico de energías renovables en el país.

Por tanto nos pondremos como meta de generación la *Capacidad Efectiva Instalada de 85 MW*. Ya que de esta manera demostraríamos que las celdas de combustible es una buena opción de generación sostenible comparable a las otras tradicionales.



Aspectos Técnicos de la Celda de Combustible Pure Cell 400:

Análisis de la Celda

La celda de Combustible elegida para aplicar en este proyecto será la celda de combustible **PureCell 400** de *United Technologies Corporation (UTC)*, que es un conglomerado multinacional estadounidense con sede en Hartford, Connecticut. Este conglomerado se dedica a la investigación, desarrollo y fabricación de productos de alta tecnología, tanto para el sector militar con la fabricación de helicópteros y motores de avión, como para el sector civil con la fabricación y desarrollo de celdas de combustible. Su principal fuente de ingresos proviene de la venta de productos tecnológicos al sector militar, con la fabricación de helicópteros (por ejemplo el *UH-60*), motores y misiles.

La *PureCell 400* es una celda de combustible de Ácido Fosfórico tipo planta de energía que puede emplearse para distribuir energía y calor para diversas aplicaciones. Tiene la capacidad de producir 400 kW de potencia continua, mientras que el calor residual producido por su operación puede ser utilizado para otras aplicaciones como calentar agua. Está diseñada para alimentarse del Gas Natural, por medio de una regeneración catalizado dentro de sí misma se obtiene un gas rico en hidrógeno que se entrega en el lado del ánodo de la celda de combustible.

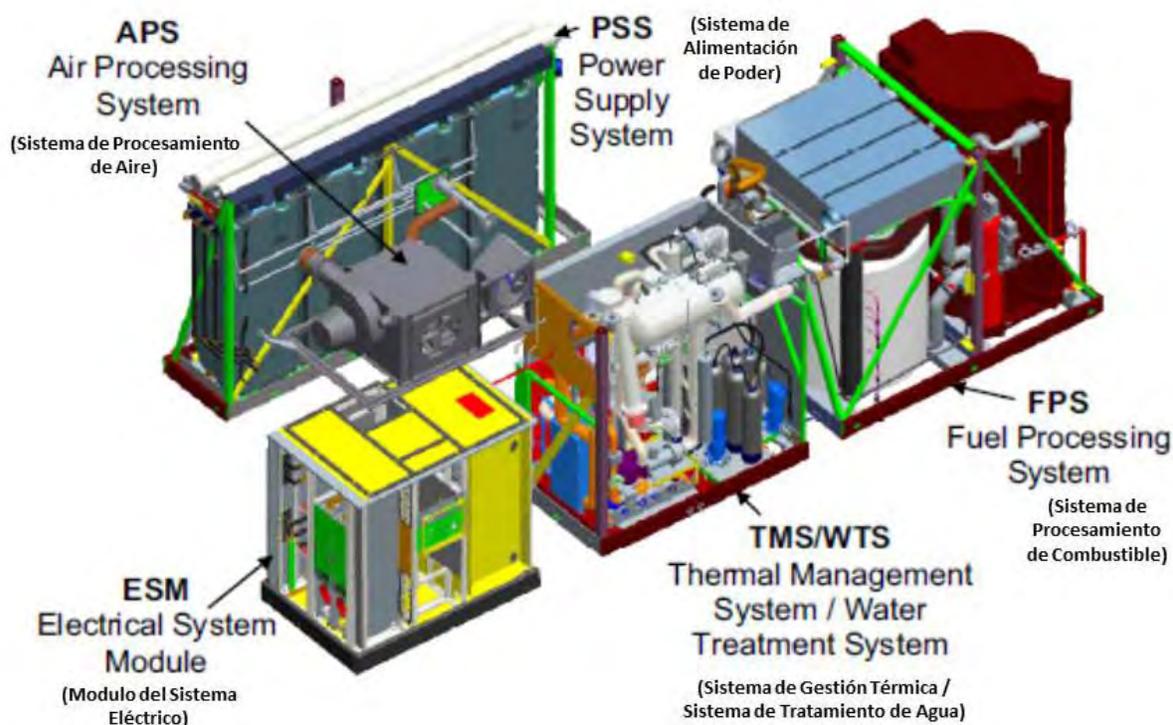


Imagen 3 -3. Esquema de la Pure Cell 400.



Sistema de Procesamiento de Combustible

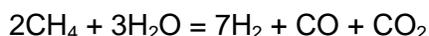
Este proceso se lleva a cabo dentro del módulo del Sistema de Procesamiento de Combustible (Fuel Processing System (FPS)) que incluye las siguientes componentes:

- **Hydro-desulfurizador**

El sistema desulfurizador elimina el azufre que es usado como olor para detectar el gas natural. El azufre es dañino para los catalizadores utilizados en los sistemas de celdas de combustible. Este sistema también elimina pequeñas cantidades de oxígeno en el gas.

- **Reformador de Vapor**

En este componente se usa agua (H₂O), obtenida de la misma celda de combustible, que se combina con el gas natural para obtener el hidrógeno (H₂) y metano (CH₄), de aquí se deriva también monóxido de carbono y dióxido de carbono, si el gas natural contiene nitrógeno también se creara una pequeña cantidad de amoníaco.



- **Convertidor Integrado de Cambio a Baja Temperatura**

El Convertidor Integrado de Cambio a Baja Temperatura (Integrated Low-Temperature Shift Converter (ILS)) genera hidrógeno adicional a través de una reacción agua-gas en el que se convierte el monóxido de carbono (CO) y el agua (H₂O) en hidrógeno (H₂) y bióxido de carbono (CO₂). El contenido de monóxido de carbono (CO) reducido minimiza su efecto adverso en el rendimiento pila de combustible.



- **Lavador de Amoníaco**

Una característica importante de esta celda de combustible es el dispositivo de reducción de amoníaco o de lavado, diseñado para minimizar el amoníaco que entra en el lado del ánodo de la pila de combustible. El amoníaco se forma por el nitrógeno presente en el gas natural. El depurador de amoníaco aumenta la tolerancia del sistema al contenido de nitrógeno, aumentando la vida de pila de combustible pila a 10 años.

- **Condensador**

El condensador recupera el vapor de agua mezclado con el sistema de escape. Esta agua, que fue producida en la reacción de celda de combustible, se devuelve al Sistema de Tratamiento de Agua y, finalmente, se convierte en la fuente de agua utilizada en el Reformador de Vapor y el Lavador de Amoníaco. El calor recuperado en el condensador es también una fuente de calor a bajo grado para poder calentar algún fluido suministrado por el cliente.

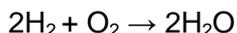


Sistema de alimentación

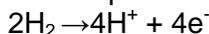
Esta celda de Ácido Fosfórico al igual que otras celdas de combustible, está construida de numerosos elementos que se repiten. Cada celda se compone de un arreglo de matrices que contienen un electrolito de ácido fosfórico (H_3PO_4), una capa anódica y una capa catódica.

El combustible de hidrógeno fluye en la celda a través de canales de flujo en una placa de separación. La placa separadora de gas proporciona la separación entre el ánodo y el cátodo entre las celdas que se repiten. El hidrógeno interactúa electroquímicamente con el catalizador del ánodo para liberar un electrón de los átomos de hidrógeno de entrada. El ácido fosfórico absorbido por el material de la matriz forma un electrolito de conductor de protones que los lleva a través del cual los protones de hidrógeno restante emigran a la capa de catalizador del cátodo. El electrón es forzado a fluir alrededor del electrolito, creando una corriente eléctrica. El oxígeno que se consume en el proceso se obtiene por el flujo de aire en los canales de la placa separadora en el lado del cátodo de la célula. En el cátodo se efectúa la reacción electroquímica que permite la recombinación del protón con un electrón para formar la molécula de agua resultante.

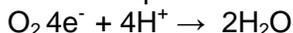
Reacción Básica de la Celda de Combustible



Reacción Electroquímica del Ánodo



Reacción electroquímica del Cátodo



El módulo del sistema de alimentación contiene las cuatro pilas de celda de combustible que forman el corazón del modelo 400. Esta celda de combustible es un conjunto de cuatro celdas que contienen cada una 376 células individuales, cada conjunto de células es capaz de generar más de 100 kW de energía eléctrica. Los cuatro pilas son conectadas eléctricamente en serie y en conjunto generan un alto voltaje de corriente continua.

El hidrógeno reformado y el aire fluyen a cada celda en paralelo de tal manera que el nivel de potencia de salida es la misma en las cuatro. El agua producto de la reacción de la celda de combustible sale del conjunto de las celdas como un gas remanente de este proceso. El calor generado durante la reacción se elimina con agua que fluye a través de placas de refrigeración aisladas que están ensambladas a lo largo de toda la celda.

Sistema de Gestión Térmica / Sistema de Tratamiento de Agua

El *Sistema de Gestión Térmica / Sistema de Tratamiento de Agua* mantiene el equilibrio térmico en el suministro de enfriamiento de agua en la celda de combustible y los sistemas de balance de planta. El vapor generado en el circuito de las celdas se transfiere al Sistema de Procesamiento de Combustible para su uso en el proceso de



reforma del gas natural. El Sistema de Gestión Térmica incluye dos recuperadores de calor, intercambiadores de calor y los controles, y la interfaz para rechazar el calor en el módulo de refrigeración Modelo 400.

El calor recuperado en el proceso de la celda de combustible es proporcionado al cliente, tanto en bajo y alto grado. El alto grado de calor se genera en el circuito de refrigeración de células de celdas y es capaz de calentar líquidos suministrados por el cliente hasta 250 ° F (121 ° C). El alto grado de calor constituye aproximadamente el 45% del calor total disponible del sistema. El bajo grado de calor es generado principalmente en el condensador y es capaz de calentar líquidos entre 140 ° y 170 ° F (60 ° - 77 ° C) en función de varias condiciones. El bajo grado de calor está disponible sin usar de alto grado de calor.

El sistema de Tratamiento de Agua provee agua a todo el proceso en la calidad adecuada para la celda de combustible y el equilibrio de la planta. Esto se hace circulando el agua recuperada a través de una serie de botellas desmineralizadoras. El agua de reposición no es normalmente necesaria cuando se trabaja a una temperatura ambiente por debajo de los 86 °F (30 °C), a temperaturas superiores el agua de reposición es obtenida en las mismas botellas desmineralizadoras.

Módulo del Sistema Eléctrico

El Módulo del Sistema Eléctrico funciona como el Sistema de Acondicionamiento de Potencia y el controlador de funcionamiento de la celda entera. El voltaje de *Corriente Directa* se recibe de las celdas de combustible y es invertido para proporcionar 480 VAC, 60 Hz, en una salida trifásica a las instalaciones del cliente. El sistema de inversor se sincroniza automáticamente con el sistema eléctrico de la construcción (red pública), sin necesidad de equipos de sincronización separada. El Módulo del sistema Eléctrico también proporciona una interfaz independiente de 480 V para alimentar la carga de los clientes de manera independiente, para casos donde los clientes estén conectados o no a la red esté disponible. En caso de falla de la red eléctrica, la celda de combustible hace la transición a la red independiente para la operación en unos pocos segundos, y con carga suficiente para cumplir con los requisitos de un sistema independiente. El controlador de la celda se encuentra en el *Modulo del Sistema Eléctrico*, proporcionando control autónomo y remoto desde el centro de control de *UTC Power* (la empresa fabricante) a través del sistema de monitoreo a distancia suministrado por separado.

Sistema de Tratamiento de Aire

La función principal del *Sistema de Tratamiento de Aire* suministra el aire filtrado del proceso hacia el cátodo de las pilas de combustible y del quemador de reformador de gas natural. Un ventilador centrífugo de baja presión proporciona el flujo de aire necesario. El aire de ventilación también se suministra a los compartimientos de combustible y el motor situado dentro del recinto para enfriar y ventilar adecuadamente los componentes situados en su interior. En el caso de una fuga en este recinto, el flujo de aire proporcionado por los ventiladores del *Sistema de Tratamiento de Aire* sirve para evacuar del sistema cualquier mezcla con el combustible que se pueda dar.



Módulo de Refrigeración

El modelo 400 incluye un sistema enfriador de aire seco a distancia para garantizar la completa disipación de calor y la refrigeración del sistema de la celda de combustible, el módulo de refrigeración cuenta con seis ventiladores que se alimentan directamente de la central eléctrica como una carga subsidiaria interna, el funcionamiento del módulo de enfriamiento no reduce la potencia neta del modelo 400. Los ventiladores funcionan a velocidad variable y se controla automáticamente para mantener la temperatura interna del sistema. La recuperación de calor por parte de los clientes reduce la carga total en el módulo de refrigeración.

Aunque se sitúa a distancia del módulo de potencia, el módulo de refrigeración está diseñado como un componente integral del sistema de refrigeración de baja temperatura del sistema de Gestión Térmica. La bomba, válvula de seguridad y mandos necesarios para manejar el líquido de refrigeración de glicol se encuentran dentro del modelo. El módulo de refrigeración incluye un componente de expansión del tanque y un interruptor de desconexión eléctrica. El módulo de refrigeración puede ser ubicado a una distancia de hasta 250 pies con una columna de 2.5 pulgadas (de ida y vuelta). Un sistema de instalación de refrigeración central puede ser utilizado en lugar del módulo de refrigeración por aire, pero es imperativo que el sistema de torre central tenga respaldo de poder de emergencia para que siga funcionando durante los cortes de la red de suministro.

Sistema de Monitoreo Remoto

La celda se comunica a través de *Internet* al *Centro de Control* de la *UTC Power* para que este pueda tener acceso remoto a los datos de funcionamiento de la celda y permitirle a este un control limitado sobre ella, incluyendo la puesta en marcha, la potencia de salida y comandos para apagado. La celda puede "llamar" de forma independiente para alertar a los técnicos de parámetros que están fuera de límite, estado y necesidad de mantenimiento. El Sistema de Monitoreo Remoto también permite al cliente acceder al sitio web para ver el estado de operación de la celda.

Capacidad Eléctrica

La *Pure Cell 400* tiene la capacidad de proveer una producción neta de 400 kW durante 10 años antes de requerir mantenimiento mayor. Para su puesta en marcha se necesita que esté conectada a una red de distribución independiente que le proporcione una carga máxima de 158 kW (aproximadamente 70kW promedio) por un periodo de alrededor de 5 horas.

El modelo 400 puede funcionar en paralelo conectado con la red de suministro eléctrico (red interactiva) y también servir de apoyo a la red independiente de energía cuando la red eléctrica falla. Su configuración de salida es de 480 VAC, 60 Hz, 3-hilos. La celda también se puede utilizar con clientes con sistemas de 4 hilos.

Para aplicaciones que requieren múltiples modelos de 400 para operar juntos como una sola entidad, en modo de generación independiente de la red, es requerido un



sistema de control opcional llamado Unidad de Multi-Carga Compartida, que se compone de un Controlador de Vigilancia (CV), controladores inversores de carga compartida (localizados al interior de la celda de combustible), y dispositivos de corte de energía (switches) y sistemas de protección. En una configuración de Unidades de Multi Carga Compartida.

¿Cómo ha funcionado la celda selecciona cuando se aplica?:

Análogos de aplicación de la Pure Cell 400

Estudio de Caso. Edificio Octagon, Roosevelt NY

Este edificio esta localizado en la isla de Roosevelt en la Ciudad de Nueva York, EEUU, es un edificio residencial galardonado con el *LEED-Silver Certification* por su excelencia en diseño y consiente construcción ambientalmente sostenible. Este edificio que se encuentra frente al mar, fue planeado para tener un bajo impacto ambiental bajo el concepto de ecodiseño, muchos de sus materiales y acabados fueron reciclados de otros edificios e incorporó tecnologías sustentables para proveerse de energía y ahorrar recursos.

Las tecnologías que incorporó para energizarse son *turbinas submarinas para mareas* (dispositivo que usa la fuerza de una corriente marina para mover el rotor de un generador eléctrico), *celdas fotovoltaicas* y *celdas de combustible*.

Gracias al apoyo del Arq. Bruce Becker del despacho Becker+Becker responsable del proyecto en la isla Roosevelt, se obtuvo la información económica de la implementación de energías sustentables fotovoltaica y de celda de combustible en este edificio y en otro que sirvió análogo para el desarrollo del Edificio Octagon.

El Edificio Octagon tiene un techo con paneles solares con capacidad de generar 50 kW (la más alta de Manhattan) con un costo total de instalación de \$742,170 USD y para su adquisición tuvieron un incentivo de \$692,800 USD. La producción anual de 50,000 kWh es equivalente a un 5% de la demanda total del edificio.

Por ejemplo si comparamos lo que cuesta la misma cantidad de energía comprada a la compañía encargada de suministrar energía eléctrica al área de Nueva York (ConEdison) equivaldría a \$8,500 USD anuales. Por lo tanto esta tecnología se pagaría por si sola en 90 años, pero con los incentivos y subsidios se pagará en 6 años.

Para la adquirir la celda de combustible se conto con un incentivo de la NYSERDA (New York Energy Research and Development Authority) que es un organismo de la Ciudad de Nueva York que promueve la eficiencia energética y la energía renovable en dicha ciudad, además se conto con un crédito en impuestos federales de alrededor de \$3,000.00 USD por kWh generado, que equivalió al 30% del costo de la instalación, es decir \$900,000.00 USD.



UNAM
 PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
 CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
 Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

La celda fue conectada a las instalaciones mecánicas, eléctricas y demás sistemas de plomería del edificio y este proceso tardó 3 meses. Esta celda tiene la capacidad de proveer el 100% de la demanda de las 500 residencias y las áreas comunes del edificio, el exceso se puede de la carga generada se puede regresar a la red pública, pero no se obtiene beneficio económico por esto. El calor residual generado por la celda de combustible es usado para calentar agua que a su vez sirve para el sistema de calefacción doméstico y de áreas comunes.

La celda de combustible tiene un peso aproximado de 30 toneladas y tuvo un costo de \$2,175,000.00 USD más sus gastos de conexión que al final sumaron un total de \$3,000,000.00 USD; el costo de la energía ahorrada es de \$221,500.00 USD anuales.

Sin los incentivos el tiempo de recuperación económica de aplicación de esta tecnología hubiera sido de 14 años, con los incentivos será de 5 años, aunque no se incluye la revisión de la celda a los 10 años de funcionamiento.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS											
Incentivo NYSERDA		\$1,200,000									
Credito de Impuestos Federales		\$900,000									
Costo Electricidad Ahorrada*		\$221,500	\$228,145	\$234,989	\$242,039	\$249,300	\$256,779	\$264,483	\$272,417	\$280,590	\$289,007
EGRESOS											
Celda de Combustible	-\$2,175,000										
Instalación	-\$825,000										
Operación		\$2,321,500	\$228,145	\$234,989	\$242,039	\$249,300	\$256,779	\$264,483	\$272,417	\$280,590	\$289,007
Resultados de Operación Consecutiva	-\$3,000,000	-\$678,500	-\$450,355	-\$215,366	\$26,673						
Recuperación de la Inversión		5 años									

* Incremento del 3% anual en el costo eléctrico

Tabla 3-6. Recuperación económica del edificio en Isla Rosswell, NY, EE.UU

Otro análogo a analizar es el edificio ubicado en la calle 360 de New Haven, Connecticut, EEUU. Este edificio fue construido entre 2008 y 2010, para su construcción también contó con incentivos para aplicación de tecnologías de energía renovable igual que el edificio anterior (Crédito de Impuestos Federales para Celdas de Combustible).

El techo de este edificio también cuenta con celdas fotovoltaicas y produce alrededor de 100 kW que equivalen al 3% de la demanda eléctrica del proyecto. El costo de aplicación de esta tecnología fue de \$1,000,000.00 USD aunque los incentivos equivalieron al 30% del costo de la aplicación tecnológica; el costo de la energía ahorrada es de \$12,300.00 USD, por lo cual el tiempo de recuperación sería en 50 años.

Este edificio también cuenta con una celda de combustible de ácido fosfórico de 400 kW, y fue la primera aplicación residencial que tuvo este tipo de tecnología, al igual que en edificio anterior la celda fue conectada a los sistemas mecánicos, eléctricos y de



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

plomera del edificio, y el calor residual se emplea para la calefacción de las áreas comunes y las viviendas, el resto del calor se guarda en tanques de almacenamiento térmico para su uso y/o venta.

Esta celda proporciona electricidad a áreas comunes del edificio aunque para esto solo se emplea el 65% de su capacidad, el exceso de la carga generada se envía a la red local y se recibe retribución económica por esto. La carga no se envía a las viviendas del mismo edificio debido a que en Conneticut no se permite cobrar directamente a usuarios individuales por que perderían los apoyos del gobierno.

El total de la inversión por la instalación de la celda fue de \$3,500,000.00 USD, de ellos \$1,875,000.00 fueron por la adquisición de la celda y genera un ahorro económico de energía anual de \$295,000.00 USD, lo que lleva a una recuperación de inversión en 6 años, sin los subsidios la recuperación sería en 13 años.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS											
CT CEF Grant		\$985,000									
Credito de Impuestos Federales		\$900,000									
Costo Electricidad Ahorrada*		\$295,338	\$304,198	\$313,324	\$322,724	\$332,406	\$342,378	\$352,649	\$363,228	\$374,125	\$385,349
Ingresos por ventas RECs		\$50,000	\$40,000	\$32,000	\$25,600	\$20,480					
EGRESOS											
Celda de Combustible	-\$1,875,000										
Instalación	-\$1,625,000										
Resultados de Operación Consecutiva		\$2,230,338	\$344,198	\$345,324	\$348,324	\$352,886	\$342,378	\$352,649	\$363,228	\$374,125	\$385,349
Recuperación de la Inversión	-\$3,500,000	-\$1,269,662	-\$925,464	-\$580,140	-\$231,816	\$121,070					

Payback 6 Años
* Incremento del 3% anual en el costo eléctrico

Tabla 3-7. Recuperación económica del edificio en New Heaven, Conneticuts, EEUU

Como podemos ver en estos dos ejemplos las celdas de combustible se están empezando a emplear para usos de viviendas o mejor dicho conjuntos residenciales, no solo eso sino que se ha incrementado la potencia para poder cubrir las necesidades más demandantes como lo son lo de una comunidad urbana, por lo cual en la práctica se ve que es una tecnología renovable eficiente tanto en capacidad como en economía con respecto a otras tecnologías también renovables, como la fotovoltaica. También se puede ver que el éxito económico y posibilidad de aplicación de estas tecnologías depende mucho de los subsidios de organizaciones y gobiernos ya que siguen siendo muy costosas.



Decisión sobre el Rumbo a seguir:

Plan B: Diseño de Nuevos Escenarios

Para ser competitivos con otras formas de generación sustentable nos compararemos con la *Central Eoloeléctrica de La Venta (Juchitán, Oaxaca)*, que tiene una capacidad efectiva instalada de 85 MW, para alcanzar esta capacidad con nuestra celda de combustible *Pure Cell 400* de capacidad de 400kW necesitaríamos 212.5 unidades de esta ó 213 para redondear, que por características técnicas en el momento actual no es factible tener trabajando tantas celdas de este tipo mismo tiempo, ya que se necesitaría desarrollar la tecnología de operación en conjuntos tan grandes, que por el momento no esta disponible.

Por lo tanto la idea de crear una central eléctrica a base de celdas de combustible no es factible en este momento, aun en proyección de un plan de negocios, pero podemos hacer algo más pequeño, podemos optar por un proyecto de autogeneración, que es para la que la *Pure Cell 400* esta diseñada y como pudimos ver en los análogos son bastante eficaces y redituables.

Un Plan de Negocios es dinámico y cambiante, es decir adaptable a nueva información, condiciones y/o características del mercado, el objetivo es sobrevivir y seguir la dinámica de creación con el fin de establecer el negocio. Por lo cual haremos el ejercicio de elaborar un plan de negocios para autogeneración aplicado a la Ciudad Universitaria de la UNAM.

Sistema eléctrico de Ciudad Universitaria, UNAM

Ciudad Universitaria tiene una tarifa de consumo eléctrico tipo **H-M** es decir una *Tarifa Horaria para Servicio General en Media Tensión*, con demanda de 100 kW o más. El campus al día de hoy se suministra de energía eléctrica a través de 3 subestaciones eléctricas:

- Subestación 1:** Da servicio al casco original del campus (Rectoría, Estadio Universitario, Biblioteca Central, zona de las Islas, facultades y edificios aledaños.
- Subestación 2:** Da servicio a las facultades, edificios e institutos ubicados cerca del Circuito Exterior de CU.
- Subestación 3:** Da servicio a la Zona Cultural del campus CU de la UNAM.

Se tomará la *Subestación 1* para hacer el ejercicio de proyección de autogeneración eléctrica a base de celdas de combustible y sustituir el consumo de energía que se le hace a la CFE.



Con la colaboración del Ing. Mario Ugalde de la DGO-UNAM pude tener acceso a las facturas eléctricas de la *Subestación 1* referentes a 2010 y 2011 para poder hacer el análisis referente a la Demanda Máxima y pago por Consumo Eléctrico.

Tabla 3-8. Comportamiento de Consumo Eléctrico de la Subestación 1 de Ciudad Universitaria 2010*

Mes	Demanda Máxima Base (kW)	Demanda Máxima Intermedia (kW)	Demanda Máxima Punta (kW)	Demanda Máxima Facturable (kW)	Consumo Total kWh	Precio Medio	\$ Pagado (existe factura)
ene-10				5098	1,776,750	1.548	
feb-10				5533	2,527,680	1.4743	
mar-10				5533	1,271,888	1.6627	
abr-10				5302	2,700,960	1.4414	
may-10				5415	2,830,050	1.3545	
jun-10	3,267	5,745	4,365	5218	2,765,220	1.3592	
jul-10				4800	2,100,720	1.4685	\$3,578,384.97
ago-10				5010	2,697,720	1.3954	
sep-10				5269	2,619,000	1.4122	
oct-10	2,822	3,122		5290	2,802,810	1.3112	\$4,236,882.89
nov-10	3,174	5,787	5,784	5785	2,639,640	1.4512	\$4,443,544.40
dic-10				5528	2,332,560	1.4451	

*Información obtenida de facturas de consumo eléctrico de CFE proporcionadas por la DGO-UNAM

Tabla 3-9. Comportamiento de Consumo Eléctrico de la Subestación 1 de Ciudad Universitaria 2011*

Mes	Demanda Máxima Base (kW)	Demanda Máxima Intermedia (kW)	Demanda Máxima Punta (kW)	Demanda Máxima Facturable (kW)	Consumo Total kWh	Precio Medio	\$ Pagado (existe factura)
ene-11				5387	2,532,420	1.4747	\$4,332,018.00
feb-11				5642	2,514,000	1.521	
mar-11				5743	2,816,580	1.534	\$5,012,082.00
abr-11	3,267	6,039	5,157	5422	2,574,810	1.4552	\$4,358,490.00
may-11	3,282	6,270	5,052	5418	2,895,330	1.507	\$5,061,382.04
jun-11	3,207	5,829	4,665	5015	2,718,240	1.5418	\$4,861,571.00
jul-11	3,171	5,082	3,858	4226	2,050,200	1.6227	
ago-11				5004	2,722,410	1.5332	\$3,859,195.00
sep-11	3,099	5,760	4,746	5051	2,598,060	1.5856	\$4,778,478.00

*Información obtenida de facturas de consumo eléctrico de CFE proporcionadas por la DGO-UNAM



De estos datos estadísticos obtenemos las siguientes gráficas:

Demanda Máxima por Horario Subestación 1 Ciudad Universitaria, 2010

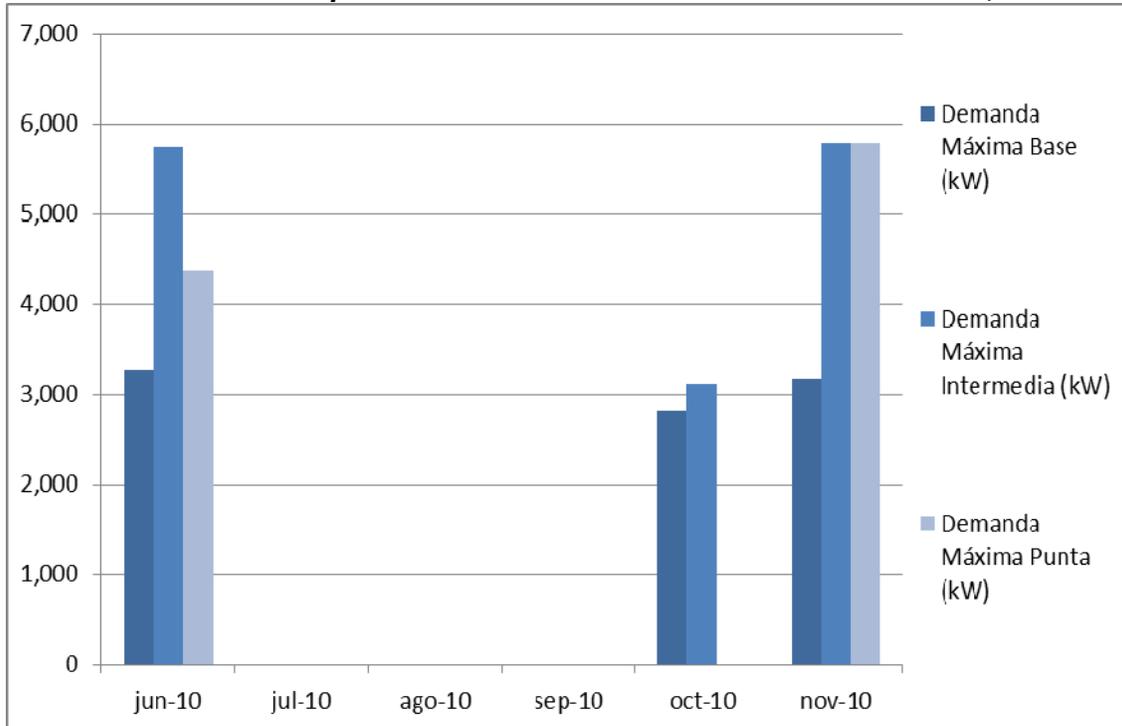


Imagen 3-4. (*Los meses sin barras es por que no se obtuvieron los datos)

Demanda Máxima por Horario Subestación 1 Ciudad Universitaria, 2011

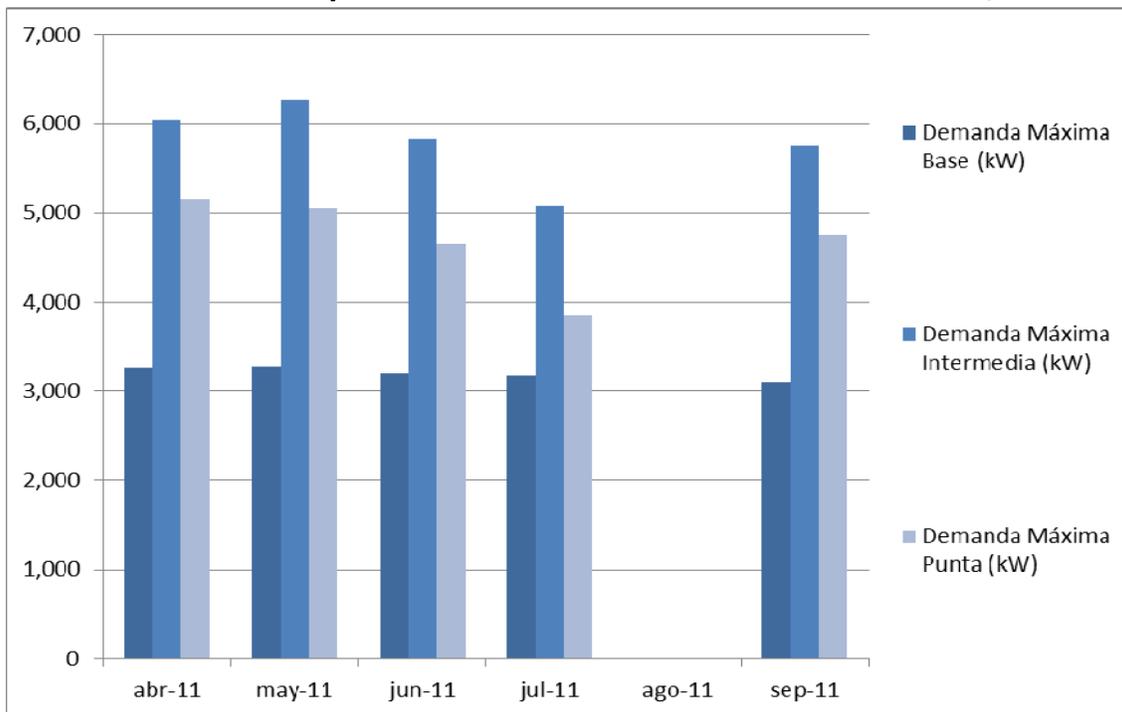


Imagen 3-5. (*Los meses sin barras es por que no se obtuvieron los datos)



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Como podemos ver con respecto a 2010 en 2011 se incremento el uso de energía eléctrica, aspecto que también se reflejo en el incremento del pago por energía que se tuvo que hacer.

Cabe mencionar que CFE cobra distinto el servicio eléctrico dependiendo el horario y día en que la suministra, es decir en *Horario Base* el costo por distribuir y producir energía es menor y básicamente esta se usa para iluminación; el que sigue es el *Horario Intermedio* que es periodo donde muchas actividades se dan, la tarifa más cara se da en el periodo de *Horario Punta* que es cuando a CFE le cuesta más producir y distribuir energía por tanto también cobra más caro por el servicio, casi el doble o más que en el *horario base*.

Otro horario donde se consume mucha energía es el periodo punta, aunque en proporción solo equivale al 80% de la demanda consumida en periodo intermedio resulta relevante cuando consideramos que en el periodo punta se cobra casi el doble que en el periodo intermedio, por lo tanto en proporción económica este consumo representa más peso monetario que los consumos en periodos base e intermedio.

En los 2 años se puede ver que el periodo horario donde hubo mayor demanda fue el Horario Intermedio, que en temporada de horario de verano va desde las 6:00-20:00 hrs y de 22:00-24:00 hrs de lunes a viernes, en sábado de 7:00-24:00 hrs y domingo y días festivos de 19:00-24:00 hrs; y en horario de invierno de 6:00-18:00 hrs y de 22:00-24:00 de lunes a viernes, en sábado de 8:00-19:00 y de 21:00-24:00 y en domingo y días festivos de 18:00-24:00 hrs.

En estas horas es cuando Ciudad Universitaria tiene la mayor parte de sus actividades académicas, administrativas, culturales y deportivas. Y la mayor demanda fue de 6,270 kW. Por lo cual para cubrir esta necesitamos 16 unidades de la PureCell400, y tener una capacidad de generación de 6,400 kW.

En la siguiente tabla se ve el comportamiento histórico de la tarifa HM en los años 2010 y 2011, en sus tres horarios: base, intermedio, punta y el precio medio referido en las facturas de la CFE por la *Subestación 1 de Ciudad Universitaria de la UNAM*.

Tabla 3-10. Comportamiento Histórico de la Tarifa HM

<i>Mes</i>	<i>**Precio Medio</i>	<i>*Cargo por kilowatt - hora de energía de punta</i>	<i>*Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia</i>	<i>*Cargo por kilowatt - hora de energía de base</i>
ene-10	\$1.55	\$1.74	\$1.00	\$0.83
feb-10	\$1.47	\$1.84	\$1.13	\$0.94
mar-10	\$1.66	\$1.86	\$1.14	\$0.96
abr-10	\$1.52	\$1.85	\$1.11	\$0.93
may-10	\$1.35	\$1.78	\$1.01	\$0.85
jun-10	\$1.36	\$1.78	\$1.02	\$0.85
jul-10	\$1.47	\$1.81	\$1.04	\$0.87
ago-10	\$1.40	\$1.82	\$1.06	\$0.89
sep-10	\$1.41	\$1.82	\$1.06	\$0.88
oct-10	\$1.31	\$1.76	\$0.98	\$0.82



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

nov-10	\$1.45	\$1.78	\$0.99	\$0.83
dic-10	\$1.45	\$1.74	\$0.95	\$0.79
ene-11	\$1.47	\$1.81	\$1.03	\$0.86
feb-11	\$1.52	\$1.84	\$1.06	\$0.89
mar-11	\$1.53	\$1.88	\$1.09	\$0.91
abr-11	\$1.46	\$1.86	\$1.06	\$0.89
may-11	\$1.51	\$1.95	\$1.16	\$0.97
jun-11	\$1.54	\$1.98	\$1.20	\$1.00
jul-11	\$1.62	\$2.00	\$1.23	\$1.03
ago-11	\$1.53	\$1.97	\$1.19	\$0.99
sep-11	\$1.59	\$2.00	\$1.23	\$1.02
oct-11		\$2.01	\$1.21	\$1.01
nov-11		\$2.05	\$1.24	\$1.04
dic-11		\$2.10	\$1.30	\$1.09

*Datos obtenidos de <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas.asp> 15/01/2012, 18:00 hrs

**Datos obtenidos de las estadísticas históricas de las facturas expedidas por CFE de la Subestación 1 de Ciudad Universitaria, UNAM

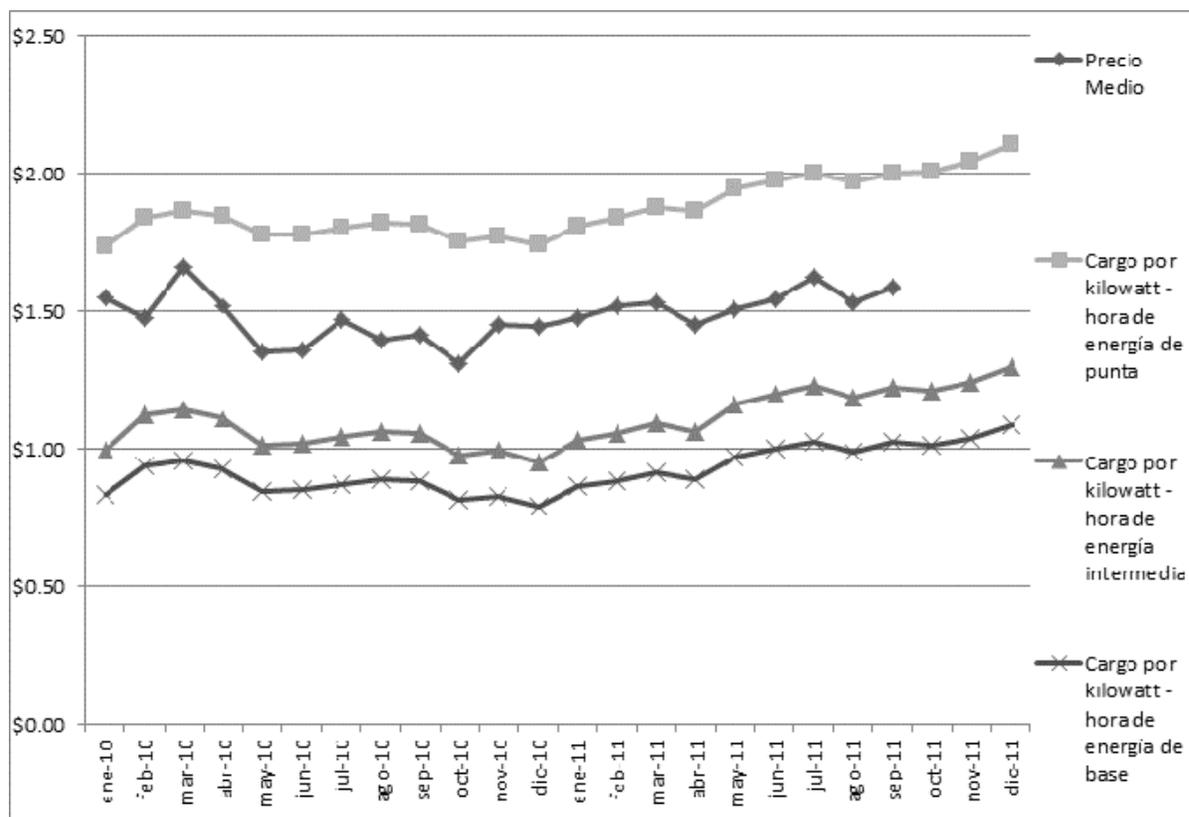


Imagen 3-6. Gráfica de datos históricos del Cargo por kilowatt-hora para tarifa HM y Precio Medio de la Subestación 1 CU, años 2010 y 2011



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

En la gráfica de la *Imagen 3-6* nos muestra el comportamiento histórico de la tarifa eléctrica HM en sus distintos horarios así como el precio medio en los años 2010 y 2011; como podemos ver existe una tenue tendencia al incremento el costo de la energía, también es evidente lo elevada que es tarifa en *horario punta* con respecto a las tarifas *base*, *intermedia* e incluso el *precio medio*. La variación de precios en energía depende del costo de los combustibles con que esta se produce y factores políticos.

Retomando la información de la *PureCell400* vemos que estas pueden trabajar sincronizadas en grupos de 5 equipos, de tal manera que podemos hacer 4 grupos de 4 equipos cada uno para acomodar las 16 celdas de combustible y coordinarlas para su uso en los diversos periodos horarios del día. Es decir cada grupo generara 1600 kW (400kW x 4 equipos), por o que los cuatro grupos generarán en conjunto 6400 kW (1600 kW x 4 grupos).

Tomando en cuenta los datos históricos de la *Subestación 1* tenemos que las demandas máximas fueron:

Horario Base:	3282 kW	(Mayo 2011)
Horario Intermedio:	6270 kW	(Mayo 2011)
Horario Punta:	5784 kW	(Noviembre 2010)

Por lo tanto podemos regular que en horario Base solo operen 3 grupos dejando uno libre para maniobras de mantenimiento o revisión, y podríamos ir rolando cual de ellos queda fuera de operación para que las celdas en los 4 grupos tengan un trabajo y desgaste uniforme. En horarios Intermedio y Punta trabajaran los 4 grupos ya que las demandas de ambos horarios oscilan entre los 5784 kW y 6270 kW, por lo cual es conveniente tener la capacidad de 6400 kW.

Otro componente esencial de nuestro proyecto de generación es el electrolizador, ya que de él obtendremos el hidrogeno que utilizaremos como combustible de nuestras celdas. Por sus características se ha elegido un electrolizador de tipo *Atmospheric Electrolyser* de *NEL Hydrogen* con capacidad de 500 Nm³/hr, ya que puede proveernos de hidrógeno con pureza del 99.9%, para nuestro proyecto usaremos de estos electrolizadores, que suman un costo aproximado de \$8,000,000.00 USD, y para generar la electrólisis se empleará entre un 10-20% de la energía producida por nuestras celdas.

Ubicaremos nuestro proyecto a un costado de la *Subestación 1* de Ciudad Universitaria, que esta situada frente al estacionamiento de la Facultad de Filosofía y Letras, utilizaremos un predio del mismo tamaño que el que ahora ocupa dicha subestación (*imagen 3-8*).

La celda tiene un tamaño de 6x1.8 m de base por 2.1 m de alto. Para aprovechar mejor el espacio acomodaremos las celdas de combustible una sobre otra en dos niveles y distribuidas en ocho bloques, lo que también facilitará la administración de los grupos de celdas de combustible.

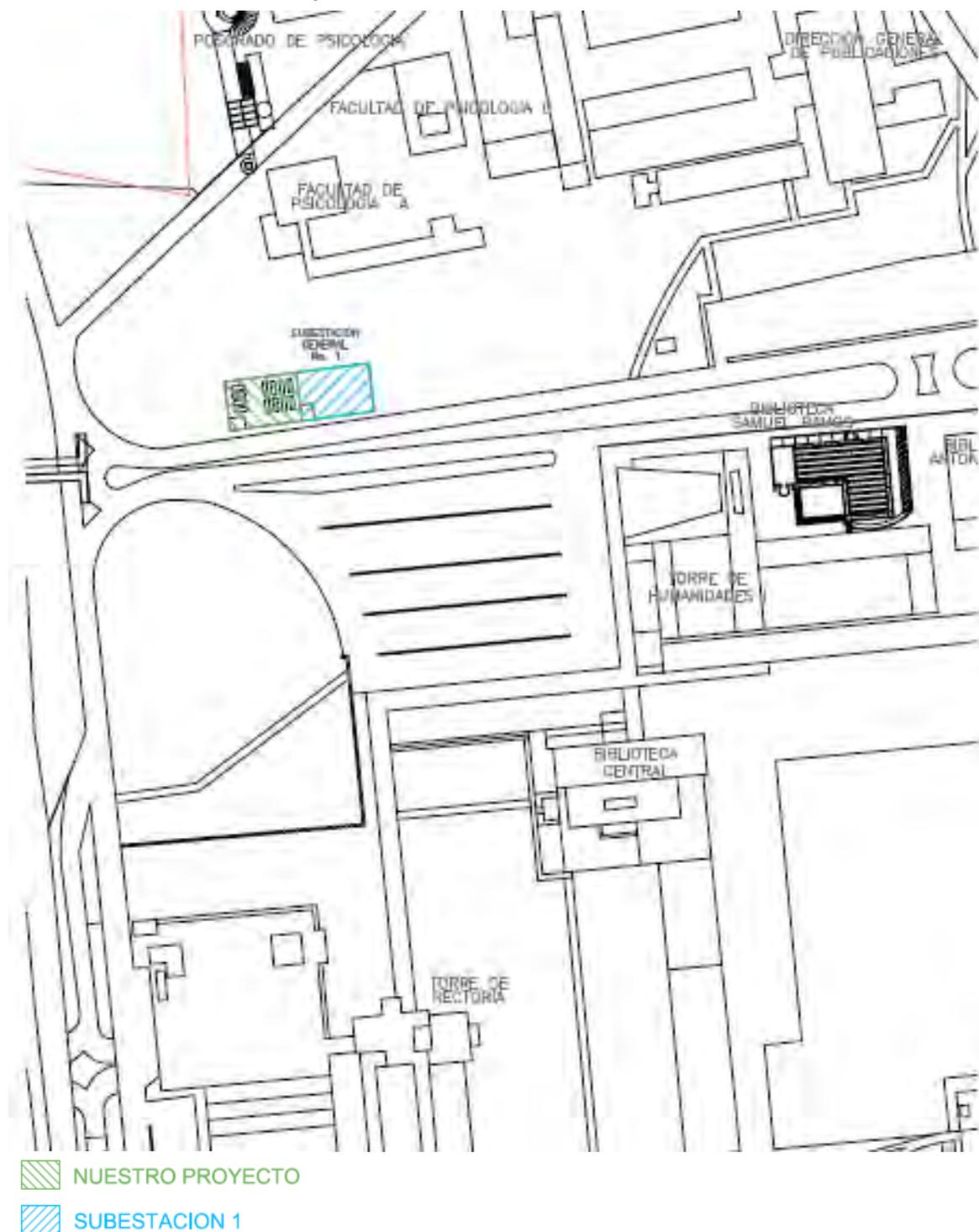
Los tres electrolizadores y los dos tanques de almacenamiento de hidrogeno se situarán uno junto al otro y cercanos a las celdas de combustible, dejaremos suficiente espacio libre para maniobrar con montacargas.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

También se construirán unas oficinas para monitoreo y administración de la central generadora, que será el cerebro central y coordinara la producción dependiendo de la demanda que se requiera.

Imagen 3-7. Plano de ubicación en Ciudad Universitaria



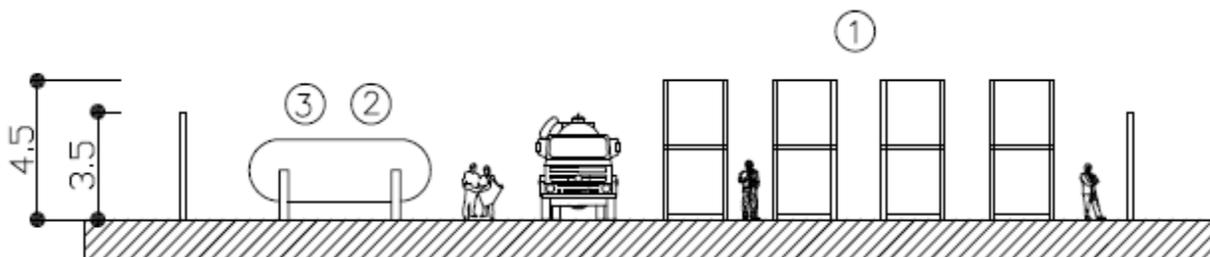


Imagen 3-8. Alzado esquemático transversal de la planta generadora

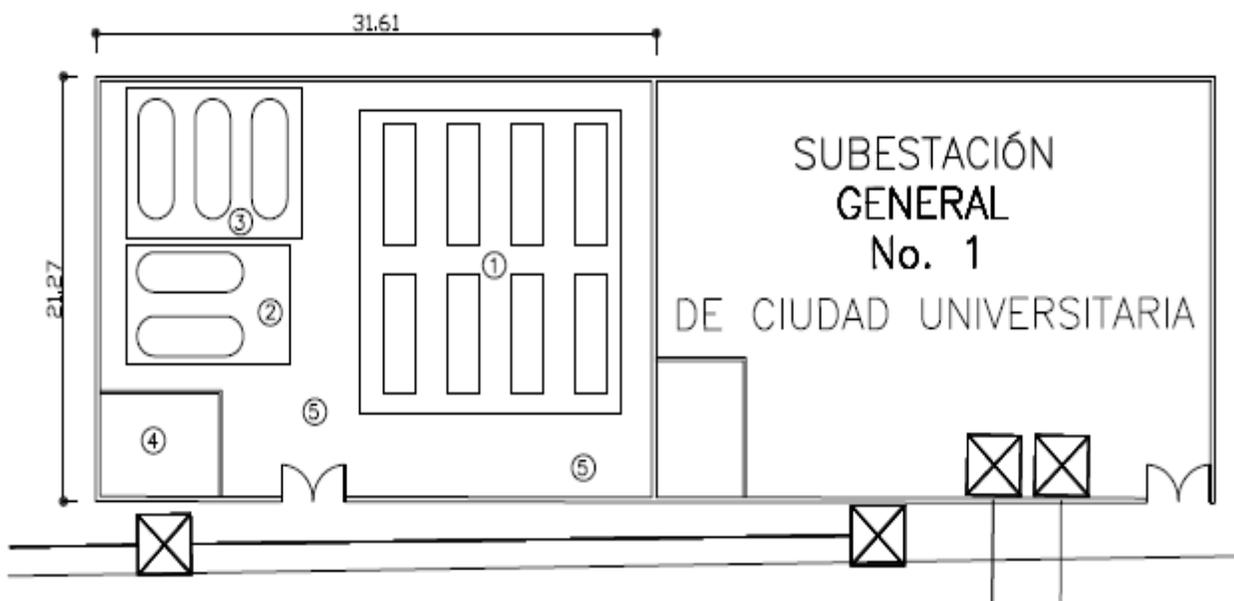


Imagen 3-9. Diseño Básico de nuestro proyecto de Generación

- 1) Conjunto de Celdas de Combustible (16 unidades)
- 2) Tanques almacenamiento hidrógeno (2 unidades)
- 3) Electrolizadores (3 unidades)
- 4) Estación de control y monitoreo
- 5) Patios de maniobras



COSTO DE LA INVERSIÓN

Ya con todos los datos podemos empezar a hacer el análisis financiero comenzando por ver lo que en promedio la UNAM paga por energía eléctrica consumida por la *Subestación 1 de Ciudad Universitaria*. Los costos serán convertidos a dólares americanos (USD) a una equivalencia de \$1 USD = \$12.80 MXN (Pesos Mexicanos), esta conversión se hace porque los componentes como la celda de combustible y el electrolizador se venden en USD. De esa manera tenemos:

Tabla 3-11. Costo Promedio de Facturación 2010-2011, Subestación 1, CU-UNAM

	Promedio Pago de Factura Mensual	Equivalencia en USD	Promedio de 2010-2011 (USD)
2010	\$4,086,270.75	\$319,110.26	\$339,595.40
2011	\$4,609,030.86	\$360,080.54	

Después hacemos el análisis del costo del proyecto por sus componentes:

Costo de la Celda (USD)	\$2,175,000.00
Costo de la Instalación (USD)	\$825,000.00
Costo de las 16 celdas (USD)	\$35,625,000.00
Costo del electrolizador para obtener hidrógeno (USD)	\$8,000,000.00
Costo de todo el conjunto (USD)	\$43,625,000.00
Meses necesarios para prorratear el proyecto	128.5
Equivalente en años	10 años, 9 meses

Tabla 3-12. Análisis del proyecto por componentes

En esta proyección rápida la inversión se recupera a los 10 años y 9 meses, que podríamos redondear a 11 años. Aun así analizaremos esta inversión con otros medios, como proyecciones económicas del costo de la energía eléctrica, tomado en cuenta los registros históricos de la CFE ^(Anexo A) y la Inflación desde el año 2000 hasta el 2011. ^(Anexo B)

Las proyecciones económicas se realizaron por cada mes a partir de enero de 2012 hasta diciembre de 2024 ^(Anexo C), tomando en cuenta los dos datos promedio, el del incremento mensual del costo de la energía proporcionado por la CFE entre el año 2000 y 2011 que equivale a un 0.65%; y el incremento promedio de la Inflación mensual reportada por el Banco de México para ese mismo periodo, que fue del 0.39%.



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Tomaremos como ahorros el dinero que no se pagará a la CFE por energía eléctrica y estos también se proyectarán para los próximos años con las tasas de aumento mensual que han tenido en los últimos 12 años tanto la CFE (0.65%) como la inflación (0.39%) teniendo como resultado la siguiente tabla:

Mes y Año	Proyección Incremento Anual Histórico CFE (0.65%)	Equivalente en USD (\$12.80 MXN)	Proyección Incremento Anual Histórico Inflación (0.39%)	Equivalente en USD (\$12.80 MXN)
2012	\$57,329,118.65	\$4,478,837.39	\$56,510,293.82	\$4,414,866.70
2013	\$61,964,167.02	\$4,840,950.55	\$59,212,447.98	\$4,625,972.50
2014	\$66,973,958.18	\$5,232,340.48	\$62,043,811.11	\$4,847,172.74
2015	\$72,388,789.99	\$5,655,374.22	\$65,010,561.60	\$5,078,950.12
2016	\$78,241,409.94	\$6,112,610.15	\$68,119,173.27	\$5,321,810.41
2017	\$84,567,213.09	\$6,606,813.52	\$71,376,429.51	\$5,576,283.56
2018	\$91,404,456.23	\$7,140,973.14	\$74,789,438.06	\$5,842,924.85
2019	\$98,794,489.19	\$7,718,319.47	\$78,365,646.52	\$6,122,316.13
2020	\$106,782,004.90	\$8,342,344.13	\$82,112,858.63	\$6,415,067.08
2021	\$115,415,309.75	\$9,016,821.07	\$86,039,251.28	\$6,721,816.51
2022	\$124,746,615.66	\$9,745,829.35	\$90,153,392.34	\$7,043,233.78

Tabla 3-13. Proyección a 10 años de los ahorros probables con incrementos de la CFE Inflación

Como podemos ver la diferencia entre los incrementos proyectados por las tasas de la CFE y el IVA son muy sustanciales, por eso para evaluar la inversión vamos a usar ambos resultados comparándolos y de esa manera tener dos escenarios de recuperación.

Valor presente neto

Es un método de evaluación de proyectos de inversión a través de toda su vida útil a fin de determinar el valor presente de los flujos de efectivo, usando la tasa de mercado acorde al rendimiento mínimo esperado. Este método proporciona un criterio de decisión preciso y sencillo: los proyectos viables son aquellos que actualizados a la tasa de mercado, tienen un valor presente neto igual o superior a cero.

Para la evaluación, se tomo como tasa de mercado el 7.99%, que es el promedio de la tasa de rendimiento anualizado *CETES* (*Certificados de la Tesorería de la Federación*) entre 2000-2011.

La inversión inicial, que es el costo de los equipos, se representa con signo negativo (-\$43,625,000.00). En el proceso de los flujos de dinero de los siguientes periodos las cantidades con signo positivo significan la generación de fondos, es decir: ahorros. Los signos negativos representan una nueva inversión, que en los doce periodos anuales analizados no hay ninguna dado que la vida útil de los equipos implementados supera los 20 años. Queda claro que el manejo de los signos es muy importante para evitar confusiones y cálculos erróneos, hay que tener en cuenta que una inversión es una salida de efectivo y la generación son entradas.



El Valor Presente Neto (VPN) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$VPN = -Cflow + \frac{CF_1}{(1 + R_1)} + \frac{CF_2}{(1 + R_2)} + \frac{CF_3}{(1 + R_3)} + \frac{CF_4}{(1 + R_4)} + \frac{CF_5}{(1 + R_5)} + \dots$$

Donde:

- VPN = Valor Presente Neto
- Cflow = Cash Flow (*inversión inicial equipos*)
- CF = Flujo de dinero (*ahorros*)
- R = Tasa de Interés (*CETES*)

La ecuación se realiza colocando al inicio nuestra inversión inicial, luego le sumamos el *flujo de dinero (ahorros)* entre la tasa de interés, esta suma se efectúa tantas veces como años se vayan a evaluar.

Al calcular el valor presente neto, un resultado positivo significará rendimientos superiores a la tasa de mercado utilizada y por el contrario, un resultado negativo indicará que el rendimiento está por debajo de la tasa de descuento, por lo que el proyecto de inversión no será viable.

Echando mano de la tecnología de las hojas de cálculo computarizadas haremos cuatro corridas de valor actual neto para ver el comportamiento de la inversión realizada a 10, 11, 12 y 13 años. Cabe mencionar que las cantidades están expresadas en USD.

Cálculo del VALOR ACTUAL NETO a 10 años	Proyección de Ahorro con incremento de la CFE (0.65%)	Proyección de Ahorro con incremento de la INFLACIÓN (0.39%)
Tasa Promedio CETES (2000-2011) (7.99%)	0.0799	0.0799
Costo inicial de la inversión	-\$43,625,000.00	-\$43,625,000.00
<i>Ahorro proyectado 2012</i>	\$4,478,837.39	\$4,414,866.70
<i>Ahorro proyectado 2013</i>	\$4,840,950.55	\$4,625,972.50
<i>Ahorro proyectado 2014</i>	\$5,232,340.48	\$4,847,172.74
<i>Ahorro proyectado 2015</i>	\$5,655,374.22	\$5,078,950.12
<i>Ahorro proyectado 2016</i>	\$6,112,610.15	\$5,321,810.41
<i>Ahorro proyectado 2017</i>	\$6,606,813.52	\$5,576,283.56
<i>Ahorro proyectado 2018</i>	\$7,140,973.14	\$5,842,924.85
<i>Ahorro proyectado 2019</i>	\$7,718,319.47	\$6,122,316.13
<i>Ahorro proyectado 2020</i>	\$8,342,344.13	\$6,415,067.08
<i>Ahorro proyectado 2021</i>	\$9,016,821.07	\$6,721,816.51
Valor Actual Neto	-\$1,985,905.00	-\$7,797,136.84

Tabla 3-14. Valor Actual Neto a 10 años



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Cálculo del VALOR ACTUAL NETO a 11 años	Proyección de Ahorro con incremento de la CFE (0.65%)	Proyección de Ahorro con incremento de la INFLACIÓN (0.39%)
Tasa Promedio CETES (2000-2011) (7.99%)	0.0799	0.0799
Costo inicial de la inversión	-\$43,625,000.00	-\$43,625,000.00
Ahorro proyectado 2012	\$4,478,837.39	\$4,414,866.70
Ahorro proyectado 2013	\$4,840,950.55	\$4,625,972.50
Ahorro proyectado 2014	\$5,232,340.48	\$4,847,172.74
Ahorro proyectado 2015	\$5,655,374.22	\$5,078,950.12
Ahorro proyectado 2016	\$6,112,610.15	\$5,321,810.41
Ahorro proyectado 2017	\$6,606,813.52	\$5,576,283.56
Ahorro proyectado 2018	\$7,140,973.14	\$5,842,924.85
Ahorro proyectado 2019	\$7,718,319.47	\$6,122,316.13
Ahorro proyectado 2020	\$8,342,344.13	\$6,415,067.08
Ahorro proyectado 2021	\$9,016,821.07	\$6,721,816.51
Ahorro proyectado 2022	\$9,745,829.35	\$7,043,233.78
Valor Actual Neto	\$2,198,173.75	-\$4,773,336.23

Tabla 3-15. Valor Actual Neto a 11 años

Cálculo del VALOR ACTUAL NETO a 12 años	Proyección de Ahorro con incremento de la CFE (0.65%)	Proyección de Ahorro con incremento de la INFLACIÓN (0.39%)
Tasa Promedio CETES (2000-2011) (7.99%)	0.0799	0.0799
Costo inicial de la inversión	-\$43,625,000.00	-\$43,625,000.00
Ahorro proyectado 2012	\$4,478,837.39	\$4,414,866.70
Ahorro proyectado 2013	\$4,840,950.55	\$4,625,972.50
Ahorro proyectado 2014	\$5,232,340.48	\$4,847,172.74
Ahorro proyectado 2015	\$5,655,374.22	\$5,078,950.12
Ahorro proyectado 2016	\$6,112,610.15	\$5,321,810.41
Ahorro proyectado 2017	\$6,606,813.52	\$5,576,283.56
Ahorro proyectado 2018	\$7,140,973.14	\$5,842,924.85
Ahorro proyectado 2019	\$7,718,319.47	\$6,122,316.13
Ahorro proyectado 2020	\$8,342,344.13	\$6,415,067.08
Ahorro proyectado 2021	\$9,016,821.07	\$6,721,816.51
Ahorro proyectado 2022	\$9,745,829.35	\$7,043,233.78
Ahorro proyectado 2023	\$10,533,777.80	\$7,380,020.27
Valor Actual Neto	\$6,385,932.54	-\$1,839,370.34

Tabla 3-16. Valor Actual Neto a 12 años



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

Cálculo del VALOR ACTUAL NETO a 13 años	Proyección de Ahorro con incremento de la CFE (0.65%)	Proyección de Ahorro con incremento de la INFLACIÓN (0.39%)
Tasa Prom CETES (2000-2011)(7.99%)	0.0799	0.0799
Costo inicial de la inversión	-\$43,625,000.00	-\$43,625,000.00
Ahorro proyectado 2012	\$4,478,837.39	\$4,414,866.70
Ahorro proyectado 2013	\$4,840,950.55	\$4,625,972.50
Ahorro proyectado 2014	\$5,232,340.48	\$4,847,172.74
Ahorro proyectado 2015	\$5,655,374.22	\$5,078,950.12
Ahorro proyectado 2016	\$6,112,610.15	\$5,321,810.41
Ahorro proyectado 2017	\$6,606,813.52	\$5,576,283.56
Ahorro proyectado 2018	\$7,140,973.14	\$5,842,924.85
Ahorro proyectado 2019	\$7,718,319.47	\$6,122,316.13
Ahorro proyectado 2020	\$8,342,344.13	\$6,415,067.08
Ahorro proyectado 2021	\$9,016,821.07	\$6,721,816.51
Ahorro proyectado 2022	\$9,745,829.35	\$7,043,233.78
Ahorro proyectado 2023	\$10,533,777.80	\$7,380,020.27
Ahorro proyectado 2024	\$11,385,431.74	\$7,732,910.88
<u>Valor Actual Neto</u>	<u>\$10,577,374.62</u>	<u>\$1,007,429.74</u>

Tabla 3-17. Valor Actual Neto a 13 años

Como se ve en estas cuatro tablas a partir de los 11 años se empieza a tener ganancias en el caso del incremento de tarifa con la tasa de la CFE, pero no así en el caso de incremento por Inflación, esta se logra hasta el año 13.

Es estos dos escenarios podemos ver que de seguir los incrementos a la energía eléctrica como actualmente los ha tenido con la tasa de incremento de la CFE para el año 13 no solo se recupero la inversión, sino que técnicamente ya se recupero un 25% de ella en solo 3 años de ahorros, por otro lado en es escenario de la inflación, que se podría ver como el escenario menos favorable tenemos una recuperación de la inversión en el año 13, que equivaldría al 65% del tiempo de vida de la celda, lo que aun nos dejaría un margen de ganancia de 7 años.

Otro ingreso que estimaremos será el *Cálculo de Emisiones de CO₂*, aunque para el análisis de recuperación de la inversión no se considera, ya que para obtener los llamados *bonos de carbono* primero tenemos que tener en marcha el proyecto, es decir ya generando electricidad, y después de eso certificarlo ante el *IPCC* que validará las toneladas de CO₂ evitadas a la atmosfera y que así se emitan los CERs que podremos comercializar y agregar a las ganancias que pueda tener este proyecto.



CÁLCULO DE EMISIONES DE CO₂

⁽⁵⁾ Las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de combustibles fósiles, a diferencia de otros gases de efecto invernadero, pueden ser calculadas con un grado de precisión aceptable a partir del cálculo de las cantidades de carbono contenido en los combustibles, mientras que el volumen del resto de emisiones depende de las tecnologías y de las condiciones de combustión.

La fuente más importante de las emisiones de CO₂ en el Sector Energía es la oxidación del carbono que tiene lugar durante el proceso de combustión de las fuentes de energía fósiles y representa entre el 70% y el 90% del total de emisiones antropogénicas.

La mayor parte de carbón contenido en los combustibles fósiles es emitido a la atmósfera, durante la combustión, bajo la forma de CO₂. El resto es emitido bajo la forma de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄) y otra forma de hidrocarburos, compuestos que en el lapso comprendido entre unos pocos días hasta 10 u 11 años, se oxidan en la atmósfera para convertirse en CO₂.

El *Método de Referencia o Top Down* para estimar las emisiones de CO₂ asociadas a las actividades energéticas, propuesto por el IPCC, consiste en contabilizar el volumen de carbón contenido en los combustibles fósiles que se utilizan un país y se asume que las emisiones de CO₂ dependen básicamente de las características de los combustibles y no de las tecnologías de su aprovechamiento, como es el caso con los otros gases.

El cálculo de las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de combustibles fósiles está directamente relacionado con dos factores: la cantidad de combustibles consumidos y el contenido de carbón de cada uno de los combustibles. Sin embargo, es necesario considerar que existe una considerable variación en el contenido energético por unidad de peso o volumen de algunos combustibles, especialmente en el caso del carbón. Por lo tanto, los datos energéticos primero deben ser expresados en una unidad energética común antes de proceder a aplicar los factores de emisión. En el caso de las estimaciones de las emisiones de CO₂ a partir de los balances energéticos, el problema de las unidades energéticas es obviado ya que los balances están expresados en una unidad energética común de acuerdo a los factores de conversión que se basan en poder calórico de los combustibles.

Para calcular nuestras de emisiones de CO₂ utilizaremos una calculadora de emisiones de GEI por consumo eléctrico disponibles en la red, usaremos la del sitio ⁽⁶⁾ *CeroCO2* que es una iniciativa que propone acciones concretas para el cuidado del clima, facilitando y promoviendo la implicación de todos los actores sociales. Otra razón para usar esta calculadora es que tendríamos una referencia independiente de nuestro trabajo para corroborar nuestros datos.

Según esta calculadora cada kWh de energía eléctrica produce 0.27 tC, si tomamos en cuenta que el consumo promedio mensual de la *Subestación 1* de CU entre

(5) **Guía M-3. Metodología de inventario de gases de efecto invernadero**; SIEN, octubre 2004, pags. 2-3, <http://www.olade.org/Doc-sien/Metodologias/Gu%C3%ADa%20SIEN%20M-5%20Factores%20de%20conversi%C3%B3n%20de%20unidades.pdf> , 14 de marzo 2012, 13:20 hrs.

(6) **CeroCO2**; Página web del CeroCO2; <http://www.ceroCO2.org/>; 15 de marzo de 2012, 11:20 hrs



UNAM
PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

2010 y 2011 fue de 2,512,267 kWh, por lo tanto al año se consumen 30,147,199 kWh. Si nosotros generamos energía eléctrica por métodos sostenibles evitamos a la atmosfera 8,139,744 tC anualmente. Cada tonelada evitada a la atmosfera equivale a un CER, por lo tanto nuestro proyecto tiene la capacidad de obtener certificación por 8,139,744 CERs que son susceptibles de comercializarse en alguna bolsa de comercio ambiental.

Con datos publicados en *Blue Next* (<http://www.bluenext.eu/>), que es un mercado de comercio ambiental, los CERs a la fecha del 20 de abril de 2012 tienen un valor de €4.21 EUR, entonces:

Nuestros **8,139,744 CERs** valen **€ 34,268,321.11 EUR**

que equivalen a **\$ 45,458,276.17 USD**

ó **\$ 591,131,152.01 MXN**

Aun así los CERs se emiten por las emisiones de carbono evitadas por 7 años, por lo tanto:

Al evitar **8,139,744 tC** al año por **7 años** evitamos **56,978,206 tC**

por lo tanto podríamos certificar **56,978,206 CERs**

que tendrían un valor de **€ 239,878,247.74 EUR**

y que equivalen a **\$ 318,030,751.03 USD**

ó **\$ 4,127,453,770.24 MXN**

En este escenario al lograr certificar las **56,978,206 tC** ante el IPCC y convertirlas en **CERs** que comercializaríamos en alguna bolsa de valores especializada en comercio ambiental y venderlos, lograríamos una retribución de **7 veces el valor de la inversión inicial de \$43,625,000.00 USD**, lo cual es un gran incentivo para implementar este proyecto.



CONCLUSIONES

Es poco común que se considere a la administración como una tecnología, pero de hecho eso es en realidad. La administración es un recurso tecnológico que ayuda a las personas, organizaciones e incluso civilizaciones a lograr sus objetivos de uso racional de los recursos, adquirirlos, administrarlos, incrementarlos y usarlos.

Aplicar la metodología del Plan de Negocios a un proyecto de energía renovable ayuda a materializar y traer a tierra todas esas ideas sobre mejoras e implementaciones tecnológicas que solemos teorizar en la academia.

Lo que más ayudo a este proyecto de generación de energía sustentable fue el concepto de que un plan de negocios es flexible y adaptable, ya que como no se tiene precedentes y es difícil encontrar ejemplos de aplicación o poder demostrar la viabilidad técnica del mismo. Muchos de los expertos consultados tanto del *Centro de Investigación en Energía* y el *CYNVESTAV*, señalaban que las aplicaciones que ellos investigan son con celdas de combustible de capacidades domestica (menos de 1 kW), lo que no las hace favorables para una aplicación industrial, como en un inicio orienté mi investigación.

Actualmente la aplicación de celdas de combustible a gran escala, como para crear una central eléctrica que provea a una ciudad no es factible, por las limitaciones en costo/generación que en este momento tiene dicha tecnología. Aun así su aplicación a mediana escala, demandas por debajo de los 10MW, es factible técnica y económicamente, como es el caso de la *Subestación 1 de Ciudad Universitaria*.

Gracias al *Plan de Negocios* se pudo demostrar la viabilidad económica de aplicar esta tecnología renovable, lo que le generaría a la UNAM a la larga un gran ahorro económico aparte de la independencia energética. Aparte de las toneladas de CO₂ evitadas en la atmosfera.

Aunque la celda de combustible que elegimos funciona originalmente a base de Gas LP, en nuestro proyecto no se empleo de esa manera por las toneladas de CO₂ que se generan al extraerlo del subsuelo, procesarlo, refinarlo, y transportarlo. Y aunque el proceso de regeneración catalítica del combustible dentro de la celda es muy limpio y eficiente, este aun así genera químicos como metano y cianuro que resultan contaminantes para el ambiente.

Otro aspecto importante por el cual en este proyecto no se opto por usar Gas LP fue la dependencia económica al importarlo desde Bolivia, ya que aunque México tiene importantes yacimientos petroleros que también contienen gas natural, este no tiene una calidad óptima para ser utilizado como energético industrial debido a las bajas BTU que produce. Esta importación implica un egreso en las arcas nacionales, además de que la federación subsidia parte del precio de venta a los consumidores, sobre todo grandes productores para que no dejen de producir a precios competitivos.

Además el consumo del Gas LP para activar nuestras celdas de combustible también sería un sobre costo a nuestro tipo de generación, por eso se tomo la decisión de generar



nuestro propio hidrógeno con un electrolizador, lo que también nos da la ventaja de tener una generación más limpia sin generar CO₂.

Si se llegará aplicar este proyecto de generación se crearía un precedente para esta tecnología, que podría abarcar ser incluida en el *Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables* ya que este momento dicho documento solo contempla la energía eólica, solar, mini hidráulica, geotérmica y biomasa.

La generación a base de celdas de combustible cumple con las disposiciones de la *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* ya que es un tipo de generación cuya fuente reside en procesos y material (electrolisis del agua) susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad.

La inclusión en dicha ley así como en el programa de aprovechamiento llevaría a los interesados a recibir un financiamiento por parte del estado para colaborar con el objetivo de transición al aprovechamiento de energías renovables en nuestro país.

Esto también detonaría en la creación de organismos como el *NYSERDA* del estado de Nueva York en EEUU, que financia proyectos energéticos dentro de sus límites territoriales y provocan desarrollos sustentables en zonas urbanas como los visto en los análogos del capítulo 3.

La aplicación de este proyecto no solo traería un beneficio ambiental, sino también un importante beneficio económico a largo plazo para la UNAM. Recordemos que por la energía suministrada a la *Subestación 1 de Ciudad Universitaria*, la universidad paga en promedio \$4.5 millones de pesos (MXN) mensualmente.

Para dar un parámetro de la equivalencia de esta cantidad de dinero daremos como ejemplo que en 2011 fue construido un nuevo edificio en el Plantel No. 3 “Justo Sierra” ENP de la UNAM, que alberga 8 laboratorios experimentales para la enseñanza de las ciencias exactas. El edificio ocupa aproximadamente 1,580 m² en dos niveles y la construcción requirió una inversión por parte de la UNAM de \$8 millones de pesos (MXN) y el equipamiento de cada laboratorio costo \$4.5 millones de pesos (MXN). Por lo tanto al ahorrar el dinero que se paga mensualmente por la energía suministrada a la *Subestación 1* de CU, aproximadamente cada 2 meses la universidad tendría la capacidad económica de construir un edificio para 8 laboratorios de enseñanza media superior y cada mes poder equiparlo completamente.

Por otro lado el Cálculo de Emisiones de CO₂ demostró no solamente lo benéfico que puede ser este proyecto al evitar 8,139,744 tC anuales a la atmosfera ó 56,978,206 tC por 7 años, sino también el potencial económico que tendría la comercialización de los CERs. En este escenario se logra una ganancia de 7 veces la inversión inicial, lo que es un gran incentivo para implementar proyectos de energía renovable, en especial a base de celdas de combustible.

Aun así la potencial comercialización de los bonos de carbono no se toma en cuenta como una aportación sólida a la retribución financiera de este proyecto, debido a que primero tenemos que certificar ante el *IPCC* las toneladas de CO₂ que evitamos a la atmosfera, y este tiene que emitir los CERs para comercializarlos en alguna bolsa de



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

valores especializada en comercio ambiental y venderlos. Otra cosa que debemos tener en cuenta es la caída en el valor de los bonos de carbono, ya que en la misma bolsa de valores ambiental de Blue Next (<http://www.bluenext.eu/>) el valor de la CER en junio de 2010 era de €11.82 EUR, en septiembre 2011 de €7.54 EUR y para abril de 2012 es de €4.21 EUR. Como se ve este desplome hace poco fiable el apostar que la retribución por bonos de carbono será fuente de la mayor ganancia de nuestro proyecto, aun así teniendo un escenario muy desfavorable donde el valor del CER cayera hasta €0.50 EUR tendríamos una ganancia de € 28,489,103.06 EUR que equivaldría a \$ 37,773,682.15 USD que equivaldría al 86% de la inversión inicial. Pero una vez más recordemos ser cautelosos con estos escenarios y solo contemplarlos cuando ya este en marcha el proyecto y veamos que la comercialización de bonos de carbono es factible. Aunque los rendimientos de estos son tan atractivos que explican porque compañías españolas están investigando la factibilidad de implementar proyectos de generación eoloelectrónica, que también son susceptibles de obtener bonos de carbono.

Mi conclusión final es que para materializar ideas y conceptos nuevos es importante realizar un desarrollo más óptimo y serio en las investigaciones académicas. No podemos ser simplemente demagogos y lanzar ideas al aire sin sustento que demuestre la factibilidad técnica y económica de lo que estamos proponiendo. Todos queremos un mejor mundo y una óptima práctica profesional, por eso nos instruimos y especializamos.

ANEXO A

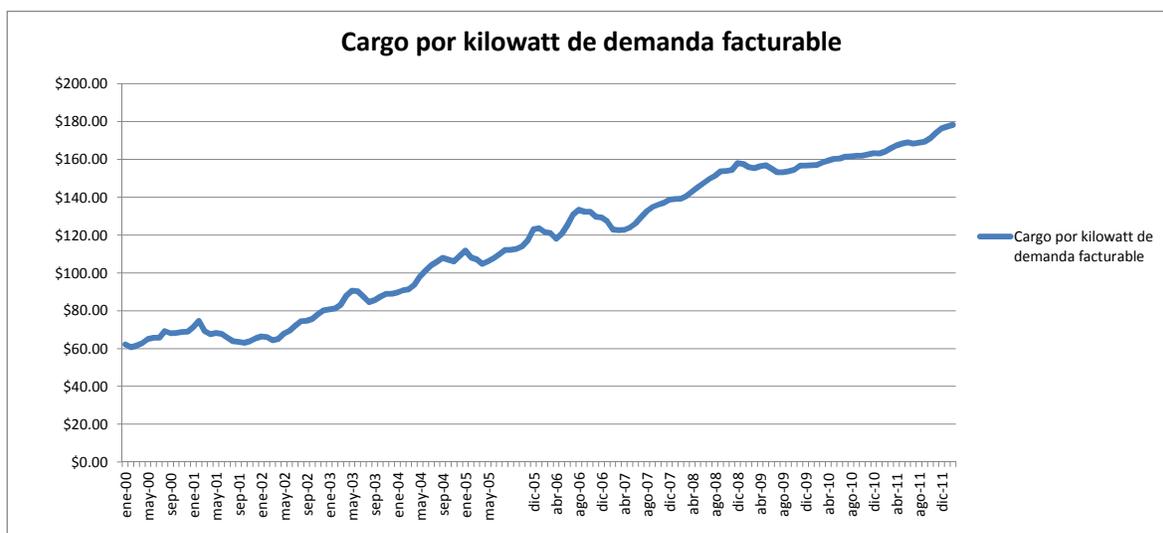
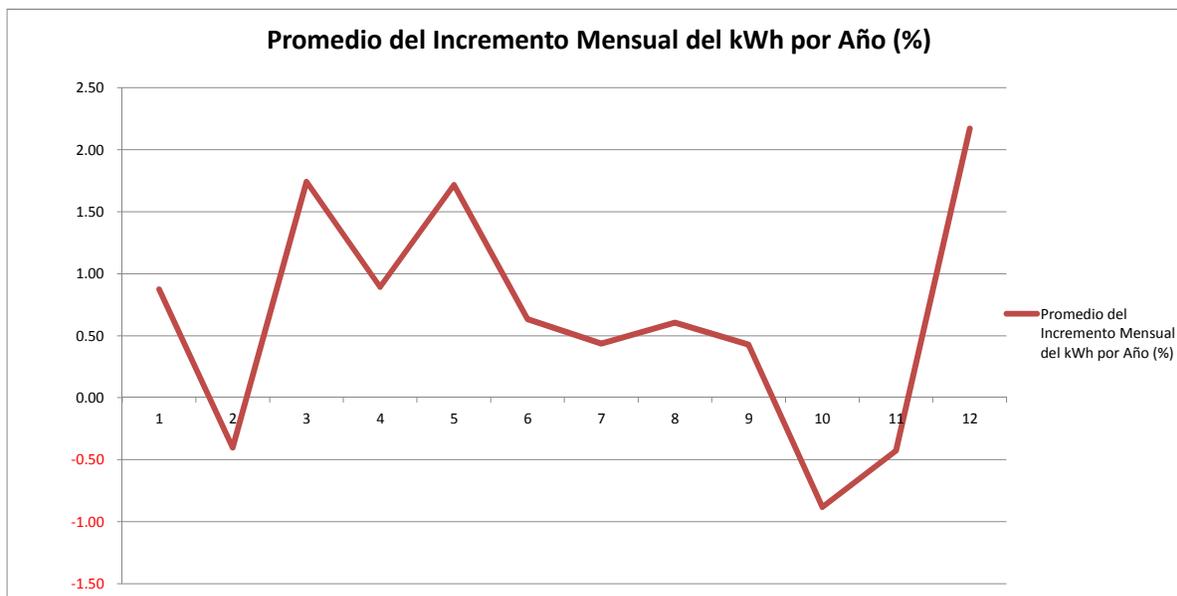
Mes y Año	Carga por kilowatt de demanda facturable	Carga por kilowatt - hora de energía de punta	Carga por kilowatt - hora de energía intermedia	Carga por kilowatt - hora de energía de base	Precio Promedio por kilowatt - hora de energía	Incremento Mensual del kWh (%)	Promedio del Incremento Mensual del kWh por Año (%)
ene-00	\$62.27	\$1.18	\$0.38	\$0.31	\$0.62		0.88
feb-00	\$60.71	\$1.15	\$0.37	\$0.31	\$0.61	-2.50	
mar-00	\$61.46	\$1.16	\$0.37	\$0.31	\$0.61	1.24	
abr-00	\$62.94	\$1.19	\$0.38	\$0.32	\$0.63	2.40	
may-00	\$65.10	\$1.23	\$0.39	\$0.33	\$0.65	3.44	
jun-00	\$65.80	\$1.24	\$0.40	\$0.33	\$0.66	1.07	
jul-00	\$65.80	\$1.24	\$0.40	\$0.33	\$0.66	0.00	
ago-00	\$69.19	\$1.31	\$0.42	\$0.35	\$0.69	5.16	
sep-00	\$68.15	\$1.29	\$0.41	\$0.34	\$0.68	-1.51	
oct-00	\$68.22	\$1.29	\$0.41	\$0.34	\$0.68	0.10	
nov-00	\$68.71	\$1.30	\$0.42	\$0.35	\$0.69	0.73	
dic-00	\$68.97	\$1.30	\$0.42	\$0.35	\$0.69	0.38	
ene-01	\$71.35	\$1.35	\$0.43	\$0.36	\$0.71	3.45	-0.40
feb-01	\$74.58	\$1.41	\$0.45	\$0.38	\$0.75	4.52	
mar-01	\$69.31	\$1.31	\$0.42	\$0.35	\$0.69	-7.06	
abr-01	\$67.64	\$1.28	\$0.41	\$0.34	\$0.68	-2.41	
may-01	\$68.30	\$1.29	\$0.41	\$0.34	\$0.68	0.97	
jun-01	\$67.73	\$1.28	\$0.41	\$0.34	\$0.68	-0.84	
jul-01	\$65.66	\$1.24	\$0.40	\$0.33	\$0.66	-3.05	
ago-01	\$63.80	\$1.21	\$0.39	\$0.32	\$0.64	-2.84	
sep-01	\$63.47	\$1.20	\$0.38	\$0.32	\$0.63	-0.52	
oct-01	\$62.96	\$1.19	\$0.38	\$0.32	\$0.63	-0.80	
nov-01	\$63.80	\$1.21	\$0.39	\$0.32	\$0.64	1.34	
dic-01	\$65.34	\$1.23	\$0.39	\$0.33	\$0.65	2.42	
ene-02	\$66.34	\$1.25	\$0.40	\$0.33	\$0.66	1.54	1.74
feb-02	\$66.06	\$1.25	\$0.40	\$0.33	\$0.66	-0.42	
mar-02	\$64.34	\$1.22	\$0.39	\$0.32	\$0.64	-2.60	
abr-02	\$65.07	\$1.23	\$0.39	\$0.33	\$0.65	1.14	
may-02	\$67.89	\$1.28	\$0.41	\$0.34	\$0.68	4.35	
jun-02	\$69.51	\$1.31	\$0.42	\$0.35	\$0.69	2.38	
jul-02	\$72.05	\$1.36	\$0.44	\$0.36	\$0.72	3.65	
ago-02	\$74.55	\$1.41	\$0.45	\$0.38	\$0.75	3.47	
sep-02	\$74.60	\$1.41	\$0.45	\$0.38	\$0.75	0.07	
oct-02	\$75.59	\$1.43	\$0.46	\$0.38	\$0.76	1.33	
nov-02	\$78.24	\$1.48	\$0.47	\$0.40	\$0.78	3.51	
dic-02	\$80.20	\$1.52	\$0.48	\$0.41	\$0.80	2.50	
ene-03	\$80.77	\$1.53	\$0.49	\$0.41	\$0.81	0.71	0.89
feb-03	\$81.21	\$1.53	\$0.49	\$0.41	\$0.81	0.55	
mar-03	\$83.08	\$1.57	\$0.50	\$0.42	\$0.83	2.30	
abr-03	\$88.01	\$1.66	\$0.53	\$0.44	\$0.88	5.93	
may-03	\$90.63	\$1.71	\$0.55	\$0.46	\$0.91	2.98	
jun-03	\$90.35	\$1.71	\$0.55	\$0.46	\$0.90	-0.31	
jul-03	\$87.47	\$1.65	\$0.53	\$0.44	\$0.87	-3.19	
ago-03	\$84.66	\$1.60	\$0.51	\$0.43	\$0.85	-3.21	
sep-03	\$85.57	\$1.62	\$0.52	\$0.43	\$0.86	1.07	
oct-03	\$87.40	\$1.65	\$0.53	\$0.44	\$0.87	2.14	
nov-03	\$88.95	\$1.68	\$0.54	\$0.45	\$0.89	1.77	
dic-03	\$88.92	\$1.68	\$0.54	\$0.45	\$0.89	-0.03	
ene-04	\$89.57	\$1.69	\$0.54	\$0.45	\$0.90	0.73	1.72
feb-04	\$90.81	\$1.72	\$0.55	\$0.46	\$0.91	1.38	
mar-04	\$91.25	\$1.72	\$0.55	\$0.46	\$0.91	0.48	
abr-04	\$93.62	\$1.77	\$0.57	\$0.47	\$0.94	2.60	
may-04	\$98.22	\$1.86	\$0.59	\$0.50	\$0.98	4.91	
jun-04	\$101.25	\$1.91	\$0.61	\$0.51	\$1.01	3.09	
jul-04	\$104.02	\$1.97	\$0.63	\$0.53	\$1.04	2.74	
ago-04	\$105.94	\$2.00	\$0.64	\$0.53	\$1.06	1.85	
sep-04	\$107.95	\$2.04	\$0.65	\$0.55	\$1.08	1.90	
oct-04	\$106.95	\$2.02	\$0.65	\$0.54	\$1.07	-0.93	
nov-04	\$106.05	\$2.00	\$0.64	\$0.54	\$1.06	-0.84	
dic-04	\$108.90	\$2.06	\$0.66	\$0.55	\$1.09	2.69	
ene-05	\$111.77	\$2.11	\$0.68	\$0.56	\$1.12	2.64	0.63
feb-05	\$108.17	\$2.04	\$0.65	\$0.55	\$1.08	-3.22	
mar-05	\$107.09	\$2.02	\$0.65	\$0.54	\$1.07	-1.00	
abr-05	\$104.85	\$1.98	\$0.63	\$0.53	\$1.05	-2.09	
may-05	\$106.07	\$2.00	\$0.64	\$0.54	\$1.06	1.16	
jun-05	\$107.79	\$2.04	\$0.65	\$0.54	\$1.08	1.62	
jul-05	\$109.83	\$2.08	\$0.66	\$0.55	\$1.10	1.89	
01-15 ago 05	\$112.11	\$2.12	\$0.68	\$0.57	\$1.12	2.08	
16-31 ago 05	\$112.11	\$2.12	\$0.68	\$0.57	\$1.12	0.00	
sep-05	\$112.66	\$2.13	\$0.68	\$0.57	\$1.13	0.49	
oct-05	\$114.05	\$2.15	\$0.69	\$0.58	\$1.14	1.23	
nov-05	\$117.23	\$2.22	\$0.71	\$0.59	\$1.17	2.79	
dic-05	\$123.07	\$2.33	\$0.74	\$0.62	\$1.23	4.98	
ene-06	\$123.66	\$2.34	\$0.75	\$0.62	\$1.24	0.48	0.44
feb-06	\$121.63	\$2.30	\$0.74	\$0.61	\$1.22	-1.64	
mar-06	\$121.14	\$2.29	\$0.73	\$0.61	\$1.21	-0.40	

ANEXO A

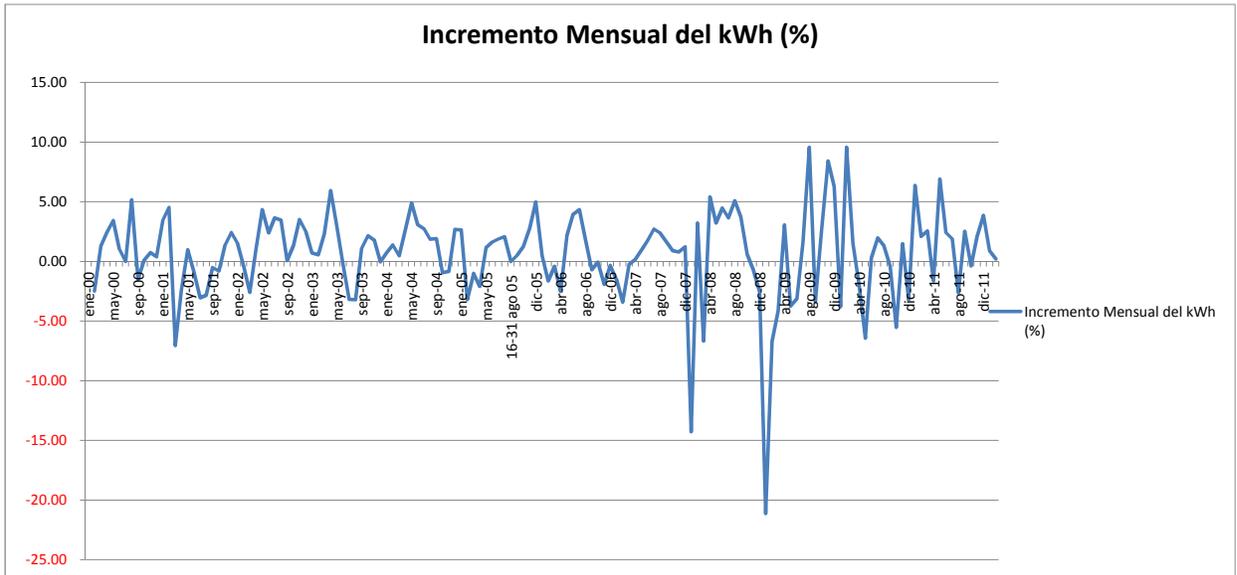
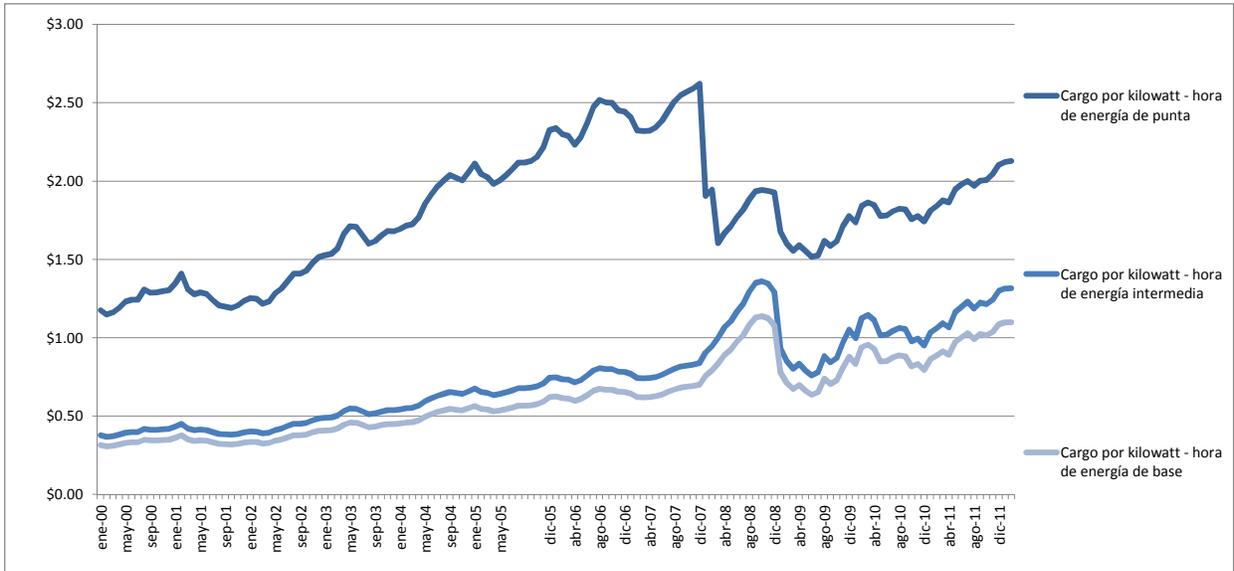
Mes y Año	Carga por kilowatt de demanda facturable	Carga por kilowatt - hora de energía de punta	Carga por kilowatt - hora de energía intermedia	Carga por kilowatt - hora de energía de base	Precio Promedio por kilowatt - hora de energía	Incremento Mensual del kWh (%)	Promedio del Incremento Mensual del kWh por Año (%)
abr-06	\$118.09	\$2.23	\$0.71	\$0.60	\$1.18	-2.52	
may-06	\$120.68	\$2.28	\$0.73	\$0.61	\$1.21	2.19	
jun-06	\$125.45	\$2.37	\$0.76	\$0.63	\$1.25	3.95	
jul-06	\$130.89	\$2.47	\$0.79	\$0.66	\$1.31	4.34	
ago-06	\$133.29	\$2.52	\$0.81	\$0.67	\$1.33	1.83	
sep-06	\$132.36	\$2.50	\$0.80	\$0.67	\$1.32	-0.70	
oct-06	\$132.28	\$2.50	\$0.80	\$0.67	\$1.32	-0.06	
nov-06	\$129.74	\$2.45	\$0.78	\$0.66	\$1.30	-1.92	
dic-06	\$129.31	\$2.44	\$0.78	\$0.65	\$1.29	-0.33	
ene-07	\$127.34	\$2.41	\$0.77	\$0.64	\$1.27	-1.52	0.61
feb-07	\$122.98	\$2.32	\$0.74	\$0.62	\$1.23	-3.42	
mar-07	\$122.68	\$2.32	\$0.74	\$0.62	\$1.23	-0.24	
abr-07	\$122.85	\$2.32	\$0.74	\$0.62	\$1.23	0.14	
may-07	\$124.02	\$2.34	\$0.75	\$0.63	\$1.24	0.95	
jun-07	\$126.15	\$2.38	\$0.76	\$0.64	\$1.26	1.72	
jul-07	\$129.57	\$2.45	\$0.78	\$0.65	\$1.30	2.71	
ago-07	\$132.67	\$2.51	\$0.80	\$0.67	\$1.33	2.39	
sep-07	\$134.86	\$2.55	\$0.82	\$0.68	\$1.35	1.65	
oct-07	\$136.06	\$2.57	\$0.82	\$0.69	\$1.36	0.89	
nov-07	\$137.12	\$2.59	\$0.83	\$0.69	\$1.37	0.78	
dic-07	\$138.78	\$2.62	\$0.84	\$0.70	\$1.39	1.21	
ene-08	\$139.04	\$1.91	\$0.91	\$0.76	\$1.19	-14.26	0.43
feb-08	\$139.19	\$1.95	\$0.95	\$0.79	\$1.23	3.21	
mar-08	\$140.65	\$1.60	\$1.00	\$0.83	\$1.15	-6.69	
abr-08	\$142.93	\$1.67	\$1.06	\$0.89	\$1.21	5.41	
may-08	\$145.36	\$1.71	\$1.10	\$0.92	\$1.25	3.22	
jun-08	\$147.47	\$1.77	\$1.17	\$0.97	\$1.30	4.48	
jul-08	\$149.67	\$1.82	\$1.22	\$1.02	\$1.35	3.63	
ago-08	\$151.38	\$1.88	\$1.29	\$1.08	\$1.42	5.07	
sep-08	\$153.70	\$1.94	\$1.35	\$1.13	\$1.47	3.74	
oct-08	\$153.90	\$1.94	\$1.36	\$1.14	\$1.48	0.58	
nov-08	\$154.42	\$1.94	\$1.35	\$1.12	\$1.47	-0.70	
dic-08	\$158.14	\$1.93	\$1.29	\$1.08	\$1.43	-2.55	
ene-09	\$157.55	\$1.68	\$0.93	\$0.78	\$1.13	-21.13	-0.88
feb-09	\$155.86	\$1.60	\$0.85	\$0.71	\$1.05	-6.70	
mar-09	\$155.36	\$1.56	\$0.80	\$0.67	\$1.01	-4.17	
abr-09	\$156.35	\$1.59	\$0.83	\$0.70	\$1.04	3.06	
may-09	\$156.99	\$1.55	\$0.79	\$0.66	\$1.00	-3.74	
jun-09	\$155.01	\$1.52	\$0.76	\$0.64	\$0.97	-3.13	
jul-09	\$153.27	\$1.52	\$0.78	\$0.65	\$0.99	1.55	
ago-09	\$153.24	\$1.62	\$0.88	\$0.74	\$1.08	9.57	
sep-09	\$153.72	\$1.59	\$0.84	\$0.70	\$1.04	-3.37	
oct-09	\$154.55	\$1.62	\$0.87	\$0.73	\$1.07	2.75	
nov-09	\$156.81	\$1.71	\$0.97	\$0.81	\$1.16	8.43	
dic-09	\$156.68	\$1.78	\$1.05	\$0.88	\$1.24	6.28	
ene-10	\$156.85	\$1.74	\$1.00	\$0.83	\$1.19	-3.78	-0.43
feb-10	\$157.13	\$1.84	\$1.13	\$0.94	\$1.30	9.56	
mar-10	\$158.40	\$1.86	\$1.14	\$0.96	\$1.32	1.51	
abr-10	\$159.46	\$1.85	\$1.11	\$0.93	\$1.30	-1.90	
may-10	\$160.26	\$1.78	\$1.01	\$0.85	\$1.21	-6.45	
jun-10	\$160.52	\$1.78	\$1.02	\$0.85	\$1.22	0.31	
jul-10	\$161.39	\$1.81	\$1.04	\$0.87	\$1.24	1.96	
ago-10	\$161.68	\$1.82	\$1.06	\$0.89	\$1.26	1.32	
sep-10	\$161.97	\$1.82	\$1.06	\$0.88	\$1.25	-0.42	
oct-10	\$162.05	\$1.76	\$0.98	\$0.82	\$1.18	-5.52	
nov-10	\$162.68	\$1.78	\$0.99	\$0.83	\$1.20	1.48	
dic-10	\$163.28	\$1.74	\$0.95	\$0.79	\$1.16	-3.22	
ene-11	\$163.23	\$1.81	\$1.03	\$0.86	\$1.24	6.37	2.17
feb-11	\$164.19	\$1.84	\$1.06	\$0.89	\$1.26	2.10	
mar-11	\$165.88	\$1.88	\$1.09	\$0.91	\$1.29	2.56	
abr-11	\$167.34	\$1.86	\$1.06	\$0.89	\$1.27	-1.64	
may-11	\$168.38	\$1.95	\$1.16	\$0.97	\$1.36	6.91	
jun-11	\$168.99	\$1.98	\$1.20	\$1.00	\$1.39	2.41	
jul-11	\$168.43	\$2.00	\$1.23	\$1.03	\$1.42	1.88	
ago-11	\$168.94	\$1.97	\$1.19	\$0.99	\$1.38	-2.62	
sep-11	\$169.31	\$2.00	\$1.23	\$1.02	\$1.42	2.53	
oct-11	\$171.24	\$2.01	\$1.21	\$1.01	\$1.41	-0.38	
nov-11	\$174.01	\$2.05	\$1.24	\$1.04	\$1.44	2.09	
dic-11	\$176.41	\$2.10	\$1.30	\$1.09	\$1.50	3.85	
ene-12	\$177.47	\$2.12	\$1.31	\$1.10	\$1.51	0.90	
feb-12	\$178.23	\$2.13	\$1.31	\$1.10	\$1.51	0.20	

ANEXO A

AÑO	Promedio del Incremento Mensual del kWh por Año (%)	Promedio Incremento Mensual del kWh entre 2000-2011 (%)
2000	0.88	0.6
2001	-0.40	
2002	1.74	
2003	0.89	
2004	1.72	
2005	0.63	
2006	0.44	
2007	0.61	
2008	0.43	
2009	-0.88	
2010	-0.43	
2011	2.17	



ANEXO A



ANEXO B

Mes y Año	INPC índice general			INPC subyacente 1/			INPC no subyacente			Promedio Mensual de inflación X Año
	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual	
ene-00	1.34	1.34	11.02	1.29	1.29	13.17	1.48	1.48	5.27	0.72
feb-00	0.89	2.24	10.52	1.1	2.41	12.36	0.27	1.76	5.51	
mar-00	0.55	2.81	10.11	0.65	3.07	11.33	0.29	2.05	6.71	
abr-00	0.57	3.39	9.73	0.53	3.61	10.59	0.7	2.76	7.31	
may-00	0.37	3.78	9.48	0.44	4.07	10.01	0.19	2.95	7.98	
jun-00	0.59	4.39	9.41	0.34	4.42	9.52	1.34	4.33	9.09	
jul-00	0.39	4.8	9.12	0.33	4.76	9.17	0.56	4.91	8.98	
ago-00	0.55	5.38	9.1	0.42	5.2	8.8	0.93	5.89	9.98	
sep-00	0.73	6.15	8.85	0.77	6.01	8.32	0.62	6.54	10.4	
oct-00	0.69	6.88	8.91	0.52	6.57	8.11	1.17	7.78	11.27	
nov-00	0.86	7.79	8.87	0.64	7.24	8.11	1.48	9.38	11.1	
dic-00	1.08	8.96	8.96	0.56	7.85	7.85	2.55	12.17	12.17	
ene-01	0.55	0.55	8.11	0.74	0.74	7.26	0.03	0.03	10.57	0.36
feb-01	-0.07	0.49	7.09	0.75	1.5	6.89	-2.36	-2.33	7.67	
mar-01	0.63	1.12	7.17	0.6	2.11	6.84	0.73	-1.62	8.15	
abr-01	0.5	1.63	7.11	0.48	2.6	6.79	0.57	-1.06	8.01	
may-01	0.23	1.87	6.95	0.36	2.97	6.71	-0.15	-1.2	7.65	
jun-01	0.24	2.11	6.57	0.32	3.3	6.7	-0.01	-1.21	6.21	
jul-01	-0.26	1.84	5.88	-0.26	1.84	5.88	-1.46	-2.66	4.08	
ago-01	0.59	2.45	5.93	0.33	3.81	6.42	1.36	-1.34	4.52	
sep-01	0.93	3.4	6.14	0.76	4.59	6.4	1.44	0.09	5.38	
oct-01	0.45	3.87	5.89	0.25	4.86	6.12	1.03	1.12	5.24	
nov-01	0.38	4.26	5.39	0.24	5.11	5.7	0.77	1.9	4.5	
dic-01	0.14	4.4	4.4	0.24	5.36	5.36	-0.15	1.75	1.75	
ene-02	0.92	0.92	4.79	0.5	0.5	5.1	2.15	2.15	3.9	0.46
feb-02	-0.06	0.86	4.79	0.71	1.21	5.05	-2.25	-0.15	4.02	
mar-02	0.51	1.37	4.66	0.41	1.62	4.85	0.82	0.66	4.1	
abr-02	0.55	1.93	4.7	0.36	1.98	4.72	1.1	1.77	4.65	
may-02	0.2	2.13	4.68	0.18	2.17	4.54	0.25	2.02	5.07	
jun-02	0.49	2.63	4.94	0.13	2.3	4.34	1.53	3.58	6.69	
jul-02	0.29	2.93	5.51	0.13	2.44	4.32	0.8	4.41	9.13	
ago-02	0.38	3.32	5.29	0.34	2.78	4.32	0.54	4.98	8.26	
sep-02	0.6	3.94	4.95	0.66	3.46	4.22	0.39	5.38	7.13	
oct-02	0.44	4.4	4.94	0.23	3.7	4.2	1.22	6.67	7.33	
nov-02	0.81	5.24	5.39	0.19	3.9	4.15	3.08	9.96	9.79	
dic-02	0.44	5.7	5.7	0.21	4.12	4.12	1.25	11.33	11.33	
ene-03	0.4	0.4	5.16	0.44	0.44	4.06	0.26	0.26	9.28	0.33
feb-03	0.28	0.68	5.52	0.5	0.94	3.84	-0.5	-0.24	11.23	
mar-03	0.63	1.32	5.64	0.41	1.35	3.84	1.44	1.2	11.92	
abr-03	0.17	1.49	5.25	0.34	1.7	3.83	-0.43	0.76	10.23	
may-03	-0.32	1.16	4.7	0.27	1.97	3.91	-2.43	-1.69	7.28	
jun-03	0.08	1.25	4.27	0.11	2.08	3.89	-0.01	-1.7	5.65	
jul-03	0.14	1.39	4.13	0.14	2.22	3.89	0.18	-1.53	5	
ago-03	0.3	1.7	4.04	0.36	2.58	3.91	0.08	-1.44	4.52	
sep-03	0.6	2.3	4.04	0.48	3.07	3.73	1.02	-0.44	5.19	
oct-03	0.37	2.68	3.96	0.21	3.3	3.71	0.93	0.49	4.88	
nov-03	0.83	3.53	3.98	0.26	3.57	3.78	2.9	3.41	4.7	
dic-03	0.43	3.98	3.98	0.29	3.87	3.87	0.93	4.37	4.37	
ene-04	0.62	0.62	4.2	0.38	0.38	3.8	1.46	1.46	5.62	0.42
feb-04	0.6	1.22	4.53	0.45	0.84	3.76	1.12	2.59	7.33	

ANEXO B

Mes y Año	INPC índice general			INPC subyacente 1/			INPC no subyacente			Promedio Mensual de inflación X Año	
	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual		
mar-04	0.34	1.57	4.23	0.37	1.21	3.72	0.24	2.84	6.06		
abr-04	0.15	1.72	4.21	0.33	1.54	3.71	-0.47	2.35	6.02		
may-04	-0.25	1.46	4.29	0.23	1.77	3.67	-1.94	0.37	6.55		
jun-04	0.16	1.63	4.37	0.27	2.05	3.83	-0.22	0.15	6.33		
jul-04	0.26	1.89	4.49	0.17	2.22	3.87	0.58	0.73	6.76		
ago-04	0.62	2.52	4.82	0.28	2.51	3.79	1.83	2.57	8.63		
sep-04	0.83	3.37	5.06	0.57	3.09	3.89	1.73	4.35	9.38		
oct-04	0.69	4.09	5.4	0.29	3.39	3.96	2.11	6.55	10.66		
nov-04	0.85	4.97	5.43	0.24	3.64	3.94	2.97	9.71	10.73		
dic-04	0.21	5.19	5.19	0.28	3.92	3.92	-0.04	9.67	9.67		
ene-05	0	0	4.54	0.37	0.37	3.91	-1.24	-1.24	6.75		0.27
feb-05	0.33	0.34	4.27	0.39	0.76	3.85	0.15	-1.1	5.73		
mar-05	0.45	0.79	4.39	0.29	1.05	3.77	1.02	-0.09	6.54		
abr-05	0.36	1.15	4.6	0.19	1.24	3.62	0.92	0.83	8.04		
may-05	-0.25	0.89	4.6	0.19	1.44	3.58	-1.75	-0.94	8.24		
jun-05	-0.1	0.8	4.33	0.24	1.69	3.56	-1.26	-2.18	7.12		
jul-05	0.39	1.19	4.47	0.21	1.9	3.59	1.04	-1.17	7.61		
ago-05	0.12	1.31	3.95	0.14	2.04	3.45	0.05	-1.12	5.72		
sep-05	0.4	1.72	3.51	0.48	2.53	3.35	0.13	-0.99	4.06		
oct-05	0.25	1.97	3.05	0.24	2.77	3.3	0.27	-0.73	2.18		
nov-05	0.72	2.7	2.91	0.21	2.98	3.27	2.51	1.76	1.72		
dic-05	0.61	3.33	3.33	0.28	3.27	3.27	1.74	3.53	3.53		
ene-06	0.59	0.59	3.94	0.22	0.22	3.11	1.82	1.82	6.74	0.33	
feb-06	0.15	0.74	3.75	0.33	0.55	3.05	-0.42	1.39	6.14		
mar-06	0.13	0.87	3.41	0.4	0.94	3.16	-0.77	0.61	4.26		
abr-06	0.15	1.01	3.2	0.34	1.29	3.32	-0.5	0.1	2.79		
may-06	-0.45	0.56	3	0.14	1.42	3.26	-2.41	-2.3	2.1		
jun-06	0.09	0.65	3.18	0.3	1.73	3.32	-0.66	-2.95	2.72		
jul-06	0.27	0.93	3.06	0.26	1.99	3.37	0.33	-2.63	1.99		
ago-06	0.51	1.44	3.47	0.17	2.17	3.41	1.69	-0.99	3.66		
sep-06	1.01	2.47	4.09	0.55	2.73	3.48	2.61	1.59	6.23		
oct-06	0.44	2.91	4.29	0.23	2.97	3.47	1.14	2.74	7.15		
nov-06	0.52	3.45	4.09	0.26	3.24	3.53	1.4	4.19	6		
dic-06	0.58	4.05	4.05	0.4	3.65	3.65	1.18	5.42	5.42		
ene-07	0.52	0.52	3.98	0.46	0.46	3.9	0.69	0.69	4.25	0.31	
feb-07	0.28	0.8	4.11	0.38	0.85	3.96	-0.05	0.64	4.63		
mar-07	0.22	1.02	4.21	0.29	1.14	3.85	-0.04	0.6	5.41		
abr-07	-0.06	0.96	3.99	0.19	1.34	3.7	-0.9	-0.31	4.99		
may-07	-0.49	0.46	3.95	0.2	1.54	3.76	-2.78	-3.08	4.58		
jun-07	0.12	0.58	3.98	0.29	1.83	3.75	-0.45	-3.51	4.81		
jul-07	0.42	1.01	4.14	0.3	2.14	3.79	0.84	-2.7	5.35		
ago-07	0.41	1.42	4.03	0.27	2.42	3.89	0.88	-1.84	4.51		
sep-07	0.78	2.21	3.79	0.48	2.91	3.82	1.8	-0.08	3.69		
oct-07	0.39	2.61	3.74	0.33	3.24	3.92	0.6	0.52	3.14		
nov-07	0.71	3.33	3.93	0.23	3.48	3.89	2.32	2.85	4.07		
dic-07	0.41	3.76	3.76	0.38	3.87	3.87	0.52	3.39	3.39		
ene-08	0.46	0.46	3.7	0.43	0.43	3.84	0.56	0.56	3.26	0.53	
feb-08	0.3	0.76	3.72	0.43	0.87	3.89	-0.14	0.42	3.16		
mar-08	0.72	1.49	4.25	0.49	1.36	4.09	1.51	1.94	4.77		
abr-08	0.23	1.72	4.55	0.39	1.76	4.3	-0.32	1.62	5.38		

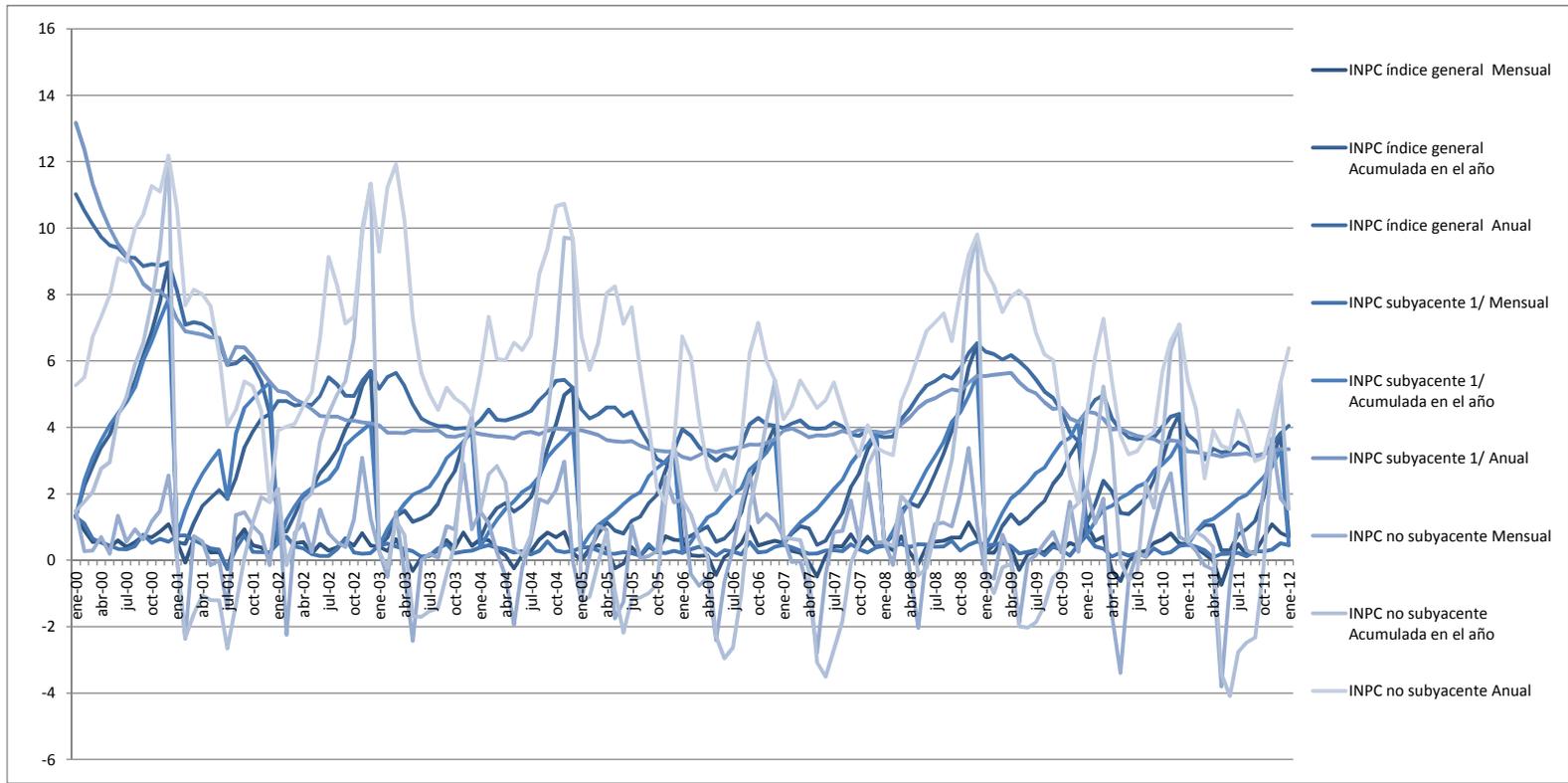
ANEXO B

Mes y Año	INPC índice general			INPC subyacente 1/			INPC no subyacente			Promedio Mensual de inflación X Año
	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual	Mensual	Acumulada en el año	Anual	
may-08	-0.11	1.61	4.95	0.48	2.24	4.59	-2.04	-0.46	6.18	
jun-08	0.41	2.03	5.26	0.47	2.72	4.78	0.22	-0.24	6.9	
jul-08	0.56	2.6	5.39	0.4	3.13	4.88	1.09	0.85	7.16	
ago-08	0.58	3.2	5.57	0.41	3.56	5.03	1.13	1.99	7.43	
sep-08	0.68	3.9	5.47	0.58	4.16	5.14	1.01	3.02	6.59	
oct-08	0.68	4.61	5.78	0.29	4.46	5.1	2	5.08	8.08	
nov-08	1.14	5.8	6.23	0.46	4.94	5.34	3.38	8.63	9.19	
dic-08	0.69	6.53	6.53	0.57	5.54	5.54	1.08	9.8	9.8	
ene-09	0.23	0.23	6.28	0.44	0.44	5.54	-0.43	-0.43	8.72	0.29
feb-09	0.22	0.45	6.2	0.47	0.91	5.58	-0.56	-0.99	8.26	
mar-09	0.58	1.03	6.04	0.52	1.43	5.61	0.77	-0.22	7.47	
abr-09	0.35	1.38	6.17	0.42	1.86	5.64	0.11	-0.11	7.93	
may-09	-0.29	1.09	5.98	0.2	2.06	5.35	-1.88	-1.99	8.12	
jun-09	0.18	1.28	5.74	0.25	2.32	5.12	-0.04	-2.03	7.83	
jul-09	0.27	1.55	5.44	0.31	2.63	5.02	0.16	-1.87	6.84	
ago-09	0.24	1.79	5.08	0.15	2.79	4.75	0.52	-1.36	6.19	
sep-09	0.5	2.3	4.89	0.4	3.19	4.55	0.85	-0.51	6.03	
oct-09	0.3	2.61	4.5	0.32	3.53	4.59	0.23	-0.28	4.2	
nov-09	0.52	3.15	3.86	0.14	3.68	4.27	1.76	1.47	2.56	
dic-09	0.41	3.57	3.57	0.47	4.16	4.16	0.25	1.72	1.72	
ene-10	1.09	1.09	4.46	0.75	0.75	4.48	2.18	2.18	4.38	0.36
feb-10	0.58	1.67	4.83	0.41	1.17	4.43	1.11	3.31	6.13	
mar-10	0.71	2.39	4.97	0.35	1.52	4.26	1.85	5.23	7.27	
abr-10	-0.32	2.07	4.27	0.11	1.63	3.93	-1.66	3.48	5.38	
may-10	-0.63	1.42	3.92	0.23	1.87	3.96	-3.39	-0.02	3.76	
jun-10	-0.03	1.39	3.69	0.14	2.01	3.85	-0.59	-0.61	3.19	
jul-10	0.22	1.61	3.64	0.21	2.22	3.74	0.25	-0.37	3.28	
ago-10	0.28	1.89	3.68	0.1	2.32	3.69	0.1	2.32	3.69	
sep-10	0.52	2.43	3.7	0.36	2.69	3.65	1.06	1.58	3.86	
oct-10	0.62	3.06	4.02	0.19	2.89	3.51	2.02	3.63	5.7	
nov-10	0.8	3.89	4.32	0.24	3.13	3.61	2.62	6.35	6.61	
dic-10	0.5	4.4	4.4	0.43	3.58	3.58	0.7	7.09	7.09	
ene-11	0.49	0.49	3.78	0.46	0.46	3.27	0.57	0.57	5.39	0.31
feb-11	0.38	0.86	3.57	0.4	0.86	3.26	0.28	0.85	4.53	
mar-11	0.19	1.06	3.04	0.3	1.16	3.21	-0.16	0.69	2.46	
abr-11	-0.01	1.05	3.36	0.08	1.24	3.18	-0.28	0.4	3.9	
may-11	-0.74	0.3	3.25	0.18	1.42	3.12	-3.8	-3.42	3.45	
jun-11	0	0.3	3.28	0.19	1.62	3.18	-0.7	-4.09	3.34	
jul-11	0.48	0.78	3.55	0.22	1.84	3.19	1.38	-2.77	4.51	
ago-11	0.16	0.94	3.42	0.12	1.97	3.22	0.29	-2.48	3.9	
sep-11	0.25	1.19	3.14	0.27	2.24	3.12	0.17	-2.32	2.98	
oct-11	0.67	1.87	3.2	0.26	2.5	3.19	2.12	-0.24	3.09	
nov-11	1.08	2.97	3.48	0.32	2.83	3.28	3.67	3.41	4.13	
dic-11	0.82	3.82	3.82	0.51	3.35	3.35	1.86	5.34	5.34	
ene-12	0.71	0.71	4.05	0.45	0.45	3.34	1.55	1.55	6.38	

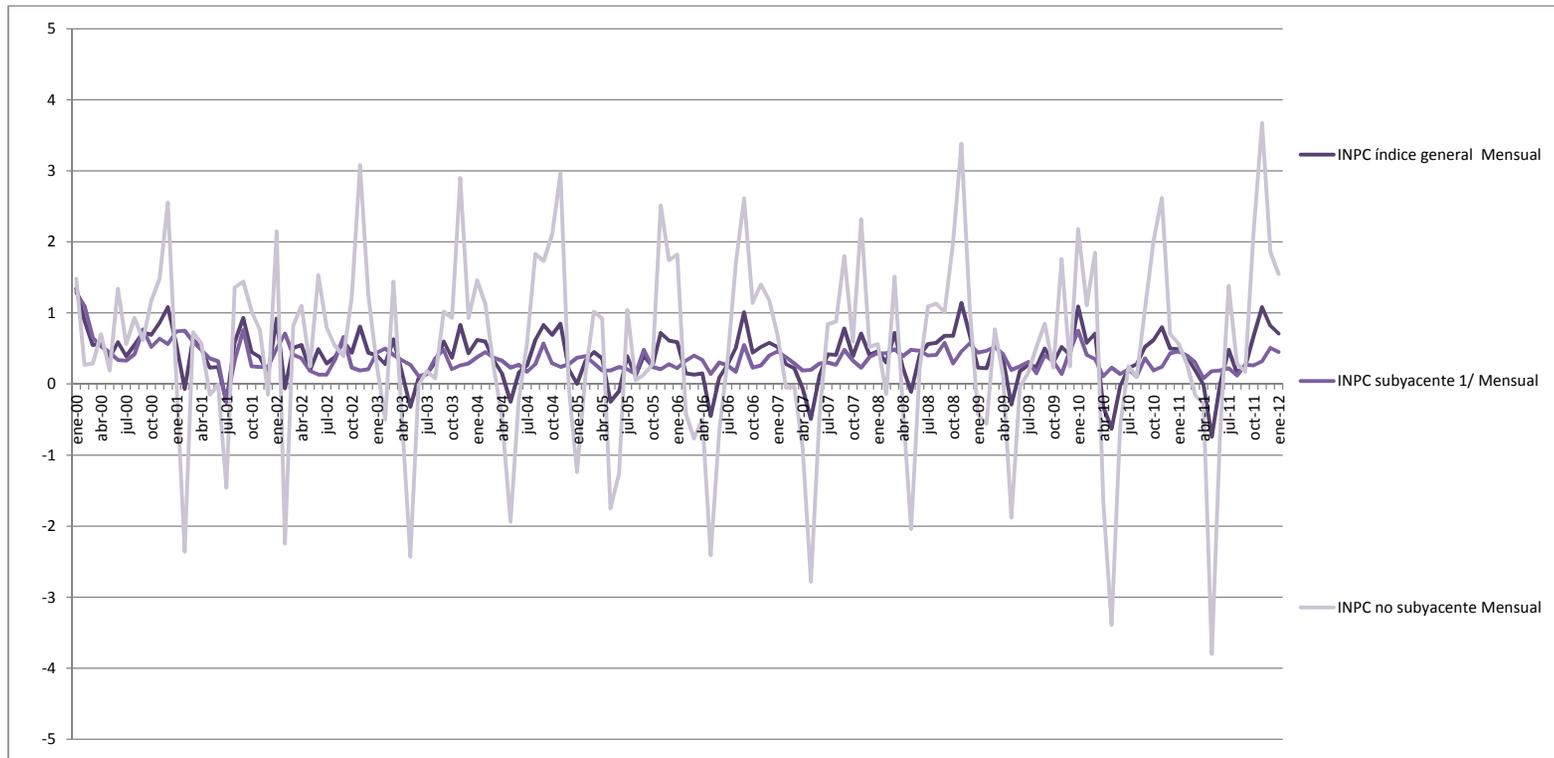
1/ Este indicador incluye los subíndices de Mercancías y Servicios. El subíndice de Mercancías lo integran los grupos: Alimentos procesados, bebidas, tabaco y Otras mercancías.

ANEXO B

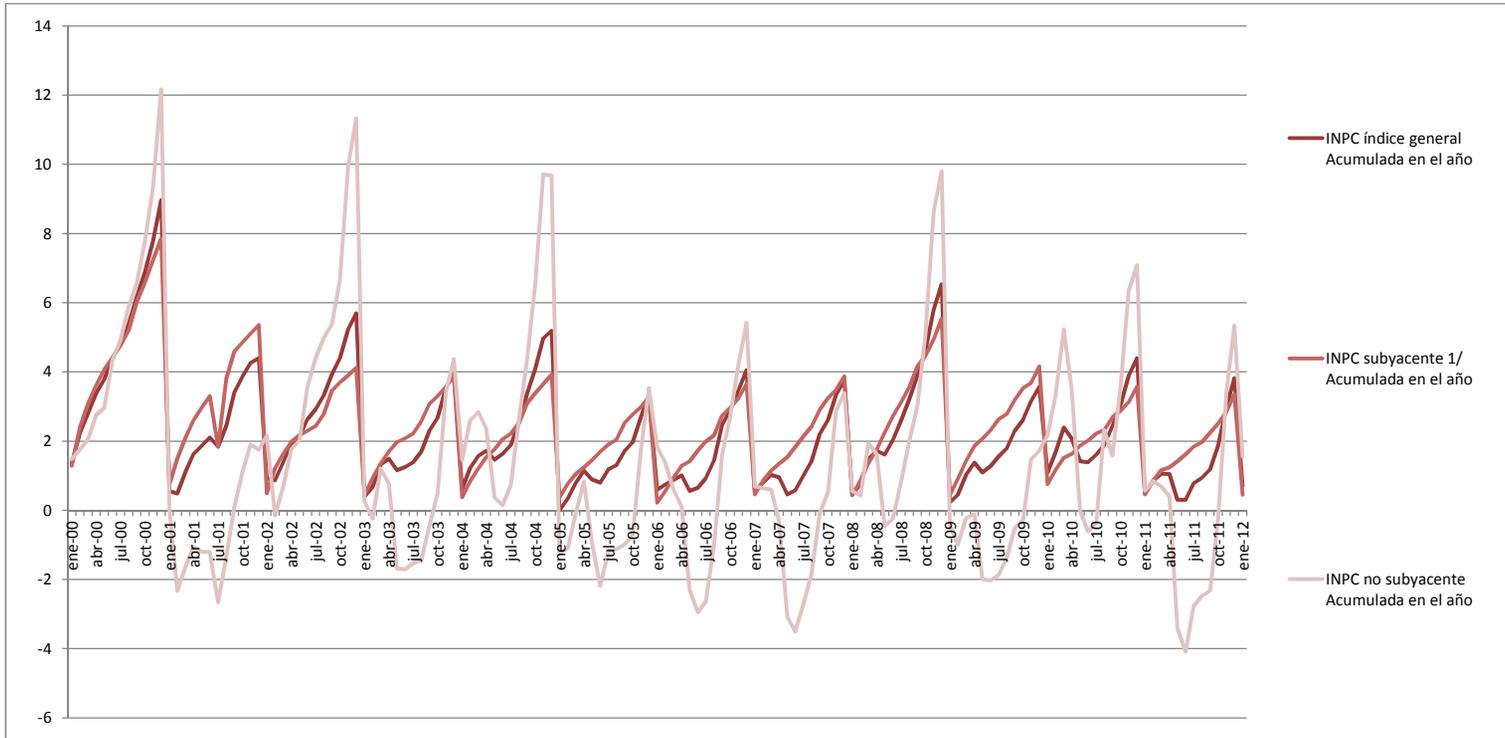
AÑO	Promedio Mensual de inflación X Año	Promedio Mensual de Inflación (2000-2011)
2000	0.72	0.39
2001	0.36	
2002	0.46	
2003	0.33	
2004	0.42	
2005	0.27	
2006	0.33	
2007	0.31	
2008	0.53	
2009	0.29	
2010	0.36	
2011	0.31	



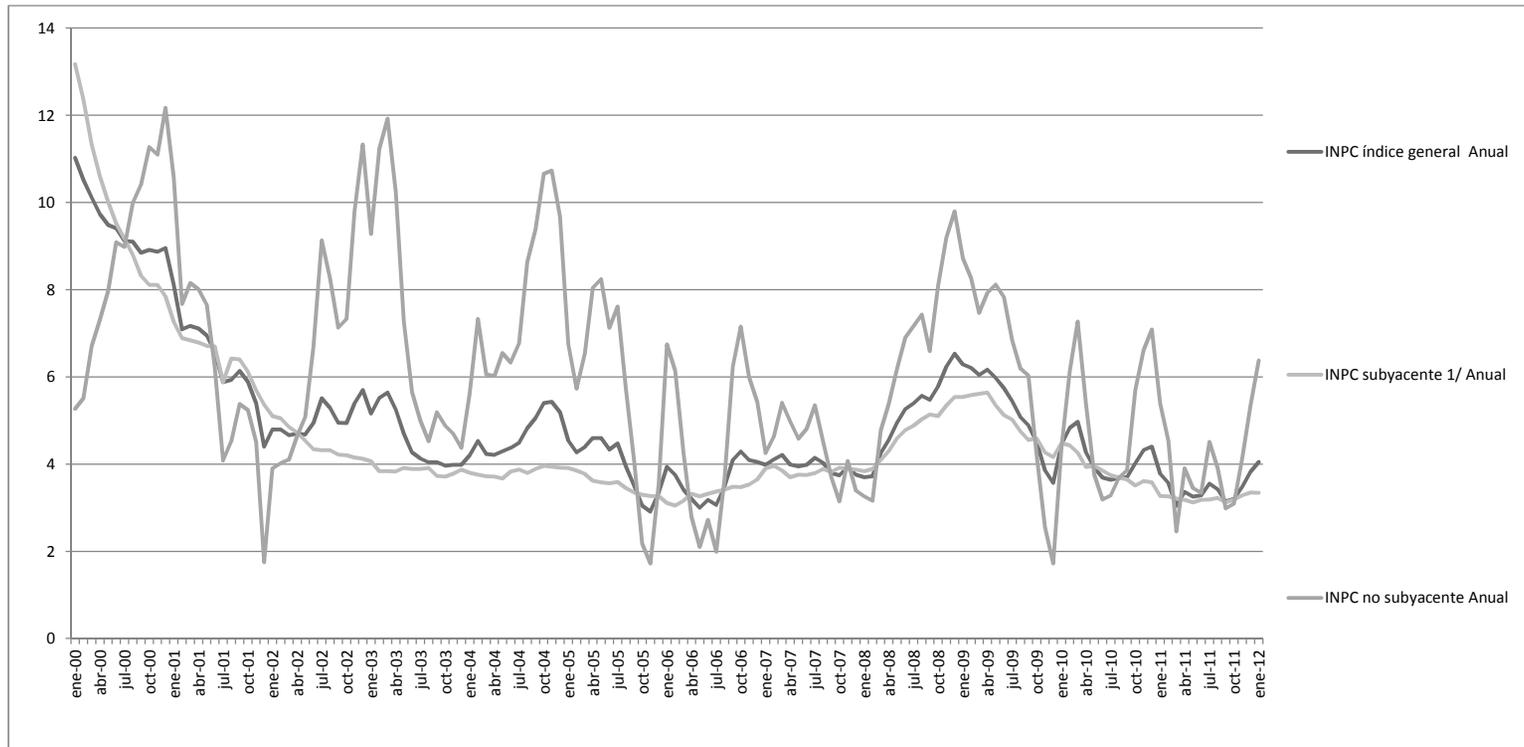
ANEXO B



ANEXO B



ANEXO B



ANEXO C

Mes y Año	Proyección Incremento Mensual Historico CFE (0.65%)	Acumulado Mensual con Incentivo Historico CFE (0.65%)	Equivalenete en USD (\$12.80 M.N)	Proyección Incremento Mensual Historico Inflación (0.39%)	Acumulado Mensual con Incentivo Historico Inflación (0.39%)	Equivalenete en USD (\$12.80 M.N)
ene-12	\$4,609,030.86	\$4,609,030.86	\$360,080.54	\$4,609,030.86	\$4,609,030.86	\$360,080.54
feb-12	\$4,638,989.56	\$9,248,020.43	\$722,501.60	\$4,627,006.08	\$9,236,036.95	\$721,565.39
mar-12	\$4,669,143.00	\$13,917,163.42	\$1,087,278.39	\$4,645,051.41	\$13,881,088.35	\$1,084,460.03
abr-12	\$4,699,492.43	\$18,616,655.85	\$1,454,426.24	\$4,663,167.11	\$18,544,255.46	\$1,448,769.96
may-12	\$4,730,039.13	\$23,346,694.97	\$1,823,960.54	\$4,681,353.46	\$23,225,608.92	\$1,814,500.70
jun-12	\$4,760,784.38	\$28,107,479.35	\$2,195,896.82	\$4,699,610.74	\$27,925,219.66	\$2,181,657.79
jul-12	\$4,791,729.48	\$32,899,208.83	\$2,570,250.69	\$4,717,939.22	\$32,643,158.88	\$2,550,246.79
ago-12	\$4,822,875.72	\$37,722,084.55	\$2,947,037.86	\$4,736,339.18	\$37,379,498.06	\$2,920,273.29
sep-12	\$4,854,224.41	\$42,576,308.96	\$3,326,274.14	\$4,754,810.91	\$42,134,308.96	\$3,291,742.89
oct-12	\$4,885,776.87	\$47,462,085.84	\$3,707,975.46	\$4,773,354.67	\$46,907,663.63	\$3,664,661.22
nov-12	\$4,917,534.42	\$52,379,620.26	\$4,092,157.83	\$4,791,970.75	\$51,699,634.38	\$4,039,033.94
dic-12	\$4,949,498.39	\$57,329,118.65	\$4,478,837.39	\$4,810,659.44	\$56,510,293.82	\$4,414,866.70
ene-13	\$4,981,670.13	\$62,310,788.78	\$4,868,030.37	\$4,829,421.01	\$61,339,714.83	\$4,792,165.22
feb-13	\$5,014,050.99	\$67,324,839.77	\$5,259,753.11	\$4,848,255.75	\$66,187,970.58	\$5,170,935.20
mar-13	\$5,046,642.32	\$72,371,482.10	\$5,654,022.04	\$4,867,163.95	\$71,055,134.53	\$5,551,182.38
abr-13	\$5,079,445.50	\$77,450,927.59	\$6,050,853.72	\$4,886,145.89	\$75,941,280.42	\$5,932,912.53
may-13	\$5,112,461.89	\$82,563,389.49	\$6,450,264.80	\$4,905,201.86	\$80,846,482.27	\$6,316,131.43
jun-13	\$5,145,692.89	\$87,709,082.38	\$6,852,272.06	\$4,924,332.14	\$85,770,814.42	\$6,700,844.88
jul-13	\$5,179,139.90	\$92,888,222.28	\$7,256,892.37	\$4,943,537.04	\$90,714,351.45	\$7,087,058.71
ago-13	\$5,212,804.31	\$98,101,026.59	\$7,664,142.70	\$4,962,816.83	\$95,677,168.29	\$7,474,778.77
sep-13	\$5,246,687.54	\$103,347,714.12	\$8,074,040.17	\$4,982,171.82	\$100,659,340.11	\$7,864,010.95
oct-13	\$5,280,791.00	\$108,628,505.13	\$8,486,601.96	\$5,001,602.29	\$105,660,942.40	\$8,254,761.12
nov-13	\$5,315,116.15	\$113,943,621.27	\$8,901,845.41	\$5,021,108.54	\$110,682,050.93	\$8,647,035.23
dic-13	\$5,349,664.40	\$119,293,285.67	\$9,319,787.94	\$5,040,690.86	\$115,722,741.80	\$9,040,839.20
ene-14	\$5,384,437.22	\$124,677,722.89	\$9,740,447.10	\$5,060,349.56	\$120,783,091.35	\$9,436,179.01
feb-14	\$5,419,436.06	\$130,097,158.95	\$10,163,840.54	\$5,080,084.92	\$125,863,176.27	\$9,833,060.65
mar-14	\$5,454,662.40	\$135,551,821.35	\$10,589,986.04	\$5,099,987.25	\$130,963,073.52	\$10,231,490.12
abr-14	\$5,490,117.70	\$141,041,939.05	\$11,018,901.49	\$5,119,786.85	\$136,082,860.37	\$10,631,473.47
may-14	\$5,525,803.47	\$146,567,742.52	\$11,450,604.88	\$5,139,754.02	\$141,222,614.39	\$11,033,016.75
jun-14	\$5,561,721.19	\$152,129,463.71	\$11,885,114.35	\$5,159,799.06	\$146,382,413.45	\$11,436,126.05
jul-14	\$5,597,872.38	\$157,727,336.09	\$12,322,448.13	\$5,179,922.28	\$151,562,335.72	\$11,840,807.48
ago-14	\$5,634,258.55	\$163,361,594.63	\$12,762,624.58	\$5,200,123.97	\$156,762,459.70	\$12,247,067.16
sep-14	\$5,670,881.23	\$169,032,475.86	\$13,205,662.18	\$5,220,404.46	\$161,982,864.15	\$12,654,911.26
oct-14	\$5,707,741.96	\$174,740,217.82	\$13,651,579.52	\$5,240,764.03	\$167,223,628.18	\$13,064,345.95
nov-14	\$5,744,842.28	\$180,485,060.10	\$14,100,395.32	\$5,261,203.01	\$172,484,831.20	\$13,475,377.44
dic-14	\$5,782,183.75	\$186,267,243.85	\$14,552,128.43	\$5,281,721.70	\$177,766,552.90	\$13,888,011.95
ene-15	\$5,819,767.95	\$192,087,011.80	\$15,006,797.80	\$5,302,320.42	\$183,068,873.32	\$14,302,255.73
feb-15	\$5,857,596.44	\$197,944,608.24	\$15,464,422.52	\$5,322,999.47	\$188,391,872.79	\$14,718,115.06
mar-15	\$5,895,670.82	\$203,840,279.05	\$15,925,021.80	\$5,343,759.17	\$193,735,631.96	\$15,135,596.25
abr-15	\$5,933,992.68	\$209,774,271.73	\$16,388,614.98	\$5,364,599.83	\$199,100,231.78	\$15,554,705.61
may-15	\$5,972,563.63	\$215,746,835.36	\$16,855,221.51	\$5,385,521.77	\$204,485,753.55	\$15,975,449.50
jun-15	\$6,011,385.29	\$221,758,220.65	\$17,324,860.99	\$5,406,525.30	\$209,892,278.85	\$16,397,834.29
jul-15	\$6,050,459.30	\$227,808,679.95	\$17,797,553.12	\$5,427,610.75	\$215,319,889.60	\$16,821,866.38
ago-15	\$6,089,787.28	\$233,898,467.23	\$18,273,317.75	\$5,448,778.43	\$220,768,668.04	\$17,247,552.19
sep-15	\$6,129,370.90	\$240,027,838.13	\$18,752,174.85	\$5,470,028.67	\$226,238,696.70	\$17,674,898.18
oct-15	\$6,169,211.81	\$246,197,049.94	\$19,234,144.53	\$5,491,361.78	\$231,730,058.48	\$18,103,910.82
nov-15	\$6,209,311.69	\$252,406,361.63	\$19,719,247.00	\$5,512,778.09	\$237,242,836.57	\$18,534,596.61
dic-15	\$6,249,672.21	\$258,656,033.84	\$20,207,502.64	\$5,534,277.93	\$242,777,114.50	\$18,966,962.07
ene-16	\$6,290,295.08	\$264,946,328.92	\$20,698,931.95	\$5,555,861.61	\$248,332,976.11	\$19,401,013.76
feb-16	\$6,331,182.00	\$271,277,510.93	\$21,193,555.54	\$5,577,529.47	\$253,910,505.58	\$19,836,758.25
mar-16	\$6,372,334.68	\$277,649,845.61	\$21,691,394.19	\$5,599,281.83	\$259,509,787.41	\$20,274,202.14
abr-16	\$6,413,754.86	\$284,063,600.47	\$22,192,468.79	\$5,621,119.03	\$265,130,906.45	\$20,713,352.07
may-16	\$6,455,444.27	\$290,519,044.73	\$22,696,800.37	\$5,643,041.40	\$270,773,947.85	\$21,154,214.68
jun-16	\$6,497,404.65	\$297,016,449.39	\$23,204,410.11	\$5,665,049.26	\$276,438,997.11	\$21,596,796.65
jul-16	\$6,539,637.78	\$303,556,087.17	\$23,715,319.31	\$5,687,142.95	\$282,126,140.06	\$22,041,104.69
ago-16	\$6,582,145.43	\$310,138,232.60	\$24,229,549.42	\$5,709,322.81	\$287,835,462.87	\$22,487,145.54
sep-16	\$6,624,929.37	\$316,763,161.98	\$24,747,122.03	\$5,731,589.17	\$293,567,052.03	\$22,934,925.94
oct-16	\$6,667,991.42	\$323,431,153.39	\$25,268,058.86	\$5,753,942.37	\$299,320,994.40	\$23,384,452.69
nov-16	\$6,711,333.36	\$330,142,486.75	\$25,792,381.78	\$5,776,382.74	\$305,097,377.14	\$23,835,732.59
dic-16	\$6,754,957.03	\$336,897,443.78	\$26,320,112.80	\$5,798,910.63	\$310,896,287.77	\$24,288,772.48
ene-17	\$6,798,864.25	\$343,696,308.03	\$26,851,274.06	\$5,821,526.39	\$316,717,814.16	\$24,743,579.23
feb-17	\$6,843,056.87	\$350,539,364.89	\$27,385,887.88	\$5,844,230.34	\$322,562,044.50	\$25,200,159.73
mar-17	\$6,887,536.73	\$357,426,901.63	\$27,923,976.69	\$5,867,022.84	\$328,429,067.33	\$25,658,520.89
abr-17	\$6,932,305.72	\$364,359,207.35	\$28,465,563.07	\$5,889,904.23	\$334,318,971.56	\$26,118,669.65
may-17	\$6,977,365.71	\$371,336,573.06	\$29,010,669.77	\$5,912,874.85	\$340,231,846.41	\$26,580,613.00
jun-17	\$7,022,718.59	\$378,359,291.65	\$29,559,319.66	\$5,935,935.06	\$346,167,781.48	\$27,044,357.93
jul-17	\$7,068,366.26	\$385,427,657.91	\$30,111,535.77	\$5,959,085.21	\$352,126,866.69	\$27,509,911.46
ago-17	\$7,114,310.64	\$392,541,968.55	\$30,667,341.29	\$5,982,325.64	\$358,109,192.33	\$27,977,280.65
sep-17	\$7,160,553.66	\$399,702,522.20	\$31,226,759.55	\$6,005,656.71	\$364,114,849.04	\$28,446,472.58
oct-17	\$7,207,097.26	\$406,909,619.46	\$31,789,814.02	\$6,029,078.77	\$370,143,927.82	\$28,917,494.36
nov-17	\$7,253,943.39	\$414,163,562.85	\$32,356,528.35	\$6,052,592.18	\$376,196,520.00	\$29,390,353.12
dic-17	\$7,301,094.02	\$421,464,656.87	\$32,926,926.32	\$6,076,197.29	\$382,272,717.29	\$29,865,056.04
ene-18	\$7,348,551.13	\$428,813,208.00	\$33,501,031.88	\$6,099,894.46	\$388,372,611.75	\$30,341,610.29
feb-18	\$7,396,316.71	\$436,209,524.72	\$34,078,869.12	\$6,123,684.05	\$394,496,295.80	\$30,820,023.11
mar-18	\$7,444,392.77	\$443,653,917.49	\$34,660,462.30	\$6,147,566.42	\$400,643,862.21	\$31,300,301.74
abr-18	\$7,492,781.33	\$451,146,698.82	\$35,245,835.85	\$6,171,541.93	\$406,815,404.14	\$31,782,453.45
may-18	\$7,541,484.41	\$458,688,183.22	\$35,835,014.31	\$6,195,610.94	\$413,011,015.08	\$32,266,485.55
jun-18	\$7,590,504.05	\$466,278,687.28	\$36,428,022.44	\$6,219,773.82	\$419,230,788.90	\$32,752,405.38
jul-18	\$7,639,842.33	\$473,918,529.61	\$37,024,885.13	\$6,244,030.94	\$425,474,819.84	\$33,240,220.30
ago-18	\$7,689,501.31	\$481,608,030.91	\$37,625,627.42	\$6,268,382.66	\$431,743,202.50	\$33,729,937.70
sep-18	\$7,739,483.06	\$489,347,513.98	\$38,230,274.53	\$6,292,829.35	\$438,036,031.85	\$34,221,564.99
oct-18	\$7,789,789.70	\$497,137,303.68	\$38,838,851.85	\$6,317,371.39	\$444,353,403.24	\$34,715,109.63
nov-18	\$7,840,423.34	\$504,977,727.02	\$39,451,384.92	\$6,342,009.14	\$450,695,412.37	\$35,210,579.09

ANEXO C

Mes y Año	Proyección Incremento Mensual Historico CFE (0.65%)	Acumulativo Mensual con Incremento Historico CFE (0.65%)	Equivalenete en USD (\$12.80 M.N)	Proyección Incremento Mensual Historico Inflación (0.39%)	Acumulativo Mensual con Incremento Historico Inflación (0.39%)	Equivalenete en USD (\$12.80 M.N)
dic-18	\$7,891,386.09	\$512,869,113.11	\$40,067,899.46	\$6,366,742.97	\$457,062,155.35	\$35,707,980.89
ene-19	\$7,942,680.10	\$520,811,793.20	\$40,688,421.34	\$6,391,573.27	\$463,453,728.61	\$36,207,322.55
feb-19	\$7,994,307.52	\$528,806,100.72	\$41,312,976.62	\$6,416,500.40	\$469,870,229.02	\$36,708,611.64
mar-19	\$8,046,270.52	\$536,852,371.24	\$41,941,591.50	\$6,441,524.76	\$476,311,753.77	\$37,211,855.76
abr-19	\$8,098,571.28	\$544,950,942.52	\$42,574,292.38	\$6,466,646.70	\$482,778,400.48	\$37,717,062.54
may-19	\$8,151,211.99	\$553,102,154.51	\$43,211,105.82	\$6,491,866.62	\$489,270,267.10	\$38,224,239.62
jun-19	\$8,204,194.87	\$561,306,349.37	\$43,852,058.54	\$6,517,184.90	\$495,787,452.01	\$38,733,394.69
jul-19	\$8,257,522.13	\$569,563,871.51	\$44,497,177.46	\$6,542,601.93	\$502,330,053.93	\$39,244,535.46
ago-19	\$8,311,196.03	\$577,875,067.53	\$45,146,489.65	\$6,568,118.07	\$508,898,172.01	\$39,757,669.69
sep-19	\$8,365,218.80	\$586,240,286.34	\$45,800,022.37	\$6,593,733.73	\$515,491,905.74	\$40,272,805.14
oct-19	\$8,419,592.72	\$594,659,879.06	\$46,457,803.05	\$6,619,449.30	\$522,111,355.03	\$40,789,949.61
nov-19	\$8,474,320.08	\$603,134,199.14	\$47,119,859.31	\$6,645,265.15	\$528,756,620.18	\$41,309,110.95
dic-19	\$8,529,403.16	\$611,663,602.29	\$47,786,218.93	\$6,671,181.68	\$535,427,801.86	\$41,830,297.02
ene-20	\$8,584,844.28	\$620,248,446.57	\$48,456,909.89	\$6,697,199.29	\$542,125,001.15	\$42,353,515.72
feb-20	\$8,640,645.77	\$628,889,092.34	\$49,131,960.34	\$6,723,318.37	\$548,848,319.52	\$42,878,774.96
mar-20	\$8,696,809.96	\$637,585,902.30	\$49,811,398.62	\$6,749,539.31	\$555,597,858.83	\$43,406,082.72
abr-20	\$8,753,339.23	\$646,339,241.53	\$50,495,253.24	\$6,775,862.51	\$562,373,721.34	\$43,935,446.98
may-20	\$8,810,235.93	\$655,149,477.46	\$51,183,552.93	\$6,802,288.38	\$569,176,009.72	\$44,466,875.76
jun-20	\$8,867,502.47	\$664,016,979.93	\$51,876,326.56	\$6,828,817.30	\$576,004,827.02	\$45,000,377.11
jul-20	\$8,925,141.23	\$672,942,121.16	\$52,573,603.22	\$6,855,449.69	\$582,860,276.71	\$45,535,959.12
ago-20	\$8,983,154.65	\$681,925,275.81	\$53,275,412.17	\$6,882,185.94	\$589,742,462.65	\$46,073,629.89
sep-20	\$9,041,545.16	\$690,966,820.97	\$53,981,782.89	\$6,909,026.47	\$596,651,489.12	\$46,613,397.59
oct-20	\$9,100,315.20	\$700,067,136.17	\$54,692,745.01	\$6,935,971.67	\$603,587,460.79	\$47,155,270.37
nov-20	\$9,159,467.25	\$709,226,603.41	\$55,408,328.39	\$6,963,021.96	\$610,550,482.75	\$47,699,256.46
dic-20	\$9,219,003.79	\$718,445,607.20	\$56,128,563.06	\$6,990,177.75	\$617,540,660.49	\$48,245,364.10
ene-21	\$9,278,927.31	\$727,724,534.51	\$56,853,479.26	\$7,017,439.44	\$624,558,099.93	\$48,793,601.56
feb-21	\$9,339,240.34	\$737,063,774.85	\$57,583,107.41	\$7,044,807.45	\$631,602,907.38	\$49,343,977.14
mar-21	\$9,399,945.40	\$746,463,720.24	\$58,317,478.14	\$7,072,282.20	\$638,675,189.59	\$49,896,499.19
abr-21	\$9,461,045.04	\$755,924,765.29	\$59,056,622.29	\$7,099,864.10	\$645,775,053.69	\$50,451,176.07
may-21	\$9,522,541.84	\$765,447,307.13	\$59,800,570.87	\$7,127,553.57	\$652,902,607.26	\$51,008,016.19
jun-21	\$9,584,438.36	\$775,031,745.49	\$60,549,355.12	\$7,155,351.03	\$660,057,958.29	\$51,567,027.99
jul-21	\$9,646,737.21	\$784,678,482.69	\$61,303,006.46	\$7,183,256.90	\$667,241,215.19	\$52,128,219.94
ago-21	\$9,709,441.00	\$794,387,923.69	\$62,061,556.54	\$7,211,271.60	\$674,452,486.79	\$52,691,600.53
sep-21	\$9,772,552.37	\$804,160,476.06	\$62,825,037.19	\$7,239,395.56	\$681,691,882.35	\$53,257,178.31
oct-21	\$9,836,073.96	\$813,996,550.02	\$63,593,480.47	\$7,267,629.20	\$688,959,511.56	\$53,824,961.84
nov-21	\$9,900,008.44	\$823,896,558.46	\$64,366,918.63	\$7,295,972.96	\$696,255,484.52	\$54,394,959.73
dic-21	\$9,964,358.49	\$833,860,916.95	\$65,145,384.14	\$7,324,427.25	\$703,579,911.77	\$54,967,180.61
ene-22	\$10,029,126.82	\$843,890,043.77	\$65,928,909.67	\$7,352,992.52	\$710,932,904.29	\$55,541,633.15
feb-22	\$10,094,316.15	\$853,984,359.92	\$66,717,528.12	\$7,381,669.19	\$718,314,573.48	\$56,118,326.05
mar-22	\$10,159,929.20	\$864,144,289.12	\$67,511,272.59	\$7,410,457.70	\$725,725,031.18	\$56,697,268.06
abr-22	\$10,225,968.74	\$874,370,257.86	\$68,310,176.40	\$7,439,358.48	\$733,164,389.66	\$57,278,467.94
may-22	\$10,292,437.54	\$884,662,695.40	\$69,114,273.08	\$7,468,371.98	\$740,632,761.64	\$57,861,934.50
jun-22	\$10,359,338.38	\$895,022,033.79	\$69,923,596.39	\$7,497,498.63	\$748,130,260.28	\$58,447,676.58
jul-22	\$10,426,674.08	\$905,448,707.87	\$70,738,180.30	\$7,526,738.88	\$755,656,999.16	\$59,035,703.06
ago-22	\$10,494,447.46	\$915,943,155.33	\$71,558,059.01	\$7,556,093.16	\$763,213,092.31	\$59,626,022.84
sep-22	\$10,562,661.37	\$926,505,816.71	\$72,383,266.93	\$7,585,619.92	\$770,798,654.24	\$60,218,644.86
oct-22	\$10,631,318.67	\$937,137,135.38	\$73,213,838.70	\$7,615,145.61	\$778,413,799.85	\$60,813,578.11
nov-22	\$10,700,422.24	\$947,837,557.62	\$74,049,809.19	\$7,644,844.68	\$786,058,644.53	\$61,410,831.60
dic-22	\$10,769,974.99	\$958,607,532.61	\$74,891,213.48	\$7,674,659.58	\$793,733,304.11	\$62,010,414.38
ene-23	\$10,839,979.82	\$969,447,512.43	\$75,738,086.91	\$7,704,590.75	\$801,437,894.86	\$62,612,335.54
feb-23	\$10,910,439.69	\$980,357,952.13	\$76,590,465.01	\$7,734,638.65	\$809,172,533.51	\$63,216,604.18
mar-23	\$10,981,357.55	\$991,339,309.68	\$77,448,383.57	\$7,764,803.74	\$816,937,337.26	\$63,823,229.47
abr-23	\$11,052,736.38	\$1,002,392,046.05	\$78,311,878.60	\$7,795,086.48	\$824,732,423.73	\$64,432,220.60
may-23	\$11,124,579.16	\$1,013,516,625.21	\$79,180,986.34	\$7,825,487.32	\$832,557,911.05	\$65,043,586.80
jun-23	\$11,196,888.93	\$1,024,713,514.14	\$80,055,743.29	\$7,856,006.72	\$840,413,917.77	\$65,657,337.33
jul-23	\$11,269,668.70	\$1,035,983,182.85	\$80,936,186.16	\$7,886,645.14	\$848,300,562.91	\$66,273,481.48
ago-23	\$11,342,921.55	\$1,047,326,104.40	\$81,822,351.91	\$7,917,403.06	\$856,217,965.97	\$66,892,028.59
sep-23	\$11,416,650.54	\$1,058,742,754.94	\$82,714,277.73	\$7,948,280.93	\$864,166,246.90	\$67,512,988.04
oct-23	\$11,490,858.77	\$1,070,233,613.71	\$83,612,001.07	\$7,979,279.23	\$872,145,526.12	\$68,136,369.23
nov-23	\$11,565,549.35	\$1,081,799,163.06	\$84,515,559.61	\$8,010,398.41	\$880,155,924.54	\$68,762,181.60
dic-23	\$11,640,725.42	\$1,093,439,888.48	\$85,424,991.29	\$8,041,638.97	\$888,197,563.51	\$69,390,434.65
ene-24	\$11,716,390.14	\$1,105,156,278.62	\$86,340,334.27	\$8,073,001.36	\$896,270,564.87	\$70,021,137.88
feb-24	\$11,792,546.67	\$1,116,948,825.30	\$87,261,626.98	\$8,104,486.07	\$904,375,050.93	\$70,654,300.85
mar-24	\$11,869,198.23	\$1,128,818,023.52	\$88,188,908.09	\$8,136,093.56	\$912,511,144.49	\$71,289,933.16
abr-24	\$11,946,348.02	\$1,140,764,371.54	\$89,122,216.53	\$8,167,824.33	\$920,678,968.82	\$71,928,044.44
may-24	\$12,023,999.28	\$1,152,788,370.82	\$90,061,591.47	\$8,199,678.84	\$928,878,647.66	\$72,568,644.35
jun-24	\$12,102,155.27	\$1,164,890,526.09	\$91,007,072.35	\$8,231,657.59	\$937,110,305.25	\$73,211,742.60
jul-24	\$12,180,819.28	\$1,177,071,345.37	\$91,958,698.86	\$8,263,761.05	\$945,374,066.30	\$73,857,348.93
ago-24	\$12,259,994.61	\$1,189,331,339.98	\$92,916,510.94	\$8,295,989.72	\$953,670,056.02	\$74,505,473.13
sep-24	\$12,339,684.57	\$1,201,671,024.55	\$93,880,548.79	\$8,328,344.08	\$961,998,400.11	\$75,156,125.01
oct-24	\$12,419,892.52	\$1,214,090,917.08	\$94,850,852.90	\$8,360,824.62	\$970,359,224.73	\$75,809,314.43
nov-24	\$12,500,621.82	\$1,226,591,538.90	\$95,827,463.98	\$8,393,431.84	\$978,752,656.57	\$76,465,051.29
dic-24	\$12,581,875.87	\$1,239,173,414.76	\$96,810,423.03	\$8,426,166.22	\$987,178,822.79	\$77,123,345.53

Mes recuperación inversión sin Valor Actual Neto



GLOSARIO DE CONCEPTOS

Biotecnología	<p>Es la tecnología basada en la biología, especialmente usada en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, medioambiente y medicina. Se desarrolla en un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias como biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, física, química, medicina y veterinaria entre otras.</p>		<p>fuelle externa de combustible y de oxígeno en contraposición a la capacidad limitada de almacenamiento de energía que posee una batería.</p>
Business Angels	<p>Inversionistas individuales que invierten su propio capital para poner en marcha un proyecto o negocio emergente con un amplio potencial de rendimiento a cambio de una participación accionaria, por ejemplo en 2006 en EEUU invirtieron más dinero anualmente que las entidades de capital de riesgo sumadas según el informe de Center for Venture Research de la Universidad de New Hampshire.</p>	COMPAÑÍA START-UP	<p>Es un negocio con una historia de funcionamiento limitada, pero con grandes posibilidades de crecimiento, generalmente son empresas que provienen del mundo del emprendimiento, o sea emprendedores que levantan compañías que aportan positivamente al desarrollo de sus países y de ellos mismos, al promover prácticas asociadas a la innovación, desarrollo de tecnologías, empleos de calidad, mejor distribución de la riqueza, etc.</p>
Celda de Combustible	<p>Es un dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería, pero se diferencia de esta última en que está diseñada para permitir el reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos; es decir, produce electricidad de una</p>	Desarrollo Sostenible o Desarrollo Sustentable	<p>El término desarrollo sostenible, perdurable o sustentable se aplica al desarrollo socio-económico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Dicha definición se asumiría en el Principio 3º de la Declaración de Río (1992).</p>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

<p><i>Es a partir de este informe que se acotó el término inglés "sustainable development", y de ahí mismo nace la confusión entre si existe o no diferencia alguna entre los términos "desarrollo sostenible" y "desarrollo sustentable".</i></p> <p><i>La única diferencia que existe entre desarrollo sostenible y desarrollo sustentable es la traducción al español que se le hizo al término inglés, así encontraremos que en el caso mexicano, se tradujo como desarrollo sostenible y en otros países de habla hispana, como desarrollo sustentable, pero nótese que siempre guarda la misma esencia y significado que se dio en el informe de Bruntland.</i></p> <p><i>El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ecológico, económico y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas.</i></p> <p><i>Deben satisfacerse las necesidades de la sociedad como alimentación, ropa,</i></p>	<p><i>vivienda y trabajo, pues si la pobreza es habitual, el mundo estará encaminado a catástrofes de varios tipos, incluidas las ecológicas. Asimismo, el desarrollo y el bienestar social, están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana.</i></p> <p><i>Ante esta situación, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.</i></p>
	<p>Emprendedor</p> <p><i>Un emprendedor es una persona que enfrenta, con resolución, acciones difíciles. Específicamente en el campo de la economía, negocios o finanzas, es aquel individuo que está dispuesto a asumir un riesgo económico. Desde este punto de vista, el término se refiere a quien identifica una oportunidad de negocio y organiza los recursos necesarios para ponerla en marcha.</i></p> <p><i>Es habitual emplear este término para designar a una «persona que crea una empresa» o a alguien quien empieza un proyecto por su propia iniciativa. Se ha sugerido que el "ser</i></p>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

	<i>emprendedor” es una de las cualidades esenciales de un empresario, junto con la innovación y la capacidad de organización y gestión.</i>		<i>produzca en un rango de entre uno y cien nanómetros.</i>
Energías Renovables	<i>Se denomina así a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.</i>	Plan de Negocio	<i>Es un documento que especifica, en lengua escrita, un negocio que se pretende iniciar o que ya se ha iniciado. Este documento generalmente se apoya en documentos adicionales como el estudio de mercado, técnico, financiero y de organización. De estos documentos se extraen temas como los canales de comercialización, el precio, la distribución, el modelo de negocio, la ingeniería, la localización, el organigrama de la organización, la estructura de capital, la evaluación financiera, las fuentes de financiamiento, el personal necesario junto con su método de selección, la filosofía de la empresa, los aspectos legales, y su plan de salida.</i>
Internet	<i>Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.</i>		
Medical Devices	<i>Es un producto usado para propósitos médicos en pacientes, diagnóstico, terapia o cirugía.</i>	Software	<i>Se conoce así al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos, que son llamados hardware.</i>
Nanotecnología	<i>Es un campo de las ciencias aplicadas dedicado al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas (nanomateriales). Lo más habitual es que tal manipulación se</i>		



Spin-off	<p><i>Término anglosajón que se refiere a un proyecto nacido como extensión de otro anterior, o más aún de una empresa nacida a partir de otra mediante la separación de una división subsidiaria o departamento de la empresa para convertirse en una empresa por sí misma.</i></p>
START-UP	<p><i>Es un negocio con una historia de funcionamiento limitada, pero con grandes posibilidades de crecimiento, generalmente son empresas que provienen del mundo del emprendimiento, o sea emprendedores que levantan compañías que aportan positivamente al desarrollo de sus países y de ellos mismos, al promover prácticas asociadas a la innovación, desarrollo de tecnologías, empleos de calidad, mejor distribución de la riqueza, etc.</i></p>



GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

AAU	<i>Assigned Amount Unit (en inglés) o Unidad de Cantidad Atribuida (en español)</i>
AC	<i>Aplicación Conjunta (en español) o "JI" Joint Implementation (en inglés)</i>
AOSIS	<i>Alianza de Pequeños Estados Insulares</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CACAM	<i>Grupo de países de Asia central, Cáucaso, Albania y Moldova</i>
CCX	<i>Chicago Climate Exchange (en inglés) o Intercambio Climático de Chicago (en español)</i>
CDM	<i>Clean Development Mechanism (en inglés) o "MDL" Mecanismo de Desarrollo Limpio (en español)</i>
CEPROFIS	<i>Certificados de Promoción Fiscal</i>
CER	<i>Certificados de Emisiones Reducidas o Reducciones Certificadas de Emisiones (en español) o Certificates of Emissions Reduction (en inglés)</i>

CESPEDES	<i>Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable</i>
CETES	<i>Certificados de la Tesorería de la Federación</i>
C₂F₆	<i>Hexafluoroetano</i>
C₄F₁₀	<i>Perfluorobutano</i>
C₆F₁₄	<i>Perfluorohexano</i>
CF₄	<i>Tetrafluorometano</i>
CFC	<i>clorofluorocarbonos o clorofluorocarbonados (denominados también CFC)</i>
CH₄	<i>Metano</i>
CICC	<i>Comisión Intersecretarial de Cambio Climático</i>
CMNUCC	<i>Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en español) o "UNFCCC" United Nations Framework Convention On Climate Change (en inglés)</i>
CO	<i>Monóxido de carbono</i>
CO₂	<i>Bióxido de carbono</i>
CO₂ eq	<i>Bióxido de carbono equivalente</i>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

COMEGEI	Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONCAMIN	Confederación de Cámaras de la Industria
CP	Conferencia de las Partes (en español) o Conference of Parts (en inglés)
CU	<i>Ciudad Universitaria (Campus principal de la UNAM)</i>
DGO-UNAM	<i>Dirección General de Obras, UNAM</i>
DOEs	<i>Designated Operations Entities (en inglés) o Entidades Designadas de Operaciones (en español)</i>
EE.UU	<i>Estados Unidos de América</i>
ENACC	<i>Estrategia Nacional de Cambio Climático</i>
ERU	<i>Emission Reduction Unit (en inglés) o "URE" Unidad de Reducción de Emisión (en español)</i>
EUA	<i>Estados Unidos de América</i>
EU ETS	<i>European Union Emissions Trading System</i>

EUR	<i>Euro (€)</i>
FODA	<i>Anacrónimo de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas</i>
GEI	<i>Gas de Efecto Invernadero</i>
Gg	<i>Giga gramos</i>
HFC	<i>Hydrofluorocarbonos</i>
I+D	<i>Investigación y Desarrollo</i>
IMSS	<i>Insituto Mexicano del Seguro Social</i>
IMP	<i>Instituto Mexicano del Petroleo</i>
INE	<i>Instituto Nacional de Ecología</i>
INEGEI	<i>Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero</i>
INEGI	<i>Instituto Nacional de Estadística y Geografía</i>
INFONAVIT	<i>Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change (en inglés) o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en español)</i>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

IRGEI	<i>Iniciativa Regional de GEI</i>	NYSERDA	<i>New York Energy Research and Development Authority</i>
JI	<i>Joint Implementation (en inglés) o “AC” Aplicación Conjunta (en español)</i>	OMM	<i>Organización Meteorológica Mundial (en español) o “WMO” World Meteorological Organization (en inglés)</i>
JISC	<i>Joint Implementation Supervisory Committee (en inglés) o Comité de Supervisión de la Aplicación Conjunta (en español)</i>	ONU	<i>Organización de las Naciones Unidas (en español) o “UN” United Nations (en inglés)</i>
JUSSCANNZ	<i>es la sigla que comprende la inicial en inglés de los siguientes países: Japón, Estados Unidos, Suiza, Canadá, Australia, Noruega y Nueva Zelanda</i>	OPEP	<i>Organización de Países Exportadores de Petróleo</i>
LEAP	<i>Long Range Energy Alternatives Planning System</i>	OSACT	<i>Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico</i>
LULUCF	<i>Land-Use Change And Forestry (en inglés) o Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (en español)</i>	OSE	<i>Órgano Subsidiario de Ejecución</i>
MDL	<i>Mecanismo de Desarrollo Limpio (en inglés) o “CDM” Clean Development Mechanism (en inglés)</i>	PAFC	<i>Phosphoric Acid Fuel Cell (en inglés) o Celda de Combustible de Ácido Fosfórico (en español)</i>
MXN	<i>Pesos Mexicanos</i>	PDD	<i>Documento de Proyecto (en español) o Project Design Document (en inglés)</i>
NGS	<i>Nueva Gales del Sur</i>	PECC	<i>Programa Especial de Cambio Climático</i>
N₂O	<i>Óxido nitroso</i>	PEMEX	<i>Petróleos Mexicanos</i>
NO	<i>Óxido de nitrógeno</i>	PFC	<i>Perfluorocarbonos</i>
NO_x	<i>Óxidos de nitrógeno</i>	PIB	<i>Producto Interno Bruto</i>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

PICC	<i>Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático</i>	SEDESOL	<i>Secretaría de Desarrollo Social</i>
PIN	<i>Project Idea Note (en inglés) o Idea de Proyecto (en español)</i>	SEGOB	<i>Secretaría de Gobernación</i>
PNUMA	<i>Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (en español) o “UNEP” United Nations Environment Programme (en inglés)</i>	SEMARNAT	<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i>
RCE	<i>Reducciones Certificadas de Emisiones o Reducciones Certificadas de Emisiones (en español) o Certificates of Emissions Reduction (en inglés)</i>	SENER	<i>Secretaría de energía</i>
RMU	<i>Removal Unit (en inglés) o Unidad de Absorción (en español)</i>	SHCP	<i>Secretaría de Hacienda y Crédito Público</i>
SAGARPA	<i>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)</i>	SINCA	<i>Sociedad de Inversiones de Capital</i>
SCT	<i>Secretaría de Comunicaciones y Transportes</i>	SRE	<i>Secretaría de Relaciones Exteriores</i>
SE	<i>Secretaría de Economía</i>	SS SALUD	<i>Secretaría de Salud</i>
SECOFI	<i>Secretaría de Comercio y Fomento Industrial</i>	SF₆	<i>Hexafluoruro de azufre</i>
SECTUR	<i>Secretaría de Turismo</i>	SO₂	<i>Bióxido de azufre</i>
		TREMA	<i>Tasa de Retorno Mínima Atractiva</i>
		UK ETS	<i>United Kingdom Emissions Trading Scheme (en inglés) o Esquema de Comercio de Emisiones del Reino Unido (en español)</i>
		UN	<i>United Nations (en inglés) u “ONU” Organización de las Naciones Unidas (en español)</i>



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

UNAM	<i>Universidad Nacional Autónoma de México</i>	WMO	<i>World Meteorological Organization (en inglés) u “OMM” Organización Meteorológica Mundial (en español)</i>
UNCTAD	<i>Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo</i>	WRI	<i>World Resources Institute (en inglés) o Instituto Mundial de Recursos (en español)</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme (en inglés) o “PNUMA” Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (en español)</i>		
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention On Climate Change (en inglés) o “CMNUCC” Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en español)</i>		
URE	<i>Unidad de Reducción de Emisión (en español) o “ERU” Emission Reduction Unit (en inglés)</i>		
USAID	<i>United States Agency for International Development (en inglés) o Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (en español)</i>		
USD	<i>Dólares americanos</i>		
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development (en inglés) o Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (en español)</i>		



GLOSARIO DE UNIDADES

BTU	<i>British Thermal Unit</i>
C₂F₆	<i>Hexafluoroetano</i>
C₄F₁₀	<i>Perfluorobutano</i>
C₆F₁₄	<i>Perfluorohexano</i>
CF₄	<i>Tetrafluorometano</i>
CH₄	<i>Metano</i>
CO	<i>Monóxido de carbono</i>
CO₂	<i>Bióxido de carbono</i>
CO₂ eq	<i>Bióxido de carbono equivalente</i>
Gg	<i>Giga gramos</i>
J	<i>Joule</i>
HFC	<i>Hydrofluorocarbonos</i>
kW	<i>Kilowatt</i>
kWh	<i>Kilowatt hora</i>
MW	<i>Mega Watt</i>
MWh	<i>Mega Watt Hora</i>

N₂O	<i>Óxido nitroso</i>
NO	<i>Óxido de nitrógeno</i>
NO_x	<i>Óxidos de nitrógeno</i>
PFC	<i>Perfluorocarbonos</i>
SF₆	<i>Hexafluoruro de azufre</i>
SO₂	<i>Bióxido de azufre</i>
tC	<i>Tonelada de Carbono (CO₂)</i>
tC/TJ	<i>Tonelada de Carbono (CO₂) por Tonelada Joule</i>
TJ	<i>Tonelada Joule</i>



BIBLIOGRAFÍA

¿Cuántas Plantas Hidroeléctricas tiene México en operación?; Hidroenergia. net,
http://hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=119:icuantas-plantas-hidroelectricas-tiene-mexico-en-operacion&catid=28:isabias-que&Itemid=59, 22/10/2011, 14:15 hrs

Acerca del Instituto PYME; INSTITUTO PYME,
http://www.institutopyme.org/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=50, 13 de octubre 2011, 11:10 hrs.

Agrupaciones de las Partes; Página Web UNFCCC,
http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/convention_bodies/party_groupings/items/3327.php, 18/05/2011, 14:30 p.m.

Artículo 1°; Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.

Artículo 3°; Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.

Artículo 4°; Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; Diario Oficial de la federación, 22 de Diciembre de 1975.

BlueNext- The Earth's Exchange; Página Web BlueNext, <http://www.bluenext.eu/>, 18/11/2011, 19:00 hrs.

Bonos de Carbono; Código R Portal de las Responsabilidades y el Desarrollo Sustentable,
<http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm#que>, 07/06/2011, 6:50 pm

Canadian Fuel Cell, Commercialization Roadmap; Government of Canada, Fuel Cells Canada, Pricewaterhouse Coopers; Marzo 2003, pag. 1-707.

Capacidad Efectiva de Generación; Página Oficial de la SENER,
http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Capacidad_Efectiva_de_Generacion.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs

Catálogo de centrales mayo 2010.xls; Página oficial de la CFE,
<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/OTROS/costostotales/DocumentsView.aspx>, 12/11/2011 19:20 hrs.

CDM Executive Board; Página Web UNFCCC, <http://cdm.unfccc.int/EB/index.html>, 09/06/2011, 19:30 hrs

CDM in Numbers; Página Web UNFCCC, <http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html#fn1>, 11/06/2011, 14:10 hrs

CeroCO2; Página web del CeroCO2; <http://www.ceroco2.org/>; 15 de marzo de 2012, 11:20 hrs

Clean Development Mechanism (CDM); Página Web UNFCCC,
http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php, 09/06/2011, 19:00 hrs



Clusters de la industria en el Perú; Vicente Budí Orduña, (2008). «Planificación estratégica local y análisis territorial; Universitat de València, pag. 280

COMEGEI; Página web del Instituto Nacional de Ecología,
http://cambio_climatico.ine.gob.mx/sectprivcc/comegei.html, 23/06/2011 20:12 hrs

Comité MDL SEMARNAT; Página web Secretaria de Energía,
http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pe/mdl_semarnat.pdf, 15/06/2011 19:12 hrs

Conforman en la UNAM la Red Nacional de Hidrógeno, Gustavo Ayala, Gaceta UNAM, No. 3811, 25 de Mayo de 2005, pag. 3-4., UNAM, México DF,
<http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2005/050526/gaceta.pdf>, 18 agosto 2011 19:40 hrs.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Wikipedia.org,
http://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico, 18/05/2011, 11:30 a.m.

De la economía global al desarrollo local; Jorge Torres Zorrilla,; Instituto Latinoamericano de Cooperación para la Agricultura, San Isidro (2003) pag. 80

El paso de la combustión convencional a la economía del hidrógeno; J.M.Martínez-Val Piera,
http://www.energiasostenible.net/emision_cero_02.htm, 18 diciembre 2011, 14:35 hrs.

El Plan de Negocios del Emprendedor; Ing. Alfonso Sánchez Lozano, McGraw-Hill, México 1993, pag. 27, 34-36, 43-46, 65-69, 72-109, 113-127, 130, 132-134

Emissions Trading; Página Web UNFCCC,
http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php, 09/06/2011, 17:30 hrs

Esquema del mecanismo fotosintético en el cual se genera poder reductor (NADPH) y ATP para la posterior fijación de CO₂; tomada de
<http://www.genome.ad.jp:80/kegg/pathway/map/map00195.gif>

Guía M-3, Metodología de inventario de gases de efecto invernadero; SIEN, octubre 2004, pags. 2-3, <http://www.olade.org/Doc-sien/Metodologias/Gu%C3%ADa%20SIEN%20M-5%20Factores%20de%20conversi%C3%B3n%20de%20unidades.pdf>, 14 de marzo 2012, 13:20 hrs.

Hidrógeno y celdas de combustible; Richard Engel,
<http://www.uchile.gob.ch/hidrogenoyceldas.htm>, 07 enero 2004, 10:00 hrs.

Hidrógeno y desarrollo energético sostenible; Juan M. Bermúdez,
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia01/HTML/articulo13.htm>, 07 enero 2004, 18:15 hrs.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change-Español; Web Site IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change, http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml, 1/06/2011, 10:30 a.m

Joint Implementation; Página Web UNFCCC,
http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php, 09/06/2011, 20:10 hrs



UNAM PROGRAMA DE MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA
Plan de Negocios para Proyectos de Energía Sustentable

La cadena del Hidrógeno Solar; 2050 DC, <http://home.worldonline.es/ferorbis/pages/hidrog.htm>, 07 enero 2004, 14:00 hrs.

La Red Nacional del Hidrógeno, una asociación civil, Salvador Landeros A., Página WEB del CONACYT, <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/194/articulos/tecnologiadelhidrogeno/Rednaciona101.html>, 18 agosto 2011, 19:30 hrs.

Listado de Centrales generadoras, Página oficial de la CFE, <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/estadisticas/listadocentralesgeneradoras>, 13/11/2011 13:45 hrs.

Matrices de insumo-producto de los estados fronterizos del norte de México; Noé Arón Fuentes Flores,.. México, (2002), pag. 334

Mechanisms under the Kyoto Protocol; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php, 09/06/2011, 17:00 hrs

Metanol; Wikipedia la Enciclopedia Libre, <http://es.wikipedia.org/wiki/Metanol>, 01 septiembre 2011, 17:25 hrs.

México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; Documento PDF, Pagina WEB de la UNFCCC, México, Noviembre 2009, Primera Edición, pag. 2,18, 221-225, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf>, 23/06/2011, 19:40 hrs

Nueva Clasificación de MiPyMEs en México; Living La Vida PyME, <http://livinglavidapyme.com/2009/07/nueva-clasifiicacion-de-mipymes-en-mexico/>, 13 de octubre de 2011, 10:20 hrs

Órganos de la Convención; Página Web UNFCCC, http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/convention/convention_bodies/items/3325.php, 18/05/2011, 12:30 p.m.

Planes de negocio; un instrumento para afianzar el éxito en las start-up; Cynertia Consulting, http://www.cynertiaconsulting.com/pdf/Planes_de_negocio-instrumento_para_el_exito_en_las_start-up.pdf, 29 agosto 2011, 10:00 hrs.

Precios Medios de Energía Eléctrica; Página Oficial de la SENER, http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Precios_Medios_de_Energia_Electrica.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs

Procedimientos para obtención de Bonos de Carbono; Pablo Javier Monterrubio, Proyecto Tierra, México 2011, pag. 12, 15-16, 23-24, 26-27, 29, 33.

Producción Biofotolítica de Hidrógeno; Orlando Jorquera C., <http://cabierta.uchile.cl/revista/16/articulos/paper5/>, 07 enero 2004, 14:35 hrs.

Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025; Subdirección de Programación CFE, http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE2011_2025%20WEB.ZIP, pag. I-VII.

Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables; pag. 18-19, 21, Página Oficial de la SENER, <http://www.sener.gob.mx/res/0/Programa%20Energias%20Renovables.pdf>, 27/06/2011, 14:30 hrs.



Protocolo de Kioto sobre el cambio climático; Wikipedia.org,
http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto, 18/05/2011, 11:30 a.m.

Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático; Página 13, Naciones Unidas 1998, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, 23/05/2011, 6:50 pm.

Protocolo de Kyoto; Página Web UNFCCC,
http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/kyoto_protocol/items/3329.php, 19/05/2011, 18:00 hrs.

Protocolo de Montreal; Wikipedia.org, http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Montreal, 26/05/2011, 10:00 a.m.

Refinación de hidrocarburos; Pagina web de LECTODRYER,
http://www.lectrodryer.com/es_hydrocarbon.shtml, 18 diciembre 2011, 18:15 hrs.

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; IPCC página web oficial, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref1.pdf>, pag 1.13, 05 de abril de 2012, 15:35 hrs.

Subsecretaría de Electricidad; Industria Eléctrica Mexicana, Sistema Interconectado
<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=1452>, 06/11/2011, 12:30 hrs

Tarifas Eléctricas Aplicables en México 2002; CONAE Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, www.conae.gob.mx/work/sites/.../3/Tarifas_electricas_2002.ppt Similares, 07 enero 2012, 18:30 hrs.

Tarifas Eléctricas CFE; Página Oficial de la CFE,
<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas.asp>, 12 enero 2012, 15:45 hrs.

The contribution of the clean development mechanism under the Kyoto Protocol to technology transfer; UNFCCC, Bonn, Alemania, 2010, pag. 13, 14, 23, 24 y 26
<http://cdm.unfccc.int/Reference/Reports/TTreport/TTrep10.pdf>, 16/06/2011, 14:10 hrs

Tipos de Celdas de Combustible; Breakthrough Technologies Institute,
http://worldwide.fuelcells.org/sp_base.cgim?template=sp_fctypes, 07 enero 2004, 14:00 hrs.

Ucrania abre la mayor central de energía solar fotovoltaica de Europa; Página Web REVE Regulación Eólica con Vehículos Eléctricos, http://www.evwind.com/noticias.php?id_not=10159, 01 septiembre 2011, 11:33 hrs.

Usuarios de Energía Eléctrica; Página Oficial de la SENER,
http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Usuarios_de_Energia_Electrica.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.

Ventas Internas de Energía Eléctrica; Página Oficial de la SENER,
http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/ee/Ventas_Internas.xls, 28/06/2011, 20:15 hrs.