

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA
PARA BAJA CALIFORNIA”**

**Tesis para obtener el grado de:
DOCTOR EN INGENIERÍA**

PRESENTA:

Laura Janet Pérez Pelayo

DIRECTOR:

Dra. Gisela Montero Alpírez

CODIRECTOR:

Dr. Héctor Enrique Campbell Ramírez

Mexicali, B. C., Enero de 2018

Índice del contenido

Agradecimientos	viii
Resumen	ix
1. Introducción	11
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivo de la investigación	15
1.3.1 Objetivos específicos	15
1.3.2 Alcance del objetivo	15
1.4 Hipótesis	16
2. Marco teórico	17
2.1 Sistemas de información	18
2.1.1 Sistema de Información Energética Nacional (SIEN)	18
2.1.2 Sistema de Información Energética Guanajuato (SIEG)	19
2.1.3 Sistema de Información Energética (SIE)	20
2.1.4 Energy Management Information Systems (EMIS)	21
2.1.5 Caribbean Energy Information System (CEIS)	21
2.2 Indicadores energéticos	22
2.2.1 Indicadores Energéticos para el Desarrollo Sostenible	23
2.3. Planeación energética	25
2.3.1 Situación energética en México	29
2.3.2 Situación energética de Baja California	31
2.3.2.1 Aspectos demográficos de Baja California	31
3. Metodología	32
3.1 Acopio, captura y sistematización de información energética.	33
3.1.1 Análisis de los actores involucrados	33
3.1.2 Intereses de los actores	33
3.1.3 Concentrar la información de investigaciones anteriores	33
3.1.4 Identificación, evaluación y selección de las fuentes de información	34

3.1.5 Definición de las variables para el SIEBC	35
3.1.6 Solicitud de Información	36
3.1.7 Diseño de un sistema de información energética	40
3.1.7.1 Estructura del SIEBC	42
3.1.7.2 Definición de las características de MYSQL	44
3.1.7.3 Alta de información en MYSQL	45
3.2 Análisis de información	47
3.2.1 Indicadores energéticos	47
3.2.1.1 Selección de los IEDS	47
3.2.1.2 Recolección de los componentes	48
3.2.1.3 Cálculo de los IEDS	50
3.2.2 Análisis de datos mediante el software de planificación energética	52
4. Resultados	55
4.1 Acceso a la información	56
4.2 Indicadores energéticos	66
4.3 Plataforma de SIEBC	79
4.4 Análisis de información energética utilizando LEAP	84
5. Conclusiones y Recomendaciones	93
5.1 Conclusiones	94
5.1.1 Sector Residencial	94
5.1.2 Sector Transporte	95
5.1.3 Sector Industrial	96
5.2 Recomendaciones	97
6. Referencias	98
7. Anexos	103
7.1 Producción Académica	104

Índice de figuras

2.1. Mapa de Regiones económicas de México	27
2.2. Mapa de Baja California con división municipal	31
3.1. Datos requeridos para registrar un usuario en INFOMEX	36
3.2. Solicitudes de información al IFAI	40
3.3. Primeros cuatro niveles de la estructura del SIEBC	41
3.4. Cuarto al sexto nivel de la estructura del SIEBC	42
3.5. Sexto al decimo nivel de la estructura del SIEBC	43
3.6. Programación en MySQL	46
3.7. Fuentes de información gubernamentales	49
3.8. Ejemplos de escenarios elaborados con LEAP	53
4.1. Porcentaje de viviendas sin electricidad	66
4.2. Uso de la energía per cápita (kWh/habitante)	68
4.3. Consumo Sector Residencial por vivienda	70
4.4. Consumo Sector Residencial	71
4.5 Consumo Sector Industrial	72
4.6. Producto Interno Bruto per cápita	73
4.7. Uso de energía por unidad de PIB	74
4.8. Consumo anual de diesel en el sector transporte	75
4.9. Consumo de gasolina en el sector transporte	76
4.10. Emisiones de CO ₂ en base al consumo energético total en Baja California (kg de CO ₂ /cápita)	76
4.11. Emisiones de CO ₂ en base al consumo total de electricidad (kgCO ₂ /cápita)	78
4.12. Emisiones de CO ₂ del sector transporte	79
4.13. Página de inicio del SIEBC	80

4.14. Menú para consulta de reportes	81
4.15. Generación de electricidad	81
4.16. Menú para insertar tablas.	82
4.17. Menú para selección de reportes	83
4.18. Reporte solicitado	83
4.19. Parámetros básicos del documento LEAP	84
4.20. Definición de los parámetros básicos del documento LEAP	85
4.21. Definición de las variables de referencia	85
4.22. Alta de los Sectores Económicos en la carpeta Demand	86
4.23. Alta de los procesos utilizados en la generación de energía eléctrica	86
4.24. Definición de un escenario de referencia	87
4.25. Definición de las tasas de crecimiento para cada Sector Económico	88
4.26. Definición de las tasas de crecimiento para el Sector Transporte	88
4.27. Definición de las tasas de crecimiento para el Transporte de carretera	88
4.28. Definición de los porcentajes de energía perdida en los procesos de transmisión y distribución de electricidad	88
4.29. Demanda total de energía por sector económico	90
4.30. Demanda total de Baja California de 2010- 2030	91
4.31. Emisiones de CO ₂ equivalente de Baja California de 2010-2030	92

Índice de tablas

1.1. Causas y efectos del problema	14
2.1. Lista de indicadores energéticos seleccionados para el Estado de Baja California	23
2.2. Metodologías para el cálculo de indicadores	24
2.3. Indicadores energéticos de desarrollo sostenible	30
3.1 Lista de indicadores energéticos seleccionados para el Estado de Baja California	48
3.2 Componentes y metodología necesaria para el cálculo de cada indicador	51
4.1. Ventas totales de energía eléctrica (MWh)	58
4.2. Parque vehicular de Baja California	59
4.3. Parque vehicular de Ensenada	59
4.4. Parque vehicular de Mexicali	59
4.5 Parque vehicular de Playas de Rosarito	60
4.6. Parque vehicular de Tecate	60
4.7. Parque vehicular de Tijuana	61
4.8. Paridad del Dólar EUA	61
4.9. Población	62
4.10. PIB a precios corrientes (Miles de pesos)	62
4.11. PIB a precios corrientes (dólares)	63
4.12. Viviendas particulares habitadas	63
4.13. Consumo de energía en el sector transporte carretero- Diesel (litros)	64
4.14. Consumo de energía en el sector transporte carretero- Gasolina (litros)	64
4.15. Consumo de energía en Baja California (GJ)	65
4.16. Consumo de energía en el sector transporte (GJ)	65
4.17. Porcentajes de viviendas sin electricidad	66

4.18. Uso de la energía per cápita (kWh/habitante)	67
4.19. Consumo de electricidad por vivienda en el Sector Residencial (kWh/vivienda)	69
4.20. Porcentajes de viviendas sin electricidad	70
4.21. Consumo Sector Industrial (Kilowatts-hora/habitante)	71
4.22 Producto Interno Bruto per cápita (Precios corrientes) (USD/habitante)	72
4.23 Uso de la energía por unidad del PIB (Kilowatts-hora/ USD)	73
4.24 Consumo anual de diesel en el sector transporte (Litros/habitante)	74
4.25 Consumo anual de gasolina en el sector transporte (Litros/habitante)	75
4.26 Emisiones de CO ₂ en base al consumo energético total en Baja California (kg de CO ₂ /cápita)	76
4.27 Emisiones de CO ₂ en base al consumo total de electricidad (kgCO ₂ /cápita)	77
4.28 Emisiones de CO ₂ del sector transporte (kg/cápita)	78
4.29 Generación de electricidad	82

Agradecimientos

Le agradezco a CONACYT por la oportunidad que me da de seguirme preparando y contribuir a mi país, a mis directores de tesis la Dra. Gisela Montero y el Dr. Héctor E. Campbell por brindarme su apoyo y experiencia a través de sus enseñanzas, así como a mis compañeros del posgrado que me han recibido como parte del equipo de trabajo: Marcos Coronado, Ramón Ayala, Conrado García, Angel León, Carlos Sagaste, Mary T. Beleño, Ricardo Torres y Erick Romero. A mis padres Carmen Pelayo y Rodolfo Pérez por sus consejos y motivación. A mis abuelos, dos grandes personas, que nos dejaron su ejemplo de perseverancia y constancia. A Antonio Chávez por haberme apoyado en todo momento. Y especialmente a Dios por haberme permitido cumplir un reto más en mi vida.

Resumen

El consumo de energía varía de acuerdo con las actividades productivas de cada región, la tasa poblacional, el desarrollo económico, entre otras variables. Para asegurar que la demanda de energía sea cubierta, es recomendable realizar la planeación energética de la región. Un plan energético que permita la toma de decisiones de los organismos gubernamentales debe estar fundamentado en información real y actualizada.

El acceso a la información es muy limitado aun para muchas regiones y aumenta mas cuando se requiere de información a nivel local. Se planteó la creación de un diseño conceptual de un sistema de información energética para el Estado de Baja California, a partir de fuentes formales. Se gestionó la colaboración de organismos gubernamentales y del sector privado, integrándose la información de investigaciones realizadas en la Universidad Autónoma de Baja California así como de otras instituciones de educación superior en la entidad. La información alimentada al diseño conceptual de un sistema de información energética para Baja California se encuentra disgregada a nivel municipal y/o estatal y contará con series históricas de por lo menos 10 años. Se pretende que el presente proyecto tenga una actualización continua, que le permita al usuario contar con una herramienta para la toma de decisiones en base a sus indicadores.

Abstract

The consumption of energy varies according to the productive activities of each region, the population rate, economic development, among other variables. To ensure that the demand for energy is covered, it is advisable to carry out the energy planning of the region. An energy plan that allows the decision making of government agencies must be based on actual and updated information.

Access to information is very limited even for many regions and increases more when information is required at the local level. The creation of a conceptual design of an energy information system for the State of Baja California was proposed, from formal sources. The collaboration of government agencies and the private sector was managed, integrating information from research conducted at the Autonomous University of Baja California as well as other institutions of higher education in the state. The information fed into the conceptual design of an energy information system for Baja California is disaggregated at the municipal and / or state level and will have historical series of at least 10 years. It is intended that the present project has a continuous update, which allows the user to have a tool for making decisions based on their indicators.

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La energía es factor clave para el desarrollo de un país, ya que es el medio principal a través del cual se satisfacen las necesidades de la población. Su carencia provoca la suspensión de las actividades productivas y, en algunos casos, la explotación irresponsable de los recursos naturales. Por ello, es importante el desarrollo sustentable de la energía, para lo cual se requiere de la planificación energética, que contribuya en la toma de decisiones. Tal planificación debe estar apoyada por mecanismos administrativos y por programas que permitan educar a la población sobre el uso y ahorro eficiente de la energía. Para ello, se requiere el cálculo de Indicadores Energéticos del Desarrollo Sustentable (IEDS) que involucren parámetros sociales, económicos y ambientales. Sin embargo, la determinación de los IEDS requiere de información estadística, que no siempre está disponible al nivel requerido, por diversas causas, entre las que destacan: privacidad en los procesos, poca cooperación de las empresas y falta de comunicación entre los distintos sectores gubernamentales.

Se plantea entonces, la creación del diseño conceptual de un sistema de información energética para el Estado de Baja California (SIEBC), a partir de fuentes formales como Comisión Federal de Electricidad (CFE), Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Secretaría de Energía, Petróleos Mexicanos, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Cámara Nacional de la Industria de Transformación, entre otros. Se gestionó la colaboración de organismos gubernamentales y del sector privado, integrándose la información de investigaciones realizadas en la Universidad Autónoma de Baja California así como de otras instituciones de educación superior en la entidad.

Como resultados, el SIEBC permite el manejo de variables energéticas, así como el desarrollo de indicadores para el usuario. Se evaluaron los potenciales de fuentes renovables de la región, y se desarrollaron los balances sectoriales y prospectivas. Se pretende que el presente trabajo tenga una actualización periódica, que le permita al usuario contar con una herramienta para la toma de decisiones en base a sus indicadores.

1.2 Justificación

El desarrollo de una entidad depende en gran medida del consumo de la energía per cápita, ya que es uno de los índices que satisface las necesidades básicas y eleva la calidad de vida de la población. Este indicador ha ido aumentando durante las últimas décadas, en parte por el desarrollo, pero también por el uso inapropiado de los recursos energéticos. Es por ello que el Estado requiere hacer un diagnóstico completo de los recursos con los que cuenta versus lo que se demanda e integrarlos en una planeación integral (oferta y demanda).

Baja California, la entidad de estudio, se encuentra ubicada en la región noroeste del país, la cual además está integrada por 3 estados más: Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, de acuerdo a la clasificación de la Secretaría de Energía (SENER), la cual realiza prospectivas anuales. La región Noroeste tiene una capacidad instalada para la generación de electricidad de 6,945 MW con diversos tipos de tecnologías y 1,453 estaciones de servicio de gasolina y diesel [1,2].

Si bien los datos agrupados por regiones son de gran utilidad, en algunas ocasiones es necesario manejar información a nivel estatal. Sin embargo, la mayoría de la información energética estadística necesaria no está disponible, por diversas causas entre las que destacan: privacidad en los procesos industriales, poca difusión de las investigaciones realizadas, no existe una educación de la información y falta de un sistema de información, entre otras. Esto ocasiona una serie de limitaciones para la toma de decisiones, como el que no se cuente con indicadores energéticos que permitan tener un monitoreo del uso de la energía, el aumento de emisiones, la dependencia de recursos energéticos externos, la sobre explotación de recursos naturales, y muchas otras consecuencias que, en general, frenan el desarrollo de Baja California, tal como se ilustra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Causas y efectos del problema

Causas	Efectos
Poca cooperación de las empresas	Aumento de los costos de producción
Privacidad de los procesos industriales	Evaluación de sistemas ineficiente
Monopolización del sector energético	Sistemas y procesos industriales poco eficientes
Acceso difícil a la información	Toma de decisiones sin referencias
Poca transparencia de instituciones gubernamentales	Manejo de datos erróneos
Desconocimiento de investigaciones en el área energética	Diversidad de información no sistematizada, validada y contrastada
Programa inexistente de relación entre el sector energético y el sector salud	Población con enfermedades respiratorias
No existe una educación ambiental sustentada en la información	Aumento de emisiones
Poca difusión de información de indicadores energéticos	Daños ambientales, económicos y sociales
Inaccesibilidad a planes de financiamiento	Uso inadecuado de los recursos energéticos
Costo de la curva de aprendizaje	Desaprovechamiento de recursos renovables
Carencia de experiencia en el giro del mercado	Sobre explotación de recursos naturales

La información no es control, pero una buena y oportuna información permite una mejor toma de decisiones. Para controlar el uso de la energía es necesario contar con una herramienta de medición que permita la administración del sector energético. Por lo que se desarrolló un diseño conceptual de un Sistema de Información Energética en Baja California (SIEBC) , el cual reúne información en una base de datos de actualización continua, alimentada por variables energéticas y socioeconómicas de los sectores industrial, doméstico, público, comercial y agrícola, así como de comisiones e institutos gubernamentales o privados que forman el sector energético. El SIEBC se desarrollará con series históricas a nivel municipal, zona y estatal.

El Sistema de Información Energética en Baja California, reúne información en una base de datos alimentada por variables energéticas de las empresas, comisiones e institutos que forman el sector energético en México, así como por la Secretaría de Energía.

1.3 Objetivo de la investigación

Desarrollar un diseño conceptual de un sistema de información energética para Baja California, considerando parámetros sociales, económicos y ambientales, disgregados a nivel estatal o municipal, con el fin de contar con información centralizada y actualizada para realizar una planeación estratégica del Estado e incrementar el uso de energías renovables.

1.3.1 Objetivos específicos

- Seleccionar y evaluar indicadores energéticos a partir de la información de instituciones formales que permitan establecer metas para la planificación energética.
- Concentrar la información de investigaciones anteriores.
- Estimar los datos necesarios que no se encuentren a disposición a partir de información confiable.
- Diseñar una plataforma amigable que permita al usuario no especializado la consulta y el uso de la herramienta para la evaluación de proyectos y en su caso la toma de decisiones a diferentes niveles de aplicación.
- Proporcionar una herramienta de planificación que permita la toma de decisiones para alcanzar escenarios deseables para el ahorro y uso eficiente de la energía.

1.3.2 Alcances del objetivo

El diseño conceptual del sistema de información energética estará estructurado por los siguientes sectores: residencial, comercial, público, servicios, agrícola, industrial, transporte. Además, la información se encontrará disgregada a nivel municipal. Se tendrán series históricas de las variables por 10 o más años. Se plantea realizar una plataforma estructurada de tal forma que se pueda alimentar y consultar información de una manera sencilla. La alimentación de la información se llevará a cabo de acuerdo al acceso a la información disponible.

1.4 Hipótesis

La información alimentada al diseño conceptual de un sistema de información energética para Baja California será mayor al 30% de las variables definidas en el proyecto, se encontrará desgregada a nivel municipal y/o estatal y contará con series históricas de por lo menos 10 años. Por otra parte, ofrecerá un panorama de la evolución temporal de los valores de la energía, funcionando como una herramienta de planificación que permita la toma de decisiones para alcanzar escenarios deseables en el ahorro y uso eficiente de la energía.

2. Marco Teórico

2.1 Sistemas de información

Existen sistemas de información energética del mercado internacional y nacional que brindan estadísticas actualizadas, así como análisis de las mismas. La mayor parte de la información presentada en estos sistemas es de acceso libre.

2.1.1 Sistema de Información Energética Nacional (SIEN)

SIEN es un producto desarrollado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) con el soporte financiero de la Comisión Europea, con el objetivo de dotar a los países miembros de un instrumento de punta para la sistematización y procesamiento de los datos energéticos de los países miembros. Es un servicio distribuido en la actualidad a los Ministerios de Energía de los países miembros de OLADE, también podrá ser utilizado por empresas u otros países que se dediquen a planeamiento energético [3].

Características:

- Sistema de información basado en un software, que permite recopilar, organizar, registrar y consultar información energética de un país u organización.
- Software parametrizable de acuerdo a la estructura de la cadena energética del país o institución que utilice para su análisis.

Contiene los siguientes módulos de información:

- Gestión de estadísticas: Infraestructura, oferta-demanda, información socio económica, precios, información ambiental, reservas y potenciales.
- Procesos de cálculo: Balances energéticos, indicadores, emisiones de gases de efecto invernadero
- Módulo documental.
- Control de calidad: Verifica la integridad y consistencia de la información a través de análisis de desviación en series históricas, consistencia de balances energéticos e indicadores.

- SIEN presenta una interfaz Web, permitiendo su alimentación desde Internet o intranet y su publicación por el mismo medio.

Beneficios:

- Facilidad de manejo.
- Sistema de configuración flexible.
- Mantenimiento y actualización permanente de la información del sector energético.
- Herramienta que proporciona información de cifras e indicadores sobre las principales variables energéticas y económicas, a fin de posibilitar estudios y análisis de países, grupo de países o sub-regiones.
- Sirve de base para la planificación energética integral o indicativa, y facilita la adopción de políticas internas.

2.1.2 Sistema de Información Energética Guanajuato (SIEG)

Es un sistema de actualización continua que muestra información energética y socioeconómica de Guanajuato, que el Gobierno del Estado a través de CONCYTEG, pone a su disposición. Es un instrumento de diagnóstico y planeación que apoya la programación de acciones orientadas a incrementar la oferta, diversificación, eficiencia y cultura energética en el ámbito municipal, regional y sectores empresariales [4].

Contiene un análisis del perfil energético en el Estado de Guanajuato el cual proporciona la cuantificación de la energía en los diferentes sectores económicos dentro de sus diversos conceptos: producción, exportación, importación, transformación y consumo, además de obtener indicadores de eficiencia con objeto de proporcionar un diagnóstico de la situación real de cada sector productivo en cuestión energética.

Subsistemas del SIEG:

1. Energía Renovable: este subsistema contiene información general y técnica sobre la caracterización de los recursos energéticos renovables y sus aplicaciones en el territorio estatal, así como información sobre los proyectos de desarrollo y su impacto social, económico y ambiental.

2. Diagnósticos Sectoriales: este subsistema contiene información relacionada con los consumos de energía en los distintos sectores productivos del Estado de Guanajuato, así como indicadores económicos de importancia. Este subsistema está constituido de módulos de diagnóstico por sector consumidor final: Transporte, Industrial, Agrícola, Residencial, Comercial y Público.

3. Módulos de información adicionales:

- a. Módulo del Balance de Energía del Estado de Guanajuato.
- b. Módulo de Atlas Bioclimático del Estado de Guanajuato.
- c. Módulo del Sistema de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Guanajuato
- d. Módulo de Información Sinóptica de Guanajuato.
- e. Módulo de Información General
- f. Módulo de Información y Aplicaciones para Planeación Estratégica Estatal.

2.1.3 Sistema de Información Energética (SIE)

SIE reúne información en una base de datos alimentada por las empresas, comisiones e institutos que forman el sector energético en México, así como por la Secretaría de Energía. Su objetivo es concentrar la información estadística y georeferenciada del sector. La información, que se actualiza periódicamente, se encuentra estructurada en cuadros para facilitar su consulta y análisis. Este portal ofrece al público información estadística conforme a los principios de publicidad de la información gubernamental, transparencia de la gestión pública y rendición de cuentas [5].

2.1.4 Energy Management Information Systems (EMIS)

El EMIS es un sistema de gestión del rendimiento que permite a los individuos y a las organizaciones a planificar, tomar decisiones y adoptar medidas eficaces para gestionar el uso de energía y sus costos. El desarrollo de un sistema EMIS comprende tres fases. Fase 1 es la Auditoría EMIS para evaluar, identificar brechas y hacer recomendaciones sobre los siguientes elementos separados: Centros de energía, medición y cuenta de entradas, captura de datos e integración de sistemas, análisis de datos y presentación de informes, sistemas de gestión: gente y procedimientos. Fase 2 es el desarrollo de un plan de implementación EMIS utilizando un informe de auditoría EMIS, diseño conceptual y diseño detallado. La Fase 3 es la aplicación EMIS con el objetivo de la mejora continua del rendimiento energético mediante la unificación de los elementos identificados en la Fase 1 [6].

2.1.5 Caribbean Energy Information System (CEIS)

El CEIS se creó para proporcionar un servicio de información regional de la energía a través de una red de 18 países del Caribe en apoyo de la planificación y la toma de decisiones. El CEIS tiene su sede en el Consejo de Investigación Científica en Kingston Jamaica y actualmente cuenta con una membresía de dieciocho (18) Países del Caribe. Incluyen Antigua y Barbuda, las Bahamas, Barbados, Belice, las Islas Vírgenes Británicas, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada, Guyana, Jamaica, Montserrat, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago y las Islas Turcas y Caicos [7].

La atención del CEIS se centra en datos del petróleo, fuentes de energía renovables , eficiencia y el ahorro energético, agentes del sector en la economía, el sector energético y titulares de noticias regionales en toda la región e internacionalmente. CEIS ofrece oportunidades para que los jóvenes emprendedores y las empresas que buscan ser conocido y para obtener información sobre las tendencias del mercado de la energía y las tendencias de la industria en todo el Caribe .

La información recolectada de estos sistemas de información se utilizó para desarrollar una estructura del SIEBC que contenga todos los elementos necesarios que permitan determinar indicadores, balances y escenarios energéticos.

2.2 Indicadores energéticos

Los indicadores son herramientas de control que sirven para evaluar nuestra posición con respecto a un punto determinado, así como para fijar ciertos objetivos y metas. En el contexto de la energía, los indicadores energéticos para el desarrollo sostenible (IEDS) han tomado gran importancia, ya que contemplan los 3 pilares del concepto de desarrollo sostenible: social, económico y ambiental, además de las políticas necesarias para una buena vinculación entre sí. De acuerdo a la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), los IEDS permiten la evaluación de un sistema energético, desde los recursos nacionales e importaciones hasta el suministro de energías, así como las tecnologías y reformas políticas que servirán como medio para que esto se lleve a cabo. Todos los anteriores son elementos considerados en una planeación integrada de energía para el desarrollo sostenible.

A nivel internacional existen diferentes metodologías para el cálculo de indicadores energéticos, se analizaron 3 metodologías descritas en la Tabla 2.1: 1) Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, pionera en proponer una metodología para el cálculo de indicadores energéticos en el contexto de un desarrollo sostenible. En ella, se definen las metodologías para la construcción de 30 IEDS como se muestra en la Tabla 2.2, los cuales tienen como objetivo evaluar sistemas energéticos y hacer un seguimiento de sus progresos relacionados con el logro de objetivos y metas de desarrollo sostenible fijados de una región. A partir de estas metodologías han surgido otras [11], 2) Economic environmental social statistics, formulada por la Secretaria General de la OECD. En ella contiene un amplio set de 100 indicadores que permiten a los usuarios hacer comparaciones entre varios países. Relata el comportamiento en el tiempo de una amplia gama de áreas que conciernen a los ciudadanos y a los políticos al tomar decisiones [12] y 3) Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas, pretende suministrar las herramientas necesarias para el inicio o subsiguiente desarrollo de indicadores potentes para apoyar la generación de políticas efectivas de

eficiencia energética, la cual está dirigida a profesionales en estadística y analistas de energía involucrados en la adquisición de la información necesaria para la definición de indicadores energéticos [13].

Tabla 2.1. Metodologías para el cálculo de indicadores

Título de metodología	Organismos/Instituciones	Indicadores	Países afiliados
Indicadores energéticos del Desarrollo sostenible: Directrices y metodologías, 2008	OIEA, Departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas, Agencia internacional de la energía, EUROSTAT y Agencia europea de medio ambiente.	30 indicadores: 4 sociales, 16 económicos y 10 ambientales.	Brasil, Cuba, Rusia, Lituania, México, entre otros
Economic, environmental and social statistics, 2014	Secretary-General of the OECD	100 indicadores	34 países: Brasil, India, Indonesia, China, Rusia, Sur África, entre otros.
Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas, 2014	Agencia Internacional de Energía	29 indicadores	28 países: Alemania, Australia, Estados Unidos, Noruega, Suiza, Reino Unido, entre otros.

En la tabla 2.2 se mencionan los 30 indicadores clasificados de acuerdo con sus tres dimensiones: 16 económicos, 10 ambientales y 4 sociales.

Tabla 2.2. Indicadores energéticos de desarrollo sostenible

Dimensión económica			Dimensión ambiental
ECO1	Uso de energía Per cápita	ENV1	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, per cápita y por unidad de PIB
ECO2	Uso de energía por unidad de PIB	ENV2	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas
ECO3	Eficiencia de la conversión y distribución de energía	ENV3	Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos
ECO4	Relación reservas/producción	ENV4	Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de los sistemas energéticos incluidas las descargas de petróleo
ECO5	Relación recursos/producción	ENV5	Zonas del suelo en las que la acidificación supera la carga crítica
ECO6	Intensidades energéticas de la industria	ENV6	Tasa de deforestación atribuida al uso de energía
ECO7	Intensidades energéticas del sector agrícola	ENV7	Relación entre la generación de desechos sólidos y las unidades de energía producida
ECO8	Intensidades energéticas del sector comercial/ de los servicios	ENV8	Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y el total de desechos sólidos generados
ECO9	Intensidad energética de los hogares	ENV9	Relación entre los desechos sólidos radioactivos y las unidades de energía producida
ECO10	Intensidades energéticas del transporte	ENV10	Relación entre los desechos sólidos radiactivos en espera de evacuación y el total de desechos sólidos radioactivos generados
ECO11	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad	Dimensión social	
ECO12	Porcentaje de energía no basada en el carbono, en la energía y electricidad	SOC1	Porcentaje de hogares (o de población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales
ECO13	Porcentaje de energías renovables, en la energía y electricidad	SOC2	Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad
ECO14	Precios de la energía de uso final por combustible y sector	SOC3	Uso de energía en los hogares por grupo de ingresos y combinación de combustibles utilizados
ECO15	Dependencia de las importaciones netas de energía	SOC4	Víctimas mortales de accidentes por la energía producida por la cadena de combustibles
ECO16	Reservas de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente		

2.3. Planeación energética

Uno de los elementos más críticos en una planeación es la seguridad de suministro de energía, la cual implica la disponibilidad en sus diferentes formas, garantizar precios bajos de la energía acordes al crecimiento económico, y a la vez considerar la utilización de los recursos nativos de la región. Implica además que en situaciones extremas, como desastres naturales, la entidad podrá abastecer la demanda energética [14].

La poca o nula disponibilidad energética induce a los países a construir centrales eléctricas y promover el uso de energías renovables, esto provoca un gran impacto al aspecto ambiental, social, económico y político [15].

La economía y la energía están estrechamente relacionadas y la falta de disponibilidad energética se atribuye más a las decisiones políticas que económicas. Por ejemplo, al realizar una importación de energía, se hace una transferencia de riqueza al estado importador, con implicaciones incompatibles con las políticas nacionales. Algunos países que no cuentan con suficientes recursos energéticos, tienen que importar energía para satisfacer las necesidades de la población, lo cual podría ser utilizado como una estrategia política del país exportador [16].

Un caso de disponibilidad energética, fue la crisis de gas natural entre Rusia y Ucrania en enero de 2009, por lo que se buscaron rutas alternativas de abastecimiento. Por ello, se desarrollaron proyectos como el North Stream y South Stream. El primero tiene la capacidad de transportar 55 billones de metros cúbicos de gas natural desde Rusia a Europa, hasta el Mar Báltico [17].

Otro caso en que la política se vio involucrada en el sector energético, es Petrocaribe, iniciativa encabezada por Venezuela que está compuesta por 18 países del caribe. El programa funcionó por 9 años, desde junio de 2005, y permitió que naciones del Caribe compraran hasta 185,000 barriles de petróleo diario a crédito a Venezuela. Además, este país financió la construcción de refinerías, oleoductos, patios de tanques, y plantas hidroeléctricas en otros países. El problema de la desaceleración de Petrocaribe radicó en la disminución

constante de la producción petrolera de Venezuela. Esto representó una oportunidad política para EUA, el cual planteó una posibilidad de exportar gas natural y petróleo crudo al Caribe [18].

En Chile, cuyos recursos energéticos son escasos, el tema de la energía es preocupante y tiene que importarlos para cubrir sus necesidades. En 2014, rechazó el proyecto hidroeléctrico HidroAysen de construir 5 represas en la región de la Patagonia, argumentando preocupaciones ambientales. El proyecto habría suministrado del 15 al 20% de las necesidades energéticas del país. El desarrollo de la minería, principal actividad económica, incrementó la demanda de hidrocarburos y electricidad. Chile debe desarrollar un plan estratégico para cubrir su demanda con energías renovables, al agotarse sus opciones de importación de energía desde países como Argentina, la cual ha restringido sus exportaciones para satisfacer su demanda energética [19]. Lo anterior refleja la importancia de la disponibilidad energética regional y es uno de los elementos más importantes en la elaboración de una planeación energética.

El objetivo de la planeación energética es asegurar la toma de decisiones desde el punto de vista de la oferta y la demanda, es decir de los recursos energéticos con los que se cuenta *versus* los que se necesitan, para poder cumplir con las metas de desarrollo sostenible de una región o país.

Como metas la planeación energética busca: ampliar el alcance de los recursos limitados, poner a disposición recursos que antes eran inaccesibles, reducir las emisiones nocivas, la autosuficiencia energética, generar la investigación de fuentes renovables de energía, lograr que el precio de la energía permita cubrir el costo total del suministro y esté al alcance de todos los consumidores, determinar el portafolio energético.

Los gobiernos son los encargados de la planificación energética, por lo tanto tienen la responsabilidad de garantizar los aspectos de oferta y demanda de energía en la región, así como crear políticas sólidas que permitan un desarrollo eficiente del sector energético [20]. El contar con IEDS de cada región facilita su trabajo y hacen que la planeación sea más cercana a las necesidades de la población, pues su construcción se basa en el comportamiento de la misma.

En Baja California se han realizado investigaciones para el cálculo de indicadores como es el caso de Baja California: Perfil Energético 2010-2020 [21] en el cual se calcularon 22 IEDS para el periodo 1990-2010 y algunas prospectivas para el periodo 2010-2020. Asimismo, en el artículo denominado “Towards a profile of sustainable energy in Baja California, México, for 2011-2025 from an environmental perspective “ se plantea el cálculo de 5 indicadores ambientales de la región [22]. Sin embargo, Baja California no tiene un sistema actualizado de indicadores energéticos, por lo que contar con esta información disgregada a nivel estatal y municipal es de gran importancia para la planeación energética. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue la selección, adaptación y cálculo de los IEDS necesarios para medir el desarrollo sostenible de cinco ciudades del Estado de Baja California, México.

2.3.1 Situación energética en México

En México, corresponde a la Secretaría de Energía (SENER) establecer y conducir la política energética del país, llevar a cabo la planeación energética a mediano y largo plazo, así como, fijar las directrices económicas y sociales para el sector energético paraestatal. La planeación energética en México debe atender los siguiente criterios: la soberanía y la seguridad energética, el mejoramiento de la productividad energética, la restitución de reservas de hidrocarburos, la reducción progresiva de impactos ambientales de la producción y consumo de energía, el incremento de las energías renovables, la satisfacción de las necesidades energéticas básicas de la población, el ahorro de energía y la mayor eficiencia en su producción y uso, el fortalecimiento de las entidades públicas del sector energético como organismos públicos y el apoyo a la investigación y el desarrollo tecnológico nacionales en materia energética [23]. La planeación energética se realiza a nivel nacional y regional. En México, existen 5 regiones económicas: noroeste, noreste, centro-occidente, centro y sur-sureste como se ilustra en la Figura 2.1 [24].



Figura 2.1. Mapa de Regiones económicas de México.

Actualmente, la metodología que se sigue en México para elaborar una planificación se basa principalmente en modelos econométricos y estimaciones regionales, donde las tendencias de cada sector productivo se calculan con datos estadísticos e indicadores. Esta información es concentrada por SENER, quien elabora el Balance Nacional de Energía y Prospectivas Energéticas. El Balance Nacional de Energía se realiza de forma anual, mostrando la producción de energía primaria y secundaria, variación de inventarios, comercio exterior, consumos finales en los sectores residencial, comercial, público, transporte, industrial y agropecuario. Las prospectivas energéticas son elaboradas a diez años para el sector de electricidad, de petróleo, gas natural y gas licuado de petróleo, con el fin de proyectar la demanda de energía para programar la oferta y satisfacerla en tiempo y forma [25].

En 2013, la situación energética de México presentó un cambio radical, producto de la aprobación de la Reforma Energética y la ley de Transición Energética. El objetivo de la reforma energética es preservar la seguridad energética del país, la conectividad económica, y hacer de la energía un motor de la economía mexicana que genere empleos y atraiga inversiones y tecnología. Los principales cambios estructurales que establece la reforma son: la apertura del mercado energético, que faculta a los participantes del sector energético a vender su energía, la eliminación de las barreras de participación en este sector, mayor

flexibilidad a las inversiones del sector privado, promoviendo condiciones equitativas y de competencia a todos los sectores [26]. Sin embargo, la estructura energética del país aun no estaba preparada para este tipo de cambios, uno de los problemas de los inversionistas privados es que la capacidad de almacenamiento es de 10 a 1, es decir si se dejara de suministrar gasolinas y diesel, se podría abastecer el consumo de solo 10 días. El 80% de la infraestructura de almacenamiento esta saturada y solo el 16% de la capacidad de almacenamiento será subastado al sector privado [27].

Por otra parte la Ley de Transición Energética tiene como objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica manteniendo la competitividad de los sectores productivos. Tiene como metas un mayor alcance de generación con energías limpias: 29% para el 2018, 31% para 2020 y 35% para el 2024 [28]. Actualmente se genera el 25% de electricidad a partir de energías limpias [28].

2.3.2 Situación energética de Baja California

En 2015, el Balance de Energía de Baja California (Ver Tabla 2.3) presenta una producción de energía primaria de 34.44 PJ a partir de geoenergía y energía solar. El gas natural utilizado en BC es importado a través de la empresa SEMPRA de EUA. Desde 2006, el gas natural ha venido sustituyendo al combustóleo como fuente para la generación de electricidad, reduciendo así los factores de emisiones. El sistema eléctrico de BC tiene una capacidad instalada de 2,280 MW con plantas generadoras tanto de tipo renovable y no renovable. Es decir, eólica, geotérmica, termoeléctrica, turbogás y ciclo combinado, además existen parques eólicos de empresas extranjeras para uso industrial [29].

La producción de energía secundaria representó el 45.63 PJ con gas LP, gasolinas y naftas, querosenos, diesel, combustóleo y electricidad. El consumo final de energía secundaria fue de 158.21 PJ, donde el principal uso final fue gasolinas y naftas ocupando el 46.2% del total, seguido por la electricidad con el 22.7%. Los recursos petrolíferos utilizados en el estado son importados del Puerto de Salina Cruz, Oaxaca, México, hacia la Terminal de Almacenamiento y Reparto ubicada en el municipio de Playas de Rosarito,

BC. El 62.6% de la electricidad fue utilizada por el sector industrial, seguido por el 34.2% del sector residencial.

Baja California se encuentra aislado del Sistema Eléctrico Nacional. Sin embargo, está interconectado con la compañía San Diego Gas & Electric del Estado de California, EUA, mediante dos líneas de transmisión de 230 kV. Con esta compañía existe un mercado de exportación e importación de energía. Tan solo en 2012, se registraron exportaciones por 643 GWh e importaciones por 341 GWh. En 2015, las pérdidas de energía eléctrica en distribución en BC fueron por 1,054 GWh (de las cuales 613 GWh son de pérdidas técnicas y 441 GWh de pérdidas no técnicas), el 6.91% de la producción y el 2.89% las pérdidas nacionales, [30-31].

Tabla 2.3. Balance energético de Baja California a) energía primaria, b) energía secundaria

a)

Baja California, 2015	Geoenergía	Energía Solar	Energía Eólica	Total de energía primaria
Producción	34.29	0.04	0.00	34.33
Oferta final	34.29	0.04	0.00	34.33
Oferta Interna bruta	34.29	0.04	0.00	34.33
Total transformación	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo final total	0.00	0.00	0.00	0.25
Consumo final no energético	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo final energético	0.00	0.00	0.00	0.25
Residencial, comercial y pub.	0.00	0.00	0.00	0.25
Transporte	0.00	0.00	0.00	0.00
Agropecuaria	0.00	0.00	0.00	0.00
Industrial	0.00	0.00	0.00	0.00

b)

Baja California, 2015	Gas licuado	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Electricidad	Total de energía secundaria	Total
Producción	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.33
Oferta final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.58
Oferta Interna bruta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.58
Total transformación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.63	45.63	45.63
Consumo final total	13.13	73.25	6.98	28.86	0.04	35.95	158.21	158.46
Consumo final no energético	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consumo final energético	13.13	73.25	6.98	28.86	0.04	35.95	158.21	158.46
Residencial, comercial y pub.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.31	12.31	12.56
Transporte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agropecuaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	1.13	1.13
Industrial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.52	22.52	22.52

2.3.2.1 Aspectos demográficos de Baja California

El área de este estudio es el Estado de Baja California (BC), que pertenece a la región noroeste de México. Dicha región está conformada por los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa como se ilustra en la Figura 2.1 [32].

Baja California, está en la frontera México-Estados Unidos, una de las fronteras con mayor dinámica económica a nivel internacional, su extensión es de 3,141 km y está compuesta por seis Estados de México y cuatro Estados de Estados Unidos de América (USA). Dichos Estados aportaron en 2012 una gran parte del PIB de cada país, 22.4% en México y 24.2% en USA por ser un mercado activo tanto comercial como energético [33]. La aportación de Baja California al PIB nacional fue de 2.8% con el comercio como principal actividad económica.

Su superficie continental es 71,445.9 km² (3.65% del territorio nacional) y su población es de 3,315,766 habitantes (2.8% del país). Su densidad es de 46 habitantes/km² y el 92% es de población urbana. Baja California se integra por 5 municipios: Mexicali, Tijuana, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito como se muestra en la Figura 2.2 [34].

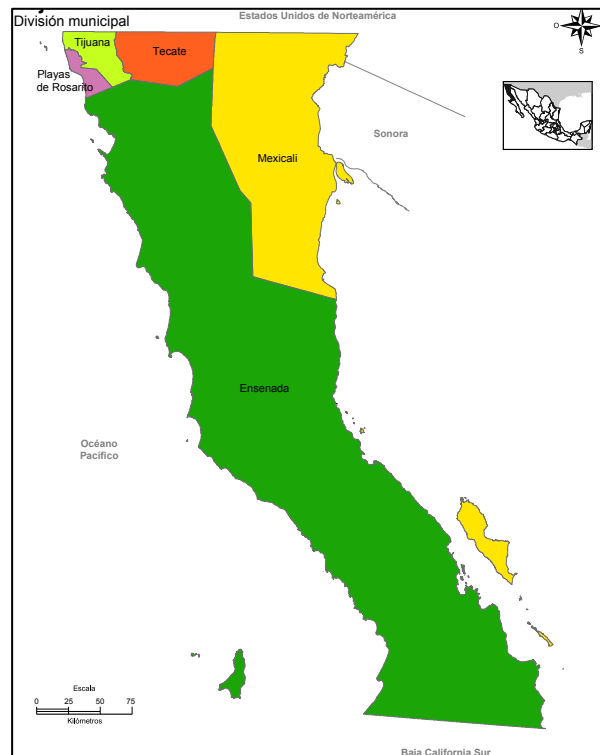


Figura 2.2. Mapa de Baja California con división municipal.

3. Metodología

3.1 Acopio, captura y sistematización de información energética

3.1.1 Análisis de los actores involucrados

El SIEBC será de utilidad a empresas, comisiones e instituciones para el desarrollo de políticas energéticas, como: Comisión Federal de Electricidad (CFE), Productores independientes, Comisión Estatal de Energía de Baja California (CEEBC), Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) y los sectores usuarios en general.

3.1.2 Intereses de los actores

Para cada uno de los actores involucrados se identificarán sus intereses, como: Prestar el servicio público de energía eléctrica con criterios de suficiencia, competitividad y sustentabilidad, aprovechar sustentablemente los recursos energéticos locales, impactando positivamente en la calidad de vida de los bajacalifornianos y la competitividad del estado, representar firmemente y en el marco de los valores éticos los intereses del sector industrial, influyendo eficazmente en la competitividad e integración de empresas, sectores y regiones, satisfaciendo a los afiliados a través de servicios de calidad.

3.1.3 Concentrar la información de investigaciones anteriores

Se concentró información de estudios previos de planificación energética realizados por el grupo de trabajo, destacan los siguientes:

- Tesis
 - Termoeconomía aplicada al uso de energía solar en viviendas.
 - Metodología para sistemas de gestión empresarial orientados a la eficiencia energética. Un ensayo para Baja California.
 - Estudio de factibilidad de producción de energía a partir de aceite vegetal residual. Caso: Sector Restaurantero.
 - Biodiesel en Baja California: Evaluación de materias primas y procesos.
 - Indicadores energéticos de Baja California.
 - Estudio del uso de la energía eléctrica en el Sector Industrial de Mexicali y sus impactos

energéticos, económicos y ambientales.

○ Proyectos:

- Baja California Perfil Energético 2010-2020.
- Identificación y definición de la problemática del servicio eléctrico de Baja California.

3.1.4 Identificación, evaluación y selección de las fuentes de información

Algunas de las fuentes de información que se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto, se mencionan a continuación:

- Documentos
 - Planificación energética de Baja California.
 - Anuarios estadísticos de Baja California.
 - Anuarios estadísticos de Mexicali.
 - Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.
 - Balance Nacional de Energía.
 - Prospectivas SENER 2002-2012.
 - Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías.
 - Programa integral del agua de Ensenada.
 - Plan municipal de desarrollo 2008-2010. Ensenada.
 - Anuarios estadísticos de Rosarito.
 - Diagnóstico de la infraestructura ambiental básica para el estado de Baja California.
 - Estadísticas básicas de Baja California.
 - Emisiones de gases de efecto invernadero en Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025.
 - Metodologías para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y de consumos energéticos evitados por el aprovechamiento sustentable de la energía.
 - Parque vehicular de Baja California

- Perfil energético de América del Norte.
- Anuarios estadísticos de PEMEX.
- MAED 2-Model for Analysis of Energy Demand.
- Base de datos de instituciones:
 - Comisión Federal de Electricidad (CFE).
 - Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).
 - Secretaría de Energía (SENER).

3.1.5 Definición de las variables para el SIEBC

Entre las variables necesarias para el sistema de información, se consideran entre otras: Producto Interno Bruto, Población, Parque vehicular, Consumos de energía, Capacidad de almacenamiento de combustibles, Factores de emisiones, Viviendas, Importación y exportación de energía, Pérdidas de energía, así como los indicadores energéticos de interés generados por estas variables.

3.1.6 Solicitud de Información

Se solicitó información al IFAI, presentando una solicitud de información [35], a través de Internet, <http://www.infomex.org.mx/gobiernofederal>, sitio en el cual es necesario registrarse en el Sistema INFOMEX Gobierno Federal, creando un nombre de usuario y proporcionando datos personales como se muestra en la Figura 4:

Inicio **Datos Abiertos**

Instrucciones: Para registrarte en INFOMEX Gobierno Federal lee detenidamente cada una de las secciones que aquí se presentan.

Los datos personales recabados serán protegidos, incorporados y tratados en el Sistema INFOMEX de conformidad con lo dispuesto por la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y demás disposiciones aplicables. Dichos datos se recaban con fundamento en los artículos 24, 25 y 40 de la Ley citada, y se requieren para llevar a cabo los procedimientos de acceso y corrección de datos personales, así como de acceso a información gubernamental, por lo que únicamente serán utilizados para ello y para fines estadísticos. La Dirección General de Informática y Sistemas es la unidad administrativa responsable del Sistema INFOMEX y el domicilio en el que el interesado podrá ejercer los derechos de acceso y corrección de sus datos es Avenida México 151, Col. Del Carmen, C.P. 04100, delegación Coyoacán o bien, a través del propio Sistema INFOMEX. El registro de los datos será por única vez, por lo que no tendrán que registrarse nuevamente si vuelve a hacer uso de este Sistema. El tiempo aproximado de registro es de 5 minutos y presentar una solicitud de acceso a información o de acceso y corrección de datos le llevará aproximadamente 5 minutos. Si desea dar de baja sus datos del Sistema INFOMEX, o bien, tiene dudas o comentarios, envíe un correo electrónico a infomex@ifai.org.mx.

Datos Personales **Datos Estadísticos**

Datos Personales

*Personalidad Jurídica: Ciudadano

*Nombre:

*Primer Apellido:

Segundo Apellido:

Fecha de Nacimiento: (dd/mm/aaaa)

Domicilio

*País: México

*Código Postal: Búsqueda por Código Postal

*Estado: Seleccione un Estado

*Municipio:

*Colonia:

*Calle:

*Num. ext: Num. int:

Datos para entrar al sistema

*Nombre de Usuario:

El nombre puede tener letras (a-z), números (0-9) y punto (.)

*Contraseña:

Mínimo seis caracteres (NO es sensible a minúsculas y mayúsculas).

*Re-escribe tu contraseña:

Mínimo seis caracteres (NO es sensible a minúsculas y mayúsculas).
Recuerda guardar tu nombre de usuario y contraseña para solicitudes posteriores.

Datos para contacto

Teléfono con código de área:

☒ Recibir notificaciones vía correo electrónico

Correo Electrónico:

Tu dirección de correo electrónico será utilizada para que puedas recuperar tu contraseña en caso de olvido o extravío.

Continuar

Los campos marcados con (*) son obligatorios

Figura 3.1. Datos requeridos para registrar un usuario en INFOMEX.

La respuesta a la solicitud deberá ser notificada al particular en el menor tiempo posible y no podrá ser mayor a 20 días hábiles contados a partir de la presentación de la misma [36]. Se realizaron solicitudes de información del Estado de Baja California del periodo 1990 al 2014 al IFAI a través del sistema de INFOMEX, se especifican a continuación:

Solicitud No. 1 Institución: Comisión Federal de Electricidad

Se solicitaron las estadísticas de ventas de electricidad estatales y municipales en agrupación sectorial de tarifas por:

- Numero de usuario.
- Ventas (MWh).
- Productos (Miles de \$).
- Precio Medio (\$/kWh).
- Consumo Medio (kWh/Usuario).

Solicitud No. 2 Institución: Comisión Federal de Electricidad

Se solicitaron los siguientes valores del Sector Eléctrico del Estado de Baja California:

- Capacidad instalada para la producción de energía eléctrica.
- Generación bruta por central generadora de energía eléctrica.
- Generación neta por central generadora de energía eléctrica.
- Usos propios de generación, transmisión y distribución por central generadora de energía eléctrica.
- Combustibles usados por central generadora de energía eléctrica.
- Emisiones procedentes de las actividades de combustión en el sector de producción y transformación de la energía eléctrica.
- Las pérdidas de energía eléctrica en el sistema de distribución.
- Exportación e importación de energía eléctrica.

Solicitud No. 3 Consejo Nacional de Población

Se solicitaron los siguientes valores estadísticos del Estado de Baja California:

- Viviendas totales.
- Viviendas sin electricidad.

Solicitud No. 4 Servicio Geológico Mexicano

Se solicitaron los siguientes valores estadísticos del Estado de Baja California:

- Extensión territorial ocupada por el sector residencial.
- Extensión territorial ocupada por el sector industrial.
- Extensión territorial ocupada por el sector energético.

Solicitud No. 5 Institución: Comisión Nacional Bancaria y de Valores

Se solicitaron los siguientes valores estadísticos del Estado de Baja California:

- PIB estatal por actividad económica.

- PIB municipal por actividad económica.
- PIB estatal por sector económico (Industrial, Agrícola, Comercial, Publico, Transporte, Residencial).
- PIB municipal por sector económico (Industrial, Agrícola, Comercial, Publico, Transporte, Residencial).
- Valor agregado del Sector Industrial.
- Valor agregado del Sector Agrícola.
- Valor agregado del Sector Comercial.
- Valor agregado del Sector Servicios.

Solicitud No. 6 Institución: Secretaría de Energía

Se solicitaron los siguientes valores del Sector energético del Estado de Baja California:

- Volumen de ventas estatales de Gas natural.
- Volumen de ventas estatales de Gas licuado de petróleo por sector económico (Industrial, Agrícola, Comercial, Publico, Transporte y Residencial).
- Volumen de ventas estatales de Crudo de petróleo.
- Volumen de ventas estatales de Gasolinas y naftas por sector económico (Agrícola y Transporte).
- Volumen de ventas estatales de Diesel por sector económico (Industrial, Agrícola, Comercial, Público y Transporte).
- Volumen de ventas estatales de Querosenos.
- Volumen de ventas estatales de Turbosina.
- Volumen de ventas estatales de Combustóleo por sector económico (Industrial, Agrícola, comercial y público).

Solicitud No. 7 Institución: Secretaría de Energía

Se solicitaron los siguientes valores del Sector energético del Estado de Baja California:

- Capacidad de almacenamiento para el Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural, Combustóleo, Diesel, Gasolina, turbosina.
- Inventarios anuales del Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural, Combustóleo, Diesel, Gasolina, turbosina.
- Pérdidas por distribución de combustibles.
- Generación de residuos sólidos atribuidos al sector energético.

Solicitud No. 8 Institución: Secretaría de Energía

Se solicitaron los siguientes valores estadísticos del Sector energético del Estado de Baja California:

- Precio promedio de GLP (por unidad comercial y por GCal).
- Precio promedio de Gas Natural (por unidad comercial y por GCal).
- Precio promedio de Combustóleo (por unidad comercial y por GCal).
- Precio promedio de Diesel (por unidad comercial y por GCal).
- Precio promedio de Gasolinas (por unidad comercial y por GCal).
- Precio promedio de Turbosina (por unidad comercial y por GCal).

Solicitud No. 9 Institución: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Se solicitaron los siguientes valores del Estado de Baja California:

- Concentración de contaminantes en el aire.
- Concentración de contaminantes en el agua.
- Factores de emisión de gases de efecto invernadero.

De las solicitudes anteriores, se recibió respuesta de algunas y las demás siguen en proceso como se muestra en la Figura 3.2.

Acceso a la información

Mis solicitudes

Nueva solicitud de información

Solicitudes de información que pueden convertirse en recurso de revisión

Mis datos

Actualizar mis datos

Materiales de apoyo

Guía de uso

Costos de Reproducción

Calendario de días inhábiles de INFOMEX

Preguntas frecuentes sobre el uso de INFOMEX

Cerrar sesión



Portal de Obligaciones de Transparencia

Instrucciones: Para dar un seguimiento más eficiente a tus solicitudes, utiliza las siguientes opciones de búsqueda.

Paso 1. Buscar mis solicitudes							
Paso 2. Resultados de la búsqueda							
En tiempo En alerta Fuera de tiempo Desechada							
	Folio	Estatus	Dependencia	Tipo de Solicitud	Respuesta	Fecha oficial de recepción	Fecha límite de entrega
	0001600172314	En proceso	SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	0001800027914	En proceso	SECRETARÍA DE ENERGÍA	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	0001800028014	En proceso	SECRETARÍA DE ENERGÍA	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	0001800028114	En proceso	SECRETARÍA DE ENERGÍA	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	0416000010014	En proceso	CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	0610000024414	En proceso	COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	1010000004414	En proceso	SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
	1816400007914	Terminada	COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	Información Pública	Entrega de información en medio electrónico	06/01/2014	04/03/2014
	1816400123514	En proceso	COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD	Información Pública	Sin respuesta	03/06/2014	01/07/2014
En tiempo En alerta Fuera de tiempo Desechada							
Desplegando resultados del 1 al 9 de un total de 9							
Página numero: 1							
Páginas < 1 >							

Figura 3.2. Solicitudes de información al IFAI.

3.1.7 Diseño de un sistema de información energética

3.1.7.1 Estructura del SIEBC

Es necesario trabajar con información ordenada que contenga un mismo formato y periodo para poder relacionarlas posteriormente, por lo que se elaboró una estructura para el Sistema de Información de los datos necesarios para su desarrollo, basada en la estructura de sistemas ya existentes, como los mencionados anteriormente. En la Figura 3.3 se muestran los primeros cinco niveles, entre los que destaca: Información general, Marco jurídico, Información estadística y Módulos en el tercer nivel.

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Página de entrada				
	Presentación			
		Logo de del SIEBC		
		Que es SIEBC		
		Acceso Usuario		
		Link encabezado		
			Quiénes somos	
			Mapa	
			Contacto	
		Información General		
			Publicaciones	
			Eventos	
		Marco Jurídico		
			Política Energética	
				Estrategia Nacional de Energía 2013-2027
				Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018
			Energías Renovables	
				Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables en México
				Ley de Energías Renovables en Baja California
				Ley de Energías Renovables en California, EUA
		Información Estadística		
			Perfil Energético	Oferta interna bruta
			Electricidad	Actividades
				Tarifas
				Consumo final
				Indicadores
			Energía Renovable	Geotérmica
				Eólica
				Solar
				Biomasa
		Módulos		
			Módulo del Balance de Energía del Estado de Baja California	
			Módulo de Atlas Bioclimático del Estado de Baja California	
			Módulo de Información y Aplicaciones para Planeación Estratégica Estatal	

Figura 3.3. Primeros cuatro niveles de la estructura del SIEBC.

En el apartado de *Consumo final* se derivan: *Consumo final de energía por energético*, *Consumo final de energía por sector*, entre otros. También en el nivel seis se disgrega el apartado de *Indicadores* en *Internacionales*, *Nacionales* y *Baja California*, como se muestra en la Figura 3.4.

Estrategia Nacional de Energía 2013-2027		
Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018		
Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables en México		
Ley de Energías Renovables en Baja California		
Ley de Energías Renovables en California, EUA		
Renewables Portfolio Standard Eligibility		
Oferta interna bruta		
	Producción	Producción de energía primaria
	Importaciones	Importación de energía
	Exportaciones	Exportación de energía
	Oferta interna bruta = consumo nacional de energía	Oferta interna bruta total por energético
Actividades		
	Generación	Centros de Transformación
		Comercio exterior
		Consumo de combustibles
	Transmisión y transformación	Longitud de líneas de transmisión
		Capacidad de subestaciones
	Comercialización	Usuarios de energía eléctrica por sector tarifario
		Usuarios de energía eléctrica por tarifa
		Ventas internas de energía eléctrica por sector tarifario
		Ventas internas de energía eléctrica por tarifa
Tarifas		
	Precios medios de energía eléctrica por sector tarifario	
	Precios medios de energía eléctrica por tarifa	
Consumo final		
	Consumo final de energía por energético	
	Consumo final de energía por sector	
	Consumo final de energía en el sector industrial	
	Consumo final de energía en el sector transporte	
	Consumo final de energía en el sector agropecuario	
Indicadores		
	Internacionales	Económicos
		Ambientales
		Sociales
	Nacionales	Económicos
		Ambientales
		Sociales
	Baja California	Económicos
		Ambientales
		Sociales
Geotérmica	Entalpías	
Eólica	Velocidad del viento	
Solar	Valores de irradiación solar	
Biomasa	Proyectos	Paja de trigo
		Aceite residual

Figura 3.4. Cuarto al sexto nivel de la estructura del SIEBC.

El ultimo apartado de la estructura comprendido del sexto al decimo nivel se encuentra la clasificación de los centros de transformación, los cuales se ilustran en la Figura 3.5.

Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10
Producción de energía primaria				
Importación de energía				
Exportación de energía				
Oferta interna bruta total por energético				
Centros de Transformación				
	Termoeléctrica			
	Turbogas			
	Ciclo combinado			
	Ciclo combinado PIE			
	Geotérmica			
		La Rosita		
		Cerro Prieto		
	Eólica	La Rumorosa		
	Solar	Proyectos	Autoabastecimiento/ Conectado a la red	Granja Solar
Comercio exterior				Valle de las Misiones
Consumo de combustibles				Sistemas Fotovoltaicos
Longitud de líneas de transmisión				
Capacidad de subestaciones				
Usuarios de energía eléctrica por sector tarifario				
Usuarios de energía eléctrica por tarifa				
Ventas internas de energía eléctrica por sector tarifario				
Ventas internas de energía eléctrica por tarifa				
Económicos				
Ambientales				
Sociales				
Económicos				
Ambientales				
Sociales				
Económicos				
Ambientales				
Sociales				
Paja de trigo				
Aceite residual				

Figura 3.5. Sexto al decimo nivel de la estructura del SIEBC.

3.1.7.2 Definición de las características de MYSQL

Se eligió el sistema de administración de base de datos MYSQL para poder tener un mayor control y manejo de la información.

MySQL es un sistema de administración de bases de datos. Una base de datos es una colección estructurada de tablas que contienen datos. Esta puede ser desde una simple lista de compras a una galería de pinturas o el vasto volumen de información en una red corporativa. Para agregar, acceder a y procesar datos guardados en un computador, se necesita un administrador como MySQL Server. Dado que los computadores son muy buenos manejando grandes cantidades de información, los administradores de bases de datos juegan un papel central en computación, como aplicaciones independientes o como parte de otras aplicaciones. Además, es un sistema de administración relacional de bases de datos. Una base de datos relacional archiva datos en tablas separadas en vez de colocar todos los datos en un gran archivo. Esto permite velocidad y flexibilidad. Las tablas están conectadas por relaciones definidas que hacen posible combinar datos de diferentes tablas sobre pedido.

MySQL es un software de fuente abierta, lo cual significa que es posible para cualquier persona usarlo y modificarlo. Cualquier persona puede bajar el código fuente de MySQL y usarlo sin pagar. Cualquier interesado puede estudiar el código fuente y ajustarlo a sus necesidades. MySQL usa el GPL (GNU General Public License) para definir qué puede hacer y qué no puede hacer con el software en diferentes situaciones. Si usted no se ajusta al GPL o requiere introducir código MySQL en aplicaciones comerciales, usted puede comprar una versión comercial licenciada.

Existen varias interfaces de programación de aplicaciones que permiten, a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación, acceder a las bases de datos MySQL, incluyendo C, C++, C#, Pascal, Delphi (vía dbExpress), Eiffel, Smalltalk, Java (con una implementación nativa del driver de Java), Lisp, Perl, PHP, Python, Ruby, Gambas, REALbasic (Mac y Linux), (x)Harbour (Eagle1), FreeBASIC, y Tcl; cada uno de estos utiliza una interfaz de programación de aplicaciones específica. También existe una interfaz

ODBC, llamado MyODBC que permite a cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC comunicarse con las bases de datos MySQL. También se puede acceder desde el sistema SAP, lenguaje ABAP.

MySQL es muy utilizado en aplicaciones web, como Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla. Su popularidad como aplicación web está muy ligada a PHP, que a menudo aparece en combinación con MySQL.

MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones. Sea cual sea el entorno en el que va a utilizar MySQL, es importante monitorizar de antemano el rendimiento para detectar y corregir errores tanto de SQL como de programación [37].

3.1.7.3 Alta de información en MYSQL

Se realizó la captura de datos de series históricas de 1990-2010 a nivel municipal y estatal de Baja California, entre las cuales destacan:

- Consumo de diesel
- Consumo de gasolina
- Consumo de gas natural
- Consumo de gas licuado de petróleo
- Consumo de turbosina
- Consumo de energía eléctrica
- Producto Interno Bruto
- Población

- Viviendas
- Parque vehicular
- Factores de conversión

```

MySQL Command Line Client
Enter password: ****
Welcome to the MySQL monitor. Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 7 to server version: 4.1.12-nt

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> connect mysql
Connection id: 8
Current database: mysql

mysql> select user from user;
+-----+
| user |
+-----+
| root |
| root |
+-----+
2 rows in set (0.00 sec)

mysql> create database prueba;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)

mysql> create table prueba (codigo varchar(4) PRIMARY KEY, nombre varchar(100));
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql>

```

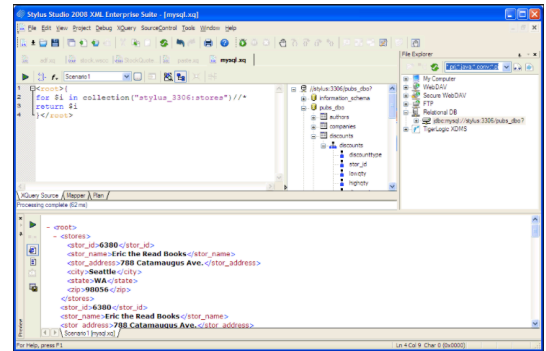


Figura 3.6. Programación en MySQL.

Después de una dirección IP fue posible el acceso a las bases de datos alimentadas en MYSQL. En dicha dirección IP se programaron diferentes acciones con las cuales el usuario puede relacionar la información, las cuales se mencionan a continuación:

- Representación de variables económicas, sociales, ambientales o energéticas por medio de gráficas, en un periodo indicado.
- Representación de variables económicas, sociales, ambientales o energéticas por medio de tablas, en un periodo indicado.
- Elaboración de indicadores representados por medio de gráficas, en un periodo indicado.
- Elaboración de indicadores representados por medio de tablas, en un periodo indicado.
- Cambio de unidades de variables.
- Modificación o actualización de información.
- Exportación de datos a archivo Excel.

3.2 Análisis de información

3.2.1 Indicadores energéticos

Para la realización del objetivo siguieron 3 pasos principales: a) Selección de los IEDS, b) Recolección de los componentes y c) Cálculo de los IEDS, los cuales son detallados a continuación:

3.2.1.1 Selección de los IEDS

En la selección de los indicadores, se tomaron como base los 30 Indicadores Energéticos para el Desarrollo Sostenible definidos por el OIEA. Se seleccionaron 22 indicadores para el Estado de Baja California de acuerdo con las principales actividades productivas de la entidad y a la disponibilidad de información necesaria para determinarlos, los cuales se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Lista de indicadores energéticos seleccionados para el Estado de Baja California

Indicador	Descripción
SOC1	Proporción de viviendas (o población) sin electricidad o energía comercial o fuertemente dependientes de energía no comercial
SOC2	Proporción del ingreso de la viviendas que se gasta en combustibles y electricidad
SOC3	Uso de la energía en la vivienda para cada grupo de ingreso y su correspondiente mezcla de combustibles
EC01	Uso de energía per cápita
EC02	Uso de energía por unidad de PIB
EC03	Eficiencia de conversión y distribución de energía
EC06	Intensidad energética industrial
EC07	Intensidad energética agrícola
EC08	Intensidad energética servicios y comercial
EC09	Intensidad energética residencial
ECO10	Intensidad energética en transporte
EC011	Proporción de combustibles en energía y electricidad
EC013	Proporción de energía renovable en energía y electricidad
EC014	Precios de uso final de la energía por combustible y por sector
EC015	Dependencia de importaciones netas de energía
EC016	Inventarios de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente
ENV1	Emisiones de gases de invernadero (GHG) por la producción y uso de la energía per cápita y por unidad de PIB
ENV2	Concentraciones en el ambiente de contaminantes del aire en zonas urbanas
ENV3	Emisiones de contaminantes del aire desde los sistemas energéticos
ENV4	Descarga de contaminantes en efluentes líquidos desde los sistemas energéticos, incluyendo descargas de aceites
ENV7	Relación de generación de residuos sólidos a unidades de energía producida
ENV8	Relación de residuos sólidos dispuestos correctamente a el total de residuos sólidos generados

3.2.1.2 Recolección de los componentes

Para efectuar la estimación de los indicadores, fue necesario recolectar información de los componentes de cada indicador. Un componente se refiere a una serie histórica de datos. Algunos componentes son exclusivos para el cálculo de indicadores de una dimensión, e.g. emisiones en la dimensión ambiental. Otros pueden ser utilizados para efectuar cálculos de indicadores de dos o más dimensiones, e.g. la población en las dimensiones económica y ambiental.

La información fue seleccionada de fuentes de instituciones gubernamentales, tales como Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Secretaría de Energía (SENER), Comisión Federal de

Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal (COPLADEM) y Comisión Estatal de Energía de Baja California (CEEBC).

Variables		Fuentes de información
PIB		INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática).
Paridad del dólar		
Población		SENER (Secretaría de Energía)
Número de viviendas		CFE (Comisión Federal de Electricidad)
Parque vehicular		PEMEX (Petróleos Mexicanos)
Factores de emisión		CANACINTRA (Cámara Nacional de la Industria de Transformación)
Consumos energéticos		SEDECO (Secretaría de Desarrollo Económico)
		COPLADEM (Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal)
		CEEBC (Comisión Estatal de Energía de Baja California)

Figura 3.7. Fuentes de información gubernamentales.

En los casos de información no disponible, se utilizaron diferentes alternativas tales como: datos de investigaciones científicas, estimación de los componentes de acuerdo con su comportamiento histórico o cálculo a partir de otros componentes relacionados. Como ejemplo de este último, se presentó el caso del indicador consumo per cápita de diesel en el sector transporte, para el cual no se disponía de la información correspondiente al consumo de diesel a nivel municipal. En consecuencia, se estimó con base en los siguientes componentes: parque vehicular, porcentaje del parque vehicular que utiliza diesel como combustible, consumo promedio diario por tipo de vehículo y rendimiento promedio por tipo de vehículo.

3.2.1.3 Cálculo de los IEDS

Se realizó la construcción de los indicadores energéticos, tomando como base la metodología planteada por la OIEA, los componentes de cada indicador de acuerdo a la información disponible, asimismo realizando las propuestas adicionales para esta región en particular.

El cálculo de los indicadores consistió en uno social (SOC), ocho indicadores económicos (ECO) y tres indicadores ambientales (ENV), como se muestran en la Tabla 3.2. Los indicadores se calcularon en un periodo de 15 años de 2000 a 2015. Inicialmente se desarrollaron a nivel municipal y posteriormente se agruparon a nivel estatal.

Tabla 3.2 Componentes y metodología necesaria para el cálculo de cada indicador.

Indicador	Componentes / Metodología
SOC1: Porcentaje de viviendas sin electricidad	Los datos necesarios para su desarrollo fueron el número total de viviendas por municipio, así como las viviendas sin acceso al servicio de electricidad. Para el cálculo de este indicador, la primera propuesta fue utilizar el número de usuarios registrados por CFE con la “Tarifa 1”, aplicada al sector doméstico. Sin embargo, esto no fue posible porque los datos de esta tarifa no están disponibles por municipio. Como alternativa, se utilizó el número de viviendas habitadas totales y el número de viviendas que disponen del servicio de electricidad de acuerdo a los censos de población y vivienda 2000,2005,2010 y 2015 realizado por INEGI.
ECO1: Uso de la energía per cápita	Los componentes utilizados fueron la población municipal tomada de los censos de población y vivienda 2000, 2005, 2010 y 2015 y el consumo de electricidad por municipio en los sectores: residencial, industrial, comercial y agrícola de las estadísticas de CFE.
ECO2: Sector Consumo de electricidad por vivienda en el Sector Residencial	Se calculó este indicador vinculando el volumen de ventas de electricidad del sector residencial registrado en estadísticas de CFE y el número de viviendas habitadas totales.
ECO3: Consumo de electricidad per cápita en el Sector Residencial	Los componentes considerados para el cálculo de este indicador fueron el consumo de electricidad del sector residencial y la población.
ECO4: Consumo de electricidad en el Sector Industrial	Los componentes considerados fueron el consumo de electricidad del sector industrial y la población municipal. Por considerarse una región industrial, se calculó el consumo industrial per cápita.
ECO5: Producto Interno Bruto per cápita	Los componentes utilizados para el desarrollo de este indicador son el PIB municipal en precios constantes del año 2003. Fue calculado a partir de datos de INEGI y se utilizó la población reportada por censos y conteos. Este indicador se utiliza para medir la riqueza de la región, ya que representa el valor monetario de los bienes y servicios producidos en Baja California per cápita. El indicador además de evidenciar el desarrollo económico de la región, también sitúa el nivel de vida de la población en general.
ECO6: Uso de la energía por unidad de PIB	Este indicador muestra el uso de la electricidad respecto al PIB. Expresa el consumo de electricidad dividido entre el PIB de la región. Es el consumo que implica la realización de una actividad entre el valor monetario que se obtiene a cambio. Los componentes considerados son el consumo de electricidad total y el PIB.
ECO7: Consumo de diesel en el Sector Transporte	El consumo anual de diesel en el sector transporte se calculó de acuerdo a estadísticas de camiones de pasajeros y de carga registradas en la Secretaría de Planeación y Finanzas del Gobierno del Estado.
ECO8: Consumo de gasolina en el Sector Transporte	El consumo de gasolina en el sector transporte se calculó con el mismo procedimiento que el consumo de diesel en el sector transporte.
ENV1: Emisiones de GEI's basadas en la energía total consumida	El indicador de emisiones está expresado en kg de CO ₂ per cápita. Para su cálculo se consideraron las emisiones generadas en base al consumo energético total del Estado, basado en un estudio de emisiones de GEI en Baja California.
ENV2: Emisiones de GEI's del consumo de electricidad	En este indicadores se consideraron los factores de emisión de los combustibles utilizados para la generación de electricidad.
ENV3: Emisiones de GEI's históricas del sector transporte	Este indicador muestra las emisiones de CO ₂ generadas por el consumo de combustibles en el sector transporte a nivel estatal en el periodo 2000-2015. Se considera la gasolina, diesel y gas licuado de petróleo utilizado por vehículos de carretera, aviación, embarcaciones marítimas y ferrocarril.

3.2.2 Análisis de datos mediante el software de planificación energética

Se analizaron distintos modelos de planificación energética para poder realizar un análisis de los datos del sistema, se definen a continuación:

a. LEAP. Tools for sustainable energy analysis

Es una herramienta ampliamente utilizada para el análisis de la política energética y la evaluación de la mitigación del cambio climático desarrollada en el Instituto Ambiental de Estocolmo. LEAP ha sido adoptado por miles de organizaciones en más de 190 países de todo el mundo. Sus usuarios incluyen agencias gubernamentales, académicas, organizaciones no gubernamentales, empresas de consultoría y de servicios públicos de energía. Se ha utilizado en muchas escalas diferentes, desde ciudades y estados a las solicitudes nacionales, regionales y mundiales. LEAP se está convirtiendo rápidamente en el factor estándar de para los países comprometidos en la planificación integrada de recursos, evaluaciones de mitigación de gases de efecto invernadero, y estrategias de desarrollo bajas emisiones, especialmente en el países en desarrollo [38].

b. Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

Es una subdisciplina de la investigación de operaciones que tiene en cuenta explícitamente criterios múltiples en entornos de toma de decisiones Se enfoca en la planificación energética de fuentes de energía renovables como la eólica, solar, biomasa, geotérmica y pequeñas centrales hidroeléctricas) para la generación de electricidad y calor [39].

c. Modelo de optimización de flujo de energía (EFOM)

El EFOM describe el sistema de energía en forma de una red de flujos de energía, mediante la combinación de elementos: extracción de combustibles primarios, tecnologías de conversión, distribución, demanda de servicios energéticos. Se adopta a la región, detallando las fuentes primarias explotación de la energía (incluyendo la biomasa, los residuos sólidos, el proceso de los productos), generación de electricidad y calor, las emisiones y los sectores de uso final [40].

Después de estudiar los distintos modelos ofertados para el análisis de datos enfocados a la planeación energética, se seleccionó el modelo LEAP por ofrecer su software de manera libre para países en vías de desarrollo, como es el caso de México, además cuenta con información de las características de los combustibles utilizados en el país ya precargados, es posible realizar estimaciones de datos con los modelos matemáticos que ofrece y generar escenarios de las variables deseadas como se muestra en la Figura 3.8.

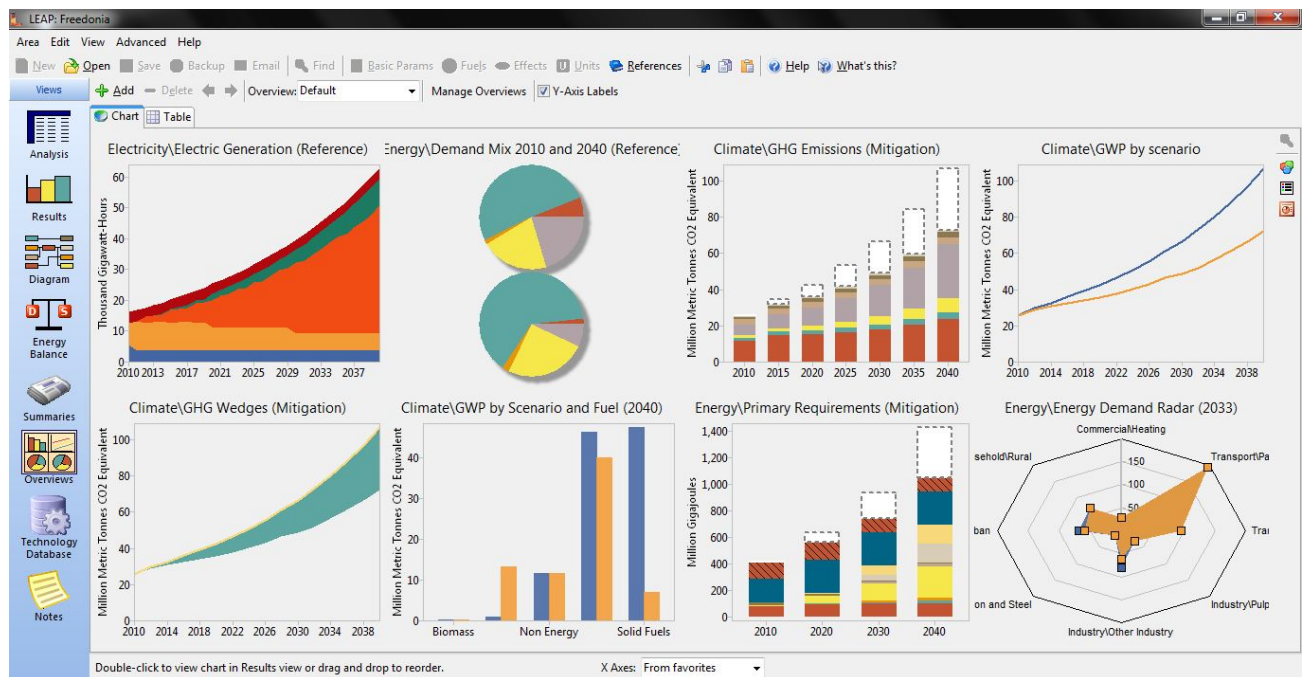


Figura 3.8. Ejemplos de escenarios elaborados con LEAP.

Se alimentó el software LEAP con la información recopilada de Baja California y sus municipios que ya se tiene, para que posteriormente pueda ser analizado el comportamiento de las distintas variables, así como realizar las estimaciones de años faltantes de las mismas, formulación de escenarios, balances energéticos, entre otras funciones disponibles.

En el análisis de datos se utilizó el software “LEAP: Long-range Energy Alternatives Planning System”. LEAP permitió especificar las características cada una de las tecnologías utilizadas en el proceso de generación de energía.

Se creó un escenario alternativo y los datos que fueron dados de alta en LEAP son los siguientes:

- Variables económicas.
- Consumo energético del Sector Doméstico, Industrial, Agrícola, Transporte y Servicios públicos.
- Picos de demanda de electricidad.
- Margen de reserva de capacidad instalada.
- Pérdidas de energía en los procesos transmisión y distribución.
- Eficiencias energéticas
- Tasas de crecimiento
- Incremento y decremento de centrales eléctricas
- Factores de emisiones.
- Usuarios de energía eléctrica.
- Pasajeros de vuelos nacionales e internacionales.
- Parque vehicular.
- Volumen de carga ferroviaria.

4. Resultados

4.1 Acceso a la información

Se recibió información previamente solicitada a INFOMEX, la cual se colocó en el mismo formato y periodo para poder dar de alta a las bases de MYSQL. La información recibida se menciona a continuación:

El acopio de información por parte de INFOMEX y de instituciones gubernamentales fue el siguiente:

1. Capacidad efectiva, Sector Eléctrico 2002-2016
2. Generación bruta de energía eléctrica 2002-2016
3. Ingresos y egresos brutos estatales 1990-2014
4. Actividad económica estatal, actividades primarias, secundarias y terciarias 2003-2015
5. Ventas internas Gas LP 1995-2015
6. Demanda de Gas Natural 2000-2015
7. Demanda de Gas Natural, Sector Eléctrico Público y exportaciones de electricidad 2000-2015
8. Demanda de Gas Natural, Sector Industrial y Autogeneración de electricidad 1997-2015
9. Ventas internas de Combustóleo 1993-2015
10. Ventas internas de Diesel 1993-2015
11. Ventas internas de Diesel, Sector Autotransporte 1993-2015
12. Ventas internas de Diesel, Sector Autogeneración de electricidad 1996-2015
13. Ventas internas de Diesel, Sector Eléctrico Público 1993-2015
14. Ventas internas de Diesel, Sector Industrial 1993-2015
15. Ventas internas de Diesel, Sector Transporte ferroviario 1996-2015
16. Ventas internas de Diesel, Sector Transporte marítimo 1993-2015
17. Ventas internas de Gasolinas, Sector Transporte automovilístico 1993-2015
18. Ventas internas de Turbosina 1993-2015
19. Pérdidas de energía en Distribución de Electricidad, estatal 2013-2014
20. Pérdidas técnicas y no técnicas 2013-2014
21. Consumo de Diesel, Sector Transporte de Carga y Pasajeros 1999-2010
22. Consumo de Gasolina, Sector Transporte de Carga y Pasajeros 1999-2010

23. Parque vehicular 2000-2009
24. Capacidad instalada, Centrales Eléctricas 2010
25. Anuarios estadísticos de PEMEX
26. Censos económicos de Baja California
27. Prospectivas energéticas SENER
28. Balance Nacional de Energía
29. Anuarios estadísticos Mexicali, COPLADEM
30. Anuarios estadísticos de Baja California, INEGI tablas
31. Anuarios estadísticos de Baja California, INEGI documento
32. Anuario estadístico ferroviario
33. Anuario estadístico, Secretaria de Salud
34. Anuario estadístico y geográfico BC
35. Diagnóstico ambiental, COCEF-BECC
36. Estrategia Nacional de Energía
37. Informe sobre Desarrollo Humano
38. Metodologías de indicadores sustentables
39. Perfiles energéticos
40. Prospectivas estadísticas
41. Sistema de Cuentas Nacionales de México

A continuación se muestra parte de la información recopilada, Ventas total de energía eléctrica (Ver tabla 4.1), Parque vehicular de Baja California (Ver Tabla 4.2), Parque vehicular de Ensenada (Ver Tabla 4.3), Parque vehicular de Baja Mexicali (Ver Tabla 4.4), Parque vehicular de Playas de Rosarito (Ver Tabla 4.5), Parque vehicular de Tecate (Ver Tabla 4.6), Parque vehicular de Tijuana (Ver Tabla 4.7), Paridad del Dólar EUA (Ver Tabla 4.8).

Tabla 4.1 Ventas totales de energía eléctrica (MWh)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	7,522,295	697,094	3,791,155	68,154	94,715	2,871,177
2001	7,638,971	685,613	3,865,520	73,755	91,921	2,922,162
2002	7,540,568	704,740	3,804,331	70,171	89,715	2,871,610
2003	8,049,781	746,456	4,103,360	70,698	94,527	3,034,740
2004	8,390,530	782,021	4,185,080	72,806	100,587	3,250,037
2005	8,496,342	800,684	4,205,268	71,296	98,680	3,320,415
2006	9,105,199	861,748	4,538,409	74,261	107,879	3,522,902
2007	9,223,140	890,835	4,626,939	77,233	111,215	3,516,919
2008	9,395,727	862,412	4,767,734	74,464	114,672	3,576,445
2009	9,069,823	862,652	4,664,953	70,050	109,496	3,362,671
2010	8,928,378	829,101	4,484,339	66,612	110,877	3,437,448
2011	9,294,197	870,767	4,764,711	69,056	111,010	3,478,653
2012	9,657,365	909,209	4,955,833	135,551	204,527	3,452,245
2013	9,402,973	933,513	4,632,497	184,900	271,275	3,380,788
2014	9,791,241	993,143	4,739,521	189,651	277,173	3,591,754
2015	9,987,331	1,024,566	4,736,287	186,082	285,554	3,754,843

Tabla 4.2 Parque vehicular de Baja California

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	752,607	577,672	5,782	165,695	3,458
2001	869,588	672,760	5,086	187,849	3,893
2002	983,260	763,803	5,502	209,819	4,136
2003	1,209,643	875,781	7,550	321,416	4,896
2004	1,061,369	768,078	9,675	278,924	4,692
2005	1,187,451	876,467	10,049	295,504	5,431
2006	1,281,923	950,752	10,208	313,958	7,005
2007	1,362,035	1,011,668	11,378	330,608	8,381
2008	1,442,539	1,066,911	12,456	353,147	10,025
2009	1,475,939	1,085,329	12,600	367,864	10,146
2010	887,957	666,258	4,664	210,356	6,679
2011	917,710	687,576	5,117	217,329	7,688
2012	1,017,113	764,682	4,491	237,933	10,007
2013	1,072,808	808,231	4,934	248,008	11,635
2014	1,100,840	832,655	5,148	250,249	12,788
2015	1,123,118	851,836	5,407	251,515	14,360

Tabla 4.3 Parque vehicular de Ensenada

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	105,983	84,848	899	19,833	403
2001	121,778	96,890	770	23,686	432
2002	132,827	106,340	363	25,653	471
2003	151,870	104,924	832	45,611	503
2004	143,176	99,655	1,465	41,590	466
2005	156,173	108,779	2,585	44,313	496
2006	166,520	116,447	2,602	46,856	615
2007	176,277	123,574	2,741	49,278	684
2008	184,160	128,842	2,774	51,715	829
2009	188,187	131,972	2,788	52,615	812
2010	105,767	74,705	793	29,800	469
2011	108,385	76,397	844	30,586	558
2012	123,618	87,487	969	34,514	648
2013	130,005	92,059	1,218	35,964	764
2014	131,315	93,428	1,318	35,801	768
2015	132,971	94,990	1,333	35,795	853

Tabla 4.4 Parque vehicular de Mexicali

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	277,569	198,729	1,230	76,702	908
2001	314,440	233,334	1,273	78,825	1,008
2002	355,239	268,182	1,165	84,801	1,091
2003	453,930	337,789	2,083	112,918	1,140
2004	393,924	296,446	2,554	93,849	1,075
2005	422,357	320,869	2,182	97,992	1,314
2006	448,098	341,403	2,216	102,680	1,799
2007	472,760	359,751	2,219	108,382	2,408
2008	494,232	375,424	2,220	113,480	3,108
2009	502,836	383,512	2,283	113,819	3,222
2010	283,741	220,402	959	60,541	1,839
2011	293,019	227,206	985	62,679	2,149
2012	329,407	254,600	1,250	70,694	2,863
2013	347,619	269,349	1,285	73,562	3,423
2014	354,356	275,825	1,193	73,495	3,843
2015	355,813	277,326	1,060	73,128	4,299

Tabla 4.5 Parque vehicular de Playas de Rosarito

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	16,856	11,692	226	4,604	334
2001	21,193	15,134	93	5,619	347
2002	24,714	17,664	61	6,631	358
2003	32,742	21,577	47	10,964	154
2004	32,708	21,985	133	10,430	160
2005	36,372	24,804	151	11,238	179
2006	39,878	27,322	198	12,143	215
2007	42,492	29,184	298	12,764	246
2008	44,306	30,408	343	13,285	270
2009	45,073	30,821	345	13,607	300
2010	30,444	21,124	202	8,921	197
2011	31,542	21,902	213	9,199	228
2012	33,976	23,733	100	9,852	291
2013	35,863	25,167	109	10,254	333
2014	37,442	26,492	112	10,493	345
2015	38,710	27,607	140	10,490	473

Tabla 4.6 Parque vehicular de Tecate

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	30,441	24,733	110	5,489	109
2001	31,258	24,260	95	6,767	136
2002	35,046	26,857	207	7,856	126
2003	45,944	30,056	89	15,562	237
2004	42,380	28,210	409	13,560	201
2005	45,458	30,618	328	14,251	261
2006	47,974	32,488	333	14,843	310
2007	50,379	34,139	335	15,538	367
2008	52,535	35,514	337	16,302	382
2009	53,126	35,985	354	16,379	408
2010	35,686	24,763	203	10,541	179
2011	36,751	25,336	202	10,940	273
2012	40,399	28,058	206	11,756	379
2013	42,032	29,214	256	12,137	425
2014	42,371	29,498	301	12,148	424
2015	43,011	30,084	348	12,261	318

Tabla 4.7 Parque vehicular de Tijuana

Año	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	321,758	257,670	3,317	59,067	1,704
2001	380,919	303,142	2,855	72,952	1,970
2002	435,434	344,760	3,706	84,878	2,090
2003	525,157	381,435	4,499	136,361	2,862
2004	449,181	321,782	5,114	119,495	2,790
2005	527,091	391,397	4,803	127,710	3,181
2006	579,453	433,092	4,859	137,436	4,066
2007	620,127	465,020	5,785	144,646	4,676
2008	667,306	496,723	6,782	158,365	5,436
2009	686,717	503,039	6,830	171,444	5,404
2010	432,319	325,264	2,507	100,553	3,995
2011	448,013	336,735	2,873	103,925	4,480
2012	489,713	370,804	1,966	111,117	5,826
2013	517,289	392,442	2,066	116,091	6,690
2014	535,356	407,412	2,224	118,312	7,408
2015	552,613	421,829	2,526	119,841	8,417

Tabla 4.8. Paridad del Dólar EUA.

Año	Pesos/USD
1999	9.54
2000	9.46
2001	9.34
2002	9.67
2003	10.79
2004	11.29
2005	10.89
2006	10.90
2007	10.93
2008	11.14
2009	13.50
2010	12.63
2011	12.43
2012	13.17
2013	12.77
2014	13.30
2015	15.88

No fue posible recopilar información deseada para el periodo 2000-2015 por lo que algunas tablas fueron completadas basándose en tasas de crecimiento periódicas, modelos matemáticos, tendencias, como fue el caso de la población (Ver Tabla 4.9), PIB a precios corrientes en pesos mexicanos (Ver Tabla 4.10) PIB a precios corrientes en dólares EUA (Ver Tabla 4.11), Viviendas particulares habitadas (Ver Tabla 4.12),

Consumo de energía en el sector transporte carretero- Diesel (Ver Tabla 4.13), Consumo de energía en el sector transporte carretero- Gasolina (Ver Tabla 4.14), Consumo de energía en Baja California (Ver Tabla 4.15), Consumo de energía en el sector transporte (Ver Tabla 4.16)

Tabla 4.9. Población

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	2,487,367	370,730	764,602	63,420	77,795	1,210,820
2001	2,558,787	379,280	782,874	65,397	80,443	1,250,793
2002	2,632,313	388,028	801,583	67,436	83,181	1,292,086
2003	2,708,008	396,977	820,738	69,538	86,012	1,334,743
2004	2,785,936	406,132	840,352	71,706	88,939	1,378,807
2005	2,844,469	413,481	855,962	73,305	91,034	1,410,687
2006	2,906,589	424,148	872,135	76,778	93,043	1,440,486
2007	2,970,128	435,089	888,613	80,415	95,096	1,470,915
2008	3,035,122	446,313	905,403	84,224	97,195	1,501,986
2009	3,101,605	457,827	922,510	88,214	99,340	1,533,714
2010	3,155,070	466,814	936,826	90,668	101,079	1,559,683
2011	3,186,574	470,713	946,924	91,850	101,343	1,575,727
2012	3,218,392	474,645	957,131	93,047	101,608	1,591,936
2013	3,250,528	478,610	967,448	94,260	101,873	1,608,312
2014	3,282,985	482,608	977,876	95,489	102,139	1,624,856
2015	3,315,766	486,639	988,417	96,734	102,406	1,641,570

Tabla 4.10. PIB a precios corrientes (Miles de pesos)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	180,879,629	16,438,256	66,268,366	1,856,742	5,689,872	90,626,393
2001	183,592,039	15,935,202	68,520,389	1,962,946	5,586,676	91,586,826
2002	189,341,710	15,690,111	71,961,462	2,107,812	5,571,487	94,010,838
2003	243,741,732	19,276,440	94,300,177	2,824,149	6,932,999	120,407,966
2004	275,513,146	21,205,049	107,729,492	3,332,512	8,114,090	135,132,002
2005	298,035,755	22,319,551	117,757,998	3,762,612	9,086,408	145,109,186
2006	334,570,117	24,374,967	133,554,538	4,407,777	10,557,402	161,675,433
2007	353,974,139	25,083,465	142,728,854	4,865,580	11,558,641	169,737,599
2008	371,518,536	25,602,033	151,289,344	5,327,128	12,551,623	176,748,407
2009	358,710,542	25,617,503	141,551,238	5,162,548	12,453,149	173,926,105
2010	370,359,090	27,391,656	141,526,621	5,346,310	13,203,151	182,891,352
2011	396,317,644	30,335,271	146,558,399	5,734,457	14,498,535	199,190,983
2012	428,290,174	33,904,811	153,167,684	6,207,465	16,067,729	218,942,484
2013	436,229,140	35,691,887	150,771,169	6,328,941	16,771,797	226,665,346
2014	454,095,723					
2015	517,006,184					

Tabla 4.11. PIB a precios corrientes (dólares)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	19,126,889,641	1,738,242,778	7,007,465,347	196,338,816	601,668,334	9,583,174,365
2001	19,664,962,899	1,706,855,915	7,339,375,442	210,255,627	598,401,654	9,810,074,260
2002	19,577,480,779	1,622,320,016	7,440,643,334	217,942,699	576,078,482	9,720,496,247
2003	22,586,778,808	1,786,287,001	8,738,500,514	261,705,029	642,459,222	11,157,827,041
2004	24,409,645,107	1,878,704,301	9,544,512,495	295,250,631	718,884,275	11,972,293,405
2005	27,369,087,641	2,049,639,119	10,813,900,402	345,526,516	834,418,992	13,325,602,612
2006	30,685,013,499	2,235,543,952	12,248,920,602	404,258,133	968,269,421	14,828,021,391
2007	32,393,141,069	2,295,456,448	13,061,507,585	445,262,566	1,057,762,791	15,533,151,679
2008	33,338,556,440	2,297,421,879	13,576,088,023	478,034,735	1,126,331,437	15,860,680,367
2009	26,574,487,481	1,897,831,085	10,486,593,375	382,458,945	922,571,291	12,885,032,785
2010	29,326,792,509	2,169,001,461	11,206,750,343	423,346,210	1,045,488,238	14,482,206,257
2011	31,883,806,987	2,440,476,572	11,790,642,606	461,337,800	1,166,409,039	16,024,940,971
2012	32,522,730,568	2,574,602,724	11,630,972,717	471,371,354	1,220,122,357	16,625,661,416
2013	34,161,620,475	2,795,073,932	11,807,068,755	495,626,851	1,313,419,280	17,750,431,657
2014	34,134,374,930					
2015	32,555,007,069					

Tabla 4.12. Viviendas particulares habitadas

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	610,057	92,336	190,426	15,493	19,020	292,782
2001	631,573	95,383	196,710	16,237	19,629	303,615
2002	653,854	98,531	203,201	17,016	20,257	314,849
2003	676,925	101,782	209,907	17,833	20,905	326,498
2004	700,816	105,141	216,834	18,689	21,574	338,579
2005	738,857	110,552	229,590	18,246	23,148	357,321
2006	764,873	114,200	237,166	19,122	23,842	370,542
2007	791,811	117,969	244,993	20,040	24,558	384,252
2008	819,705	121,862	253,078	21,002	25,294	398,469
2009	848,588	125,883	261,429	22,010	26,053	413,213
2010	870,483	129,628	265,585	25,052	26,218	424,000
2011	889,477	132,253	270,805	25,704	26,922	433,794
2012	908,591	134,902	275,899	26,357	27,606	443,827
2013	928,120	137,603	281,089	27,028	28,309	454,092
2014	948,074	140,358	286,376	27,715	29,029	464,595
2015	967,863	143,169	291,763	27,823	29,767	475,341

Tabla 4.13. Consumo de energía en el sector transporte carretero- Diesel (litros)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	266,659,119	11,345,382	158,488,042	2,697,678	2,626,839	91,501,179
2001	283,233,808	12,426,995	162,910,034	2,616,580	3,088,320	102,191,878
2002	315,269,759	11,718,094	174,455,288	2,907,626	3,942,824	122,245,927
2003	450,868,202	21,524,494	234,392,838	4,608,502	6,623,576	183,718,792
2004	403,197,396	22,238,019	198,050,520	4,710,416	6,996,715	171,201,726
2005	421,643,128	27,479,632	204,884,210	5,103,778	6,976,788	177,198,720
2006	443,852,775	28,571,077	214,408,756	5,643,577	7,234,725	187,994,640
2007	473,398,503	30,064,566	225,842,363	6,264,422	7,523,235	203,703,917
2008	508,641,942	31,172,281	236,058,207	6,641,506	7,839,654	226,930,293
2009	524,496,425	31,588,069	236,985,410	6,779,143	7,933,642	241,210,161
2010	277,815,020	14,985,032	125,048,203	4,355,116	5,014,076	128,412,593
2011	289,779,931	15,491,483	129,433,283	4,508,225	5,171,769	135,175,171
2012	308,840,963	17,542,372	146,532,073	4,354,636	5,516,614	134,895,267
2013	322,908,444	19,049,330	152,414,879	4,550,508	5,855,553	141,038,173
2014	326,724,644	19,353,060	151,918,300	4,658,270	6,026,350	144,768,664
2015	330,092,086	19,406,082	150,659,294	4,760,561	6,245,797	149,020,352

Tabla 4.14. Consumo de energía en el sector transporte carretero- Gasolina (litros)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	1,534,068,900	80,200,965	738,225,365	14,507,089	22,701,485	678,433,994
2001	1,750,760,865	93,057,035	804,280,104	17,927,356	24,635,296	810,861,072
2002	1,972,685,080	100,997,826	890,879,580	20,972,010	28,000,274	931,835,388
2003	2,590,148,830	134,972,459	1,158,943,365	30,353,62	42,814,977	1,223,064,400
2004	2,242,928,863	125,989,568	992,745,455	29,755,959	38,751,923	1,055,685,956
2005	2,463,129,940	136,777,524	1,051,594,092	32,665,135	41,150,454	1,200,942,734
2006	2,644,824,704	145,278,453	1,109,951,022	35,621,840	43,186,042	1,310,787,344
2007	2,802,967,383	153,398,973	1,170,357,984	37,801,706	45,282,315	1,396,126,403
2008	2,981,213,648	160,475,683	1,223,345,078	39,406,073	47,329,863	1,510,656,949
2009	3,069,254,676	163,685,381	1,238,313,976	40,193,525	47,743,560	1,579,318,232
2010	1,803,385,105	91,800,014	682,921,244	26,811,036	31,508,639	970,344,170
2011	1,864,941,962	94,144,968	705,669,368	27,727,492	32,540,607	1,004,859,525
2012	2,055,894,426	106,941,767	794,506,618	29,719,992	35,438,499	1,089,287,548
2013	2,160,654,366	112,189,460	833,935,164	31,199,973	36,783,400	1,146,546,366
2014	2,206,624,138	112,751,952	843,508,197	32,321,573	37,003,422	1,181,038,991
2015	2,239,820,527	113,628,857	843,450,555	33,002,088	37,509,529	1,212,229,496

Tabla 4.15. Consumo de energía en Baja California (GJ)

Año	Gasolinas	Turbosina	Diesel	Combustóleo	Gas LP	Gas Natural	Electricidad
2000	54,094,901	7,310,407	23,334,696	30,594,718	15,907,368	12,998,972	27,098,385
2001	54,753,809	7,398,584	23,657,231	28,268,851	15,794,642	22,368,849	27,518,699
2002	51,447,882	6,980,626	21,144,731	14,986,203	16,157,255	35,631,371	27,164,211
2003	57,107,361	7,445,484	22,532,895	7,245,727	16,114,868	64,067,702	28,998,605
2004	63,076,428	7,002,184	25,151,080	3,474,004	17,195,794	80,973,874	30,226,122
2005	68,471,666	6,985,395	28,815,018	5,060,304	17,055,207	88,312,544	30,607,300
2006	72,322,029	6,630,748	32,333,350	4,774,027	17,027,137	100,667,530	32,800,652
2007	76,274,829	6,279,775	33,789,041	2,659,714	17,412,744	94,618,089	33,225,524
2008	80,489,914	5,947,380	36,146,642	1,696,087	16,687,525	108,224,001	33,847,253
2009	73,849,028	5,632,579	28,641,699	1,361,701	15,898,944	102,950,049	32,673,214
2010	75,184,513	5,812,458	29,660,194	1,205,265	15,691,031	91,000,240	32,163,671
2011	77,873,445	5,231,601	31,940,697	723,764	15,078,710	98,348,946	33,481,501
2012	79,389,056	5,623,126	33,120,513	346,917	14,802,593	113,365,155	34,789,780
2013	75,345,828	6,070,026	31,962,048	122,183	14,355,739	108,959,124	33,873,356
2014	70,977,484	6,494,402	29,803,221	-	15,086,145	118,974,256	35,272,056
2015	73,253,587	6,981,148	28,863,451	42,998	13,125,778	124,398,703	35,978,453
2016	78,088,558	7,758,087	30,973,250	-	20,434,220	-	37,672,985

Tabla 4.16. Consumo de energía en el sector transporte (GJ)

Año	Diesel- carretera	Gasolina- carretera	Diesel- Ferroviario	Diesel- Marítimo	Turbosina
2000	10,315,983	50,740,433	480,831	2,333,927	7,310,407
2001	10,957,192	57,907,676	451,819	2,168,741	7,398,584
2002	12,196,536	65,247,979	470,026	2,515,258	6,980,626
2003	17,442,302	85,671,037	471,877	2,402,501	7,445,484
2004	15,598,107	74,186,487	506,548	2,358,418	7,002,184
2005	16,311,700	81,469,796	578,147	2,483,362	6,985,395
2006	17,170,903	87,479,481	541,197	2,095,056	6,630,748
2007	18,313,910	92,710,164	546,284	1,919,498	6,279,775
2008	19,677,338	98,605,788	522,872	1,762,467	5,947,380
2009	20,290,685	101,517,808	426,180	1,205,255	5,632,579
2010	10,747,561	59,648,261	471,801	1,396,216	5,812,458
2011	11,210,436	61,684,298	640,882	1,463,483	5,231,601
2012	11,947,831	68,000,188	615,736	1,414,478	5,623,126
2013	12,492,046	71,465,199	686,312	1,483,330	6,070,026
2014	12,639,680	72,985,682	724,377	1,438,370	6,494,402
2015	12,769,953	74,083,677	772,348	1,716,079	6,981,148

4.2 Indicadores energéticos

Para un análisis de los datos de la información recopilada y calculada se utilizaron indicadores energéticos de la región. Fue posible la determinación de 12 IEDS en sus 3 dimensiones: social, económica y ambiental, de los cuales 10 fueron a nivel municipal y 2 a estatal con datos recopilados de fuentes oficiales.

SOC1: Porcentajes de viviendas sin electricidad

El acceso al sistema de electricidad en el sector residencial está reflejado en el indicador SOC1 (Ver Figura 4.1 y Tabla 4.17) de manera general tiene una tendencia descendente, sin embargo, en el periodo 2000-2005 en Baja California y los municipios de Mexicali, Tecate y Tijuana se presentó un incremento de hasta 42% en Tecate, esto debido a los altos precios de distribución de un punto a otro, ya que existe una gran dispersión de la población en el Estado y el Sistema de Electricidad se encuentra aislado del resto del país.

Tabla 4.17. Porcentajes de viviendas sin electricidad

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	2.83%	5.87%	1.54%	4.88%	5.31%	2.48%
2001	2.91%	5.59%	1.62%	4.81%	5.70%	2.62%
2002	2.98%	5.33%	1.70%	4.73%	6.11%	2.77%
2003	3.06%	5.08%	1.79%	4.66%	6.55%	2.92%
2004	3.14%	4.84%	1.88%	4.59%	7.03%	3.08%
2005	3.22%	4.61%	1.97%	4.52%	7.54%	3.25%
2006	2.75%	4.21%	1.76%	4.35%	6.43%	2.58%
2007	2.36%	3.85%	1.56%	4.19%	5.48%	2.05%
2008	2.02%	3.52%	1.39%	4.04%	4.68%	1.63%
2009	1.72%	3.22%	1.23%	3.89%	3.99%	1.29%
2010	1.48%	2.94%	1.10%	3.75%	3.40%	1.02%
2011	1.27%	2.54%	1.03%	2.89%	3.00%	0.84%
2012	1.10%	2.19%	0.96%	2.22%	2.65%	0.68%
2013	0.95%	1.89%	0.89%	1.71%	2.34%	0.56%
2014	0.82%	1.63%	0.84%	1.31%	2.06%	0.45%
2015	0.71%	1.41%	0.78%	1.01%	1.82%	0.37%

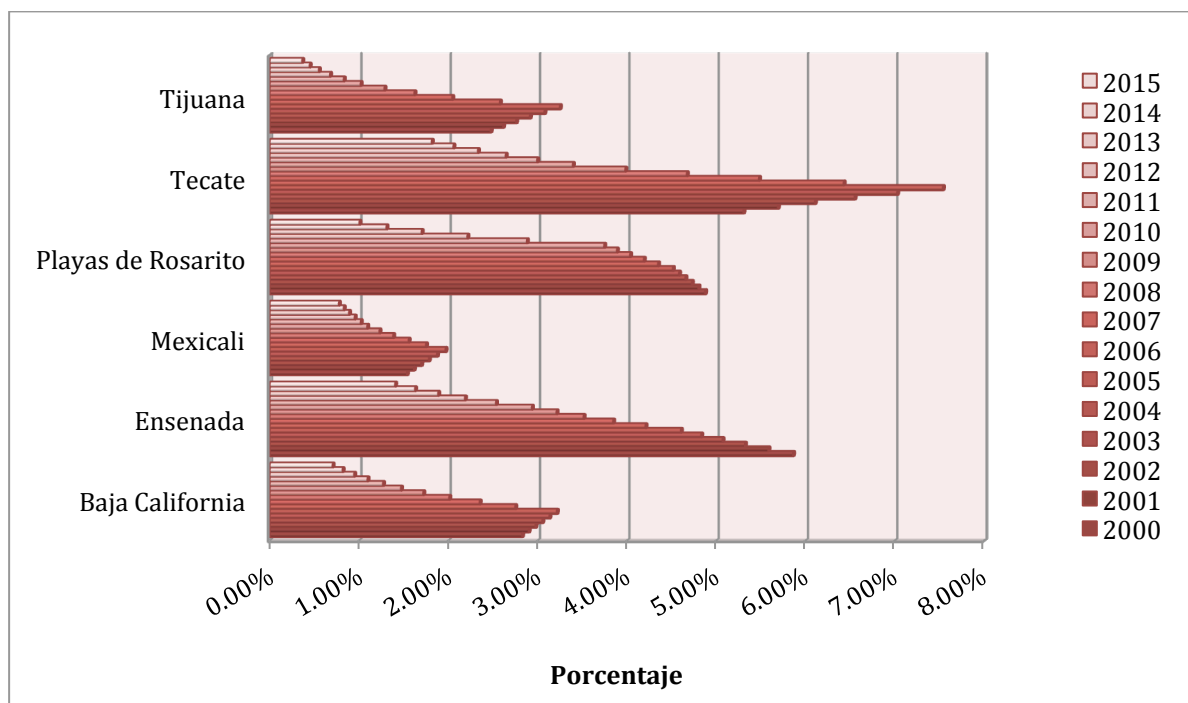


Figura 4.1. Porcentaje de viviendas sin electricidad.

ECO1. Uso de la energía per cápita

Se muestra un consumo estable en el Estado con una tasa de decrecimiento anual de 0.66 %. Resaltan los municipios de Playas de Rosarito y Tecate al aumentan su consumo significativamente a partir del año 2012. En Playas de Rosarito el consumo de 2011-2012 fue de 752 a 1,457 kWh per cápita y en Tecate 1,095 a 2,013 kWh como se ilustra en la Tabla 4.18 y Figura 4.2.

Tabla 4.18. Uso de la energía per cápita (kWh/habitante)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	3,024	1,880	4,958	1,075	1,217	2,371
2001	2,985	1,808	4,938	1,128	1,143	2,336
2002	2,865	1,816	4,746	1,041	1,079	2,222
2003	2,973	1,880	5,000	1,017	1,099	2,274
2004	3,012	1,926	4,980	1,015	1,131	2,357
2005	2,987	1,936	4,913	973	1,084	2,354
2006	3,133	2,032	5,204	967	1,159	2,446
2007	3,105	2,047	5,207	960	1,170	2,391
2008	3,096	1,932	5,266	884	1,180	2,381
2009	2,924	1,884	5,057	794	1,102	2,193
2010	2,830	1,776	4,787	735	1,097	2,204
2011	2,917	1,850	5,032	752	1,095	2,208
2012	3,001	1,916	5,178	1,457	2,013	2,169
2013	2,893	1,950	4,788	1,962	2,663	2,102
2014	2,982	2,058	4,847	1,986	2,714	2,211
2015	3,012	2,105	4,792	1,924	2,788	2,287

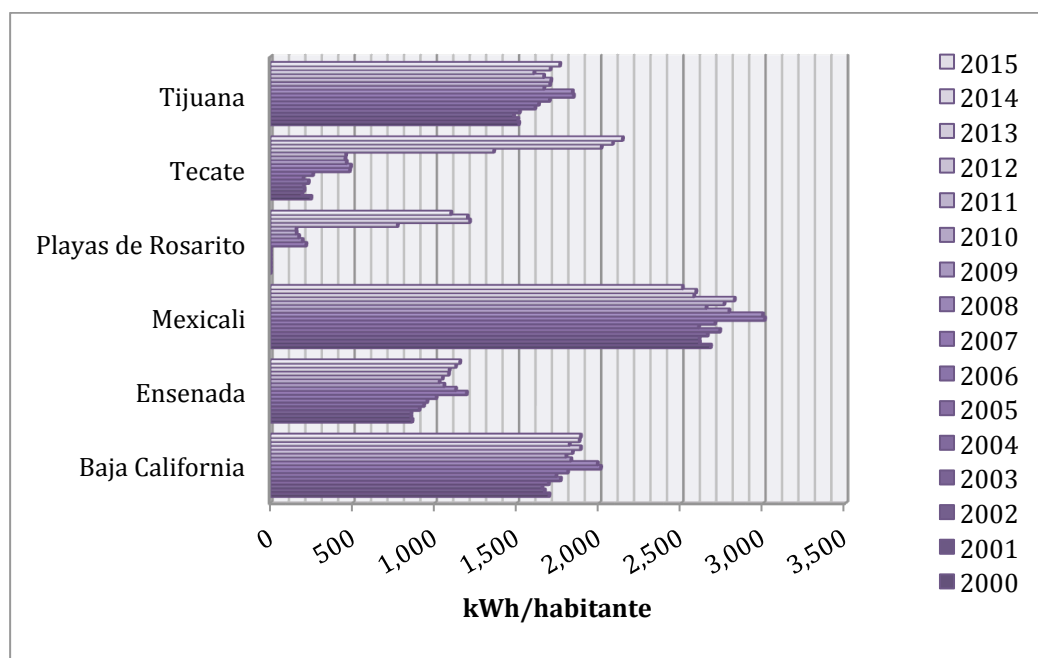


Figura 4.2. Uso de la energía per cápita (kWh/habitante)

ECO2: Consumo de electricidad por vivienda en el Sector Residencial (kWh/vivienda)

En el indicador ECO2, se observa que todos los municipios de Baja California a excepción de Mexicali, tienen una reducción en el consumo de electricidad por vivienda de 2000-2015 con un consumo promedio de 3,766 a 3,373 kWh (Ver Tabla 4.19 y Figura 4.3). En promedio, el número de habitantes por vivienda es de 3, en donde el consumo promedio de electricidad es de 3,373 kWh anuales, con un gasto de \$29.84 USD (de acuerdo con la tarifa 1F de 2015), equivalente a 6.7 salarios mínimos. Es decir, un trabajador que gana un Salario Mínimo diario paga el 23% de su sueldo sólo en el consumo de electricidad y además hay que considerar que del total de la población, sólo el 45% es población económicamente activa.

Tabla 4.19. Consumo de electricidad por vivienda en el Sector Residencial (kWh/vivienda)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	3,766	2,396	6,741	3,889	2,501	2,267
2001	3,771	2,152	7,269	3,516	2,511	2,180
2002	3,913	2,170	7,608	3,619	2,650	2,238
2003	3,546	2,052	6,854	3,404	2,431	2,018
2004	3,629	1,973	7,333	3,211	2,410	1,921
2005	3,621	1,949	6,981	3,072	2,415	2,036
2006	3,431	1,877	6,835	2,698	2,256	1,836
2007	3,616	1,946	7,380	2,720	2,317	1,848
2008	3,544	1,906	7,123	2,790	2,328	1,878
2009	3,558	1,862	7,278	2,594	2,318	1,840
2010	3,489	1,777	7,295	2,178	2,209	1,770
2011	3,378	1,759	7,160	2,050	2,086	1,670
2012	3,485	1,736	7,522	2,096	2,085	1,676
2013	3,328	1,737	7,052	2,066	2,023	1,660
2014	3,347	1,732	7,115	2,132	1,966	1,671
2015	3,373	1,731	7,122	2,258	2,032	1,715

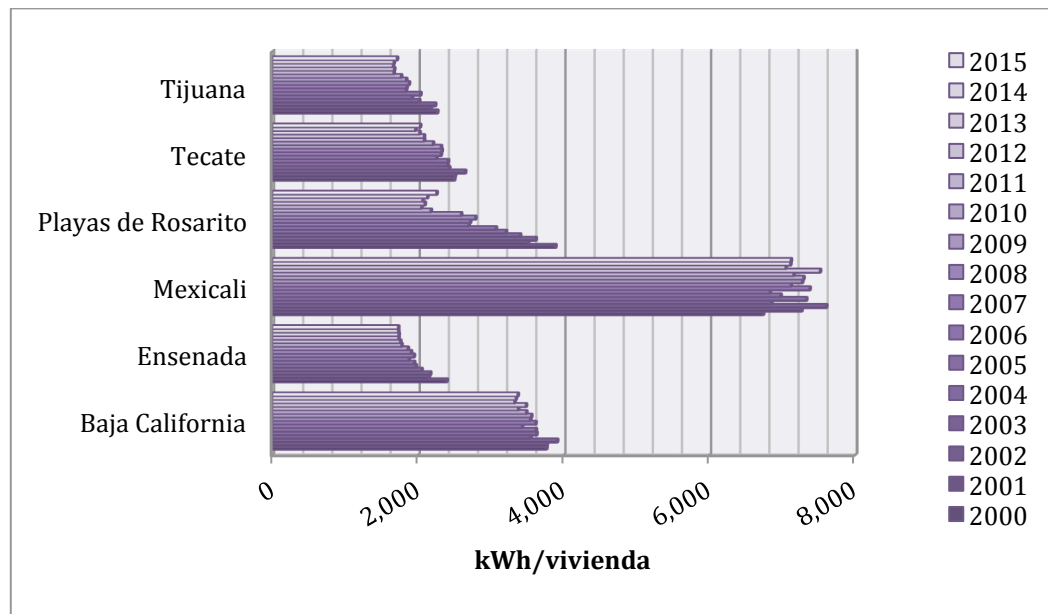


Figura 4.3. Consumo Sector Residencial por vivienda.

ECO3: Consumo en el Sector Residencial per cápita

El consumo de electricidad per cápita es definido por el indicador ECO3, el cual destaca que Baja California y Mexicali son los únicos que muestran una tendencia creciente en el periodo total. El 30% de los usuarios del Sistema Eléctrico de Baja California pertenece Mexicali, los cuales consumen el 50% de energía eléctrica del estado (Ver Tabla 4.20 y Figura 4.4).

Tabla 4.20. Porcentajes de viviendas sin electricidad

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	923	521	1,768	754	612	541
2001	965	531	1,875	779	645	558
2002	881	507	1,710	735	590	505
2003	908	492	1,853	696	584	482
2004	887	502	1,791	675	576	480
2005	909	503	1,873	677	571	477
2006	971	526	2,050	683	591	488
2007	964	518	2,006	701	598	504
2008	980	510	2,078	652	600	501
2009	964	488	2,077	595	563	484
2010	911	476	1,950	557	556	460
2011	943	494	2,048	574	554	460
2012	984	493	2,168	594	567	467
2013	950	499	2,049	592	562	469
2014	967	504	2,084	619	559	478
2015	984	509	2,102	649	591	496

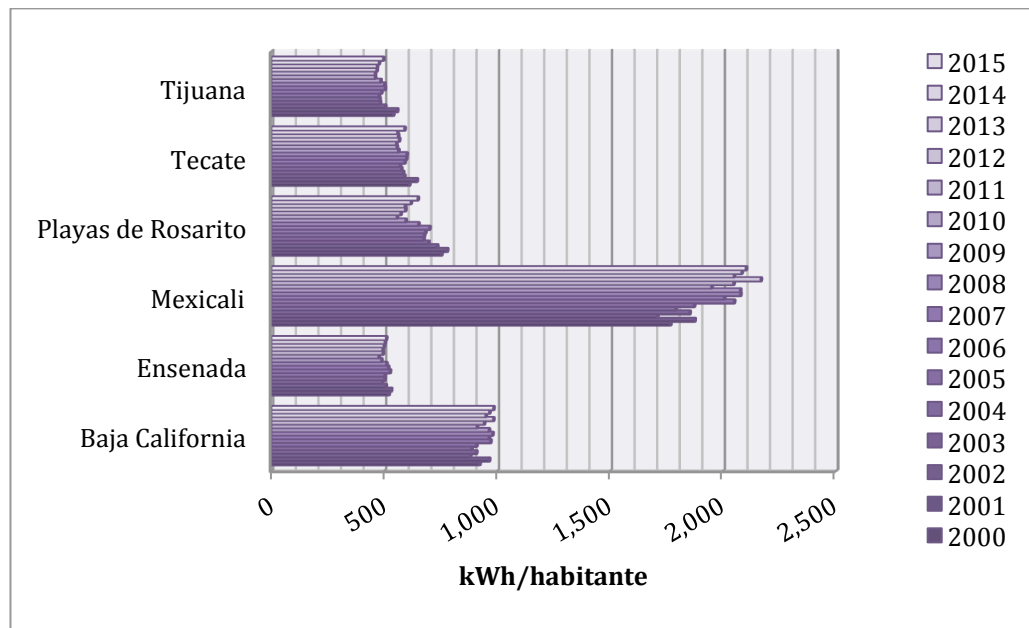


Figura 4.4. Consumo Sector Residencial.

ECO4: Consumo de electricidad en el Sector Industrial per cápita

El consumo de electricidad en el sector residencial per cápita es representado por el indicador ECO4, el cual tiene un comportamiento creciente con un tasa de crecimiento anual de 1.1%. En el caso de las ciudades de Tecate y Rosarito a partir del 2012 se observa un aumento importante del 42% y 57% respectivamente y esto se debió a la gran inversión en sector Industrial en Tecate y Rosarito (Ver Tabla 4.21 y Figura 4.5) .

Tabla 4.21. Consumo Sector Industrial (Kilowatts-hora/habitante).

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	1,695	862	2,678	0	247	1,511
2001	1,667	855	2,610	0	192	1,506
2002	1,653	856	2,609	0	206	1,479
2003	1,692	906	2,659	0	202	1,516
2004	1,765	933	2,734	0	231	1,610
2005	1,738	953	2,605	0	199	1,632
2006	1,809	1,009	2,705	0	258	1,698
2007	2,009	1,193	3,007	216	482	1,844
2008	1,989	1,127	2,994	194	488	1,837
2009	1,828	1,056	2,790	172	462	1,664
2010	1,798	1,027	2,651	157	454	1,700
2011	1,838	1,047	2,760	156	458	1,706
2012	1,887	1,084	2,822	773	1,359	1,663
2013	1,818	1,088	2,576	1,212	2,013	1,603
2014	1,879	1,127	2,588	1,198	2,082	1,703
2015	1,886	1,152	2,507	1,098	2,142	1,761

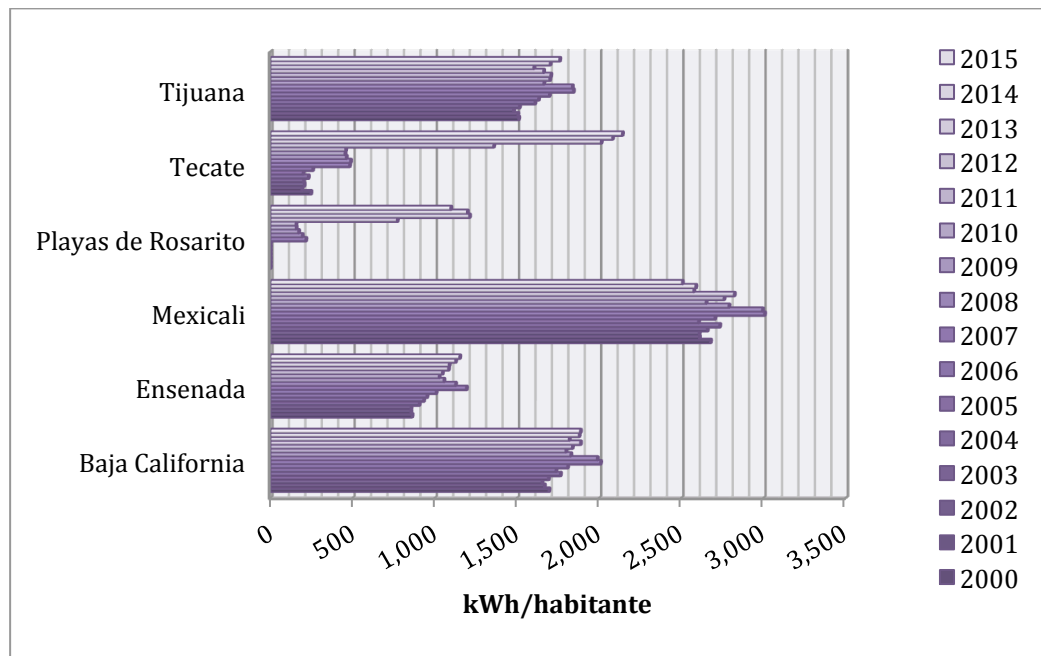


Figura 4.5. Consumo Sector Industrial.

ECO5. Producto Interno Bruto per cápita

El ECO5 a nivel estatal tiene un tasa de crecimiento anual 1.64% por lo que su crecimiento es estable, sin embargo a nivel municipal los municipios de Playas de Rosarito y Tecate su aumento es de 4.16% y 4.01% respectivamente, esto es mas notorio en estos municipios por su pequeña población en ambos municipios y por su crecimiento industrial de los últimos años (Ver Tabla 4.21. y Figura 4.6)

Tabla 4.22. Producto Interno Bruto per cápita (Precios corrientes) (USD/habitante).

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	7,689.61	4,688.70	9,164.85	3,095.85	7,734.02	7,914.62
2001	7,685.27	4,500.25	9,374.91	3,215.07	7,438.85	7,843.08
2002	7,437.37	4,180.94	9,282.44	3,231.86	6,925.63	7,523.10
2003	8,340.74	4,499.73	10,647.12	3,763.49	7,469.43	8,359.53
2004	8,761.74	4,625.84	11,357.76	4,117.54	8,082.86	8,683.08
2005	9,621.86	4,957.03	12,633.62	4,713.55	9,166.01	9,446.18
2006	10,557.05	5,270.67	14,044.76	5,265.31	10,406.69	10,293.76
2007	10,906.31	5,275.83	14,698.76	5,537.08	11,123.07	10,560.20
2008	10,984.26	5,147.55	14,994.53	5,675.75	11,588.37	10,559.80
2009	8,567.98	4,145.30	11,367.46	4,335.58	9,287.01	8,401.20
2010	9,295.13	4,646.39	11,962.47	4,669.19	10,343.28	9,285.35
2011	10,005.67	5,184.63	12,451.52	5,022.73	11,509.52	10,169.87
2012	10,105.27	5,424.27	12,151.91	5,065.93	12,008.17	10,443.68
2013	10,509.56	5,839.98	12,204.34	5,258.06	12,892.70	11,036.69
2014	10,397.36	ND	ND	ND	ND	ND
2015	9,818.25	ND	ND	ND	ND	ND

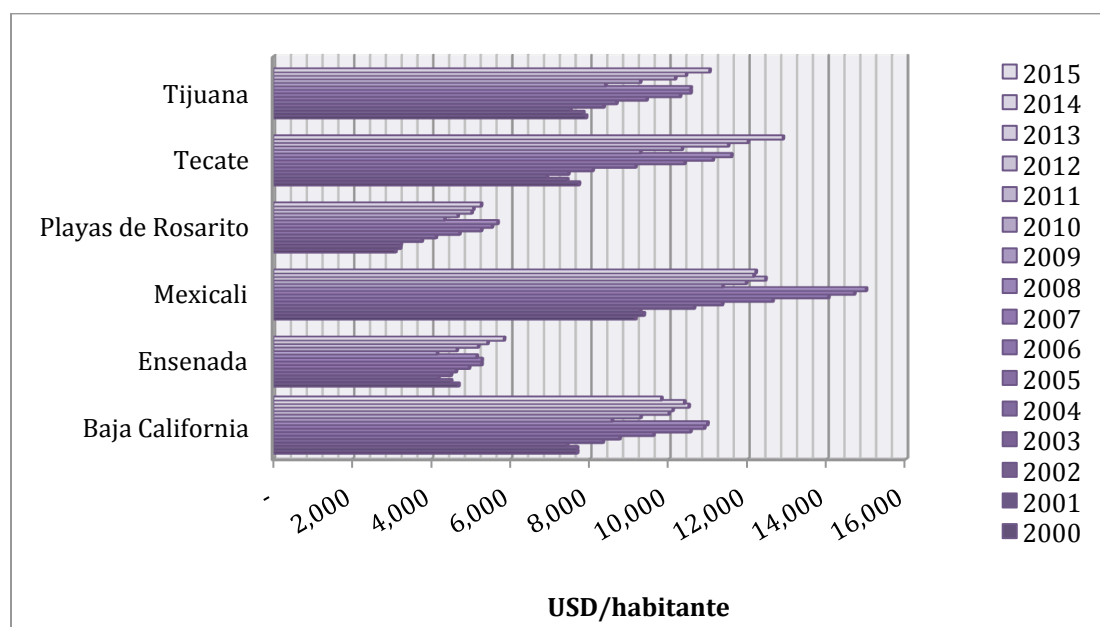


Figura 4.6. Producto Interno Bruto per cápita.

ECO6. Uso de la energía por unidad del PIB

Estatalmente el ECO6 en el periodo 2000-2015 solo tienen un decrecimiento anual de 1.64% por lo que no es muy significativo. Mexicali y Tijuana son los municipios que presentan mayor decrecimiento con 2.44% y 3.42% respectivamente, estos municipios son los que tienen un mayor sector industrial pero también son los mas poblados (Ver Tabla 4.22 y Figura 4.7).

Tabla 4.23. Uso de la energía por unidad del PIB (Kilowatts-hora/ USD).

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	0.393	0.401	0.541	0.347	0.157	0.300
2001	0.388	0.402	0.527	0.351	0.154	0.298
2002	0.385	0.434	0.511	0.322	0.156	0.295
2003	0.356	0.418	0.470	0.270	0.147	0.272
2004	0.344	0.416	0.438	0.247	0.140	0.271
2005	0.310	0.391	0.389	0.206	0.118	0.249
2006	0.297	0.385	0.371	0.184	0.111	0.238
2007	0.285	0.388	0.354	0.173	0.105	0.226
2008	0.282	0.375	0.351	0.156	0.102	0.225
2009	0.341	0.455	0.445	0.183	0.119	0.261
2010	0.304	0.382	0.400	0.157	0.106	0.237
2011	0.292	0.357	0.404	0.150	0.095	0.217
2012	0.297	0.353	0.426	0.288	0.168	0.208
2013	0.275	0.334	0.392	0.373	0.207	0.190
2014	0.287	ND	ND	ND	ND	ND
2015	0.307	ND	ND	ND	ND	ND

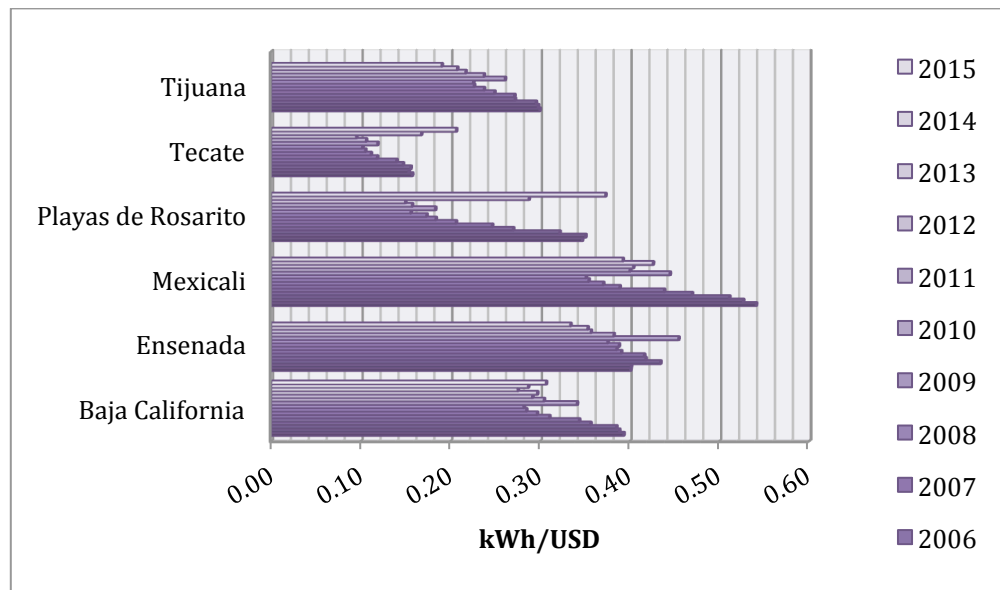


Figura 4.7. Uso de energía por unidad de PIB.

ECO7. Consumo anual de diesel en el sector transporte

El consumo de diesel per cápita estatal en Baja California presenta un decrecimiento muy pequeño de 0.49%, los demás municipios presentan un crecimiento alrededor del 1% anual, a excepción del municipio de Tecate que presenta un aumento de 4.02%, esto pudiera ser debido a su punto geográfico ya que queda en la parte media de las dos zonas de mayor afluencia de transporte de carga: Mexicali y Tijuana (Ver Tabla 4.23 y Figura 4.8).

Tabla 4.24. Consumo anual de diesel en el sector transporte (Litros/habitante)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	107.21	30.60	207.28	42.54	33.77	75.57
2001	110.69	32.76	208.09	40.01	38.39	81.70
2002	119.77	30.20	217.64	43.12	47.40	94.61
2003	166.49	54.22	285.59	66.27	77.01	137.64
2004	144.73	54.76	235.68	65.69	78.67	124.17
2005	148.23	66.46	239.36	69.62	76.64	125.61
2006	152.71	67.36	245.84	73.51	77.76	130.51
2007	159.39	69.10	254.15	77.90	79.11	138.49
2008	167.59	69.84	260.72	78.86	80.66	151.09
2009	169.10	69.00	256.89	76.85	79.86	157.27
2010	88.05	32.10	133.48	48.03	49.61	82.33
2011	90.94	32.91	136.69	49.08	51.03	85.79
2012	95.96	36.96	153.10	46.80	54.29	84.74
2013	99.34	39.80	157.54	48.28	57.48	87.69
2014	99.52	40.10	155.36	48.78	59.00	89.10
2015	99.55	39.88	152.42	49.21	60.99	90.78

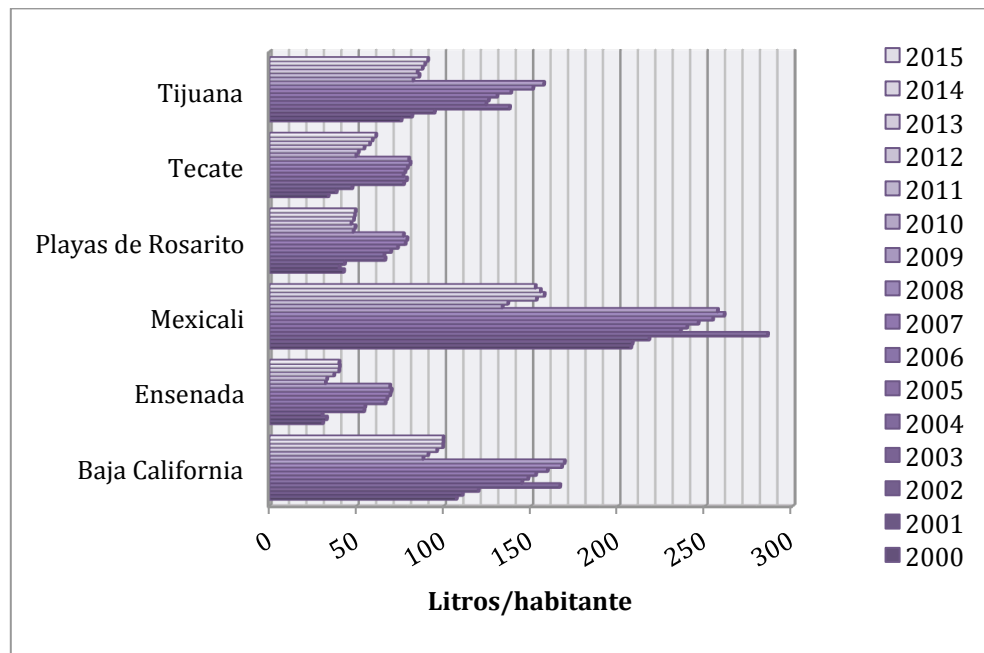


Figura 4.8. Consumo anual de diesel en el sector transporte.

ECO8. Consumo anual de gasolina en el sector transporte (Litros/habitante)

A nivel estatal el aumento de consumo de gasolina es estable, al igual que los municipios de Mexicali y Ensenada. El mayor consumidor per cápita es el municipio de Playas de Rosarito con una tasa anual de 2.7%, esto puede ser a que indicador se vea afectado por su poca población, que cualquier aumento en el consumo sea muy representativo (Ver Tabla 4.24 y Figura 4.9).

Tabla 4.25. Consumo anual de gasolina en el sector transporte (Litros/habitante)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	616.74	216.33	965.50	228.75	291.81	560.31
2001	684.22	245.35	1027.34	274.13	306.25	648.28
2002	749.41	260.29	1111.40	310.99	336.62	721.19
2003	956.48	340.00	1412.07	436.51	497.78	916.33
2004	805.09	310.22	1181.34	414.97	435.71	765.65
2005	865.94	330.80	1228.55	445.61	452.03	851.32
2006	909.94	342.52	1272.68	463.96	464.15	909.96
2007	943.72	352.57	1317.06	470.08	476.17	949.16
2008	982.24	359.56	1351.16	467.87	486.96	1005.77
2009	989.57	357.53	1342.33	455.64	480.61	1029.73
2010	571.58	196.65	728.97	295.71	311.72	622.14
2011	585.25	200.00	745.22	301.88	321.09	637.71
2012	638.80	225.31	830.09	319.41	348.78	684.25
2013	664.71	234.41	861.99	331.00	361.07	712.89
2014	672.14	233.63	862.59	338.48	362.28	726.86

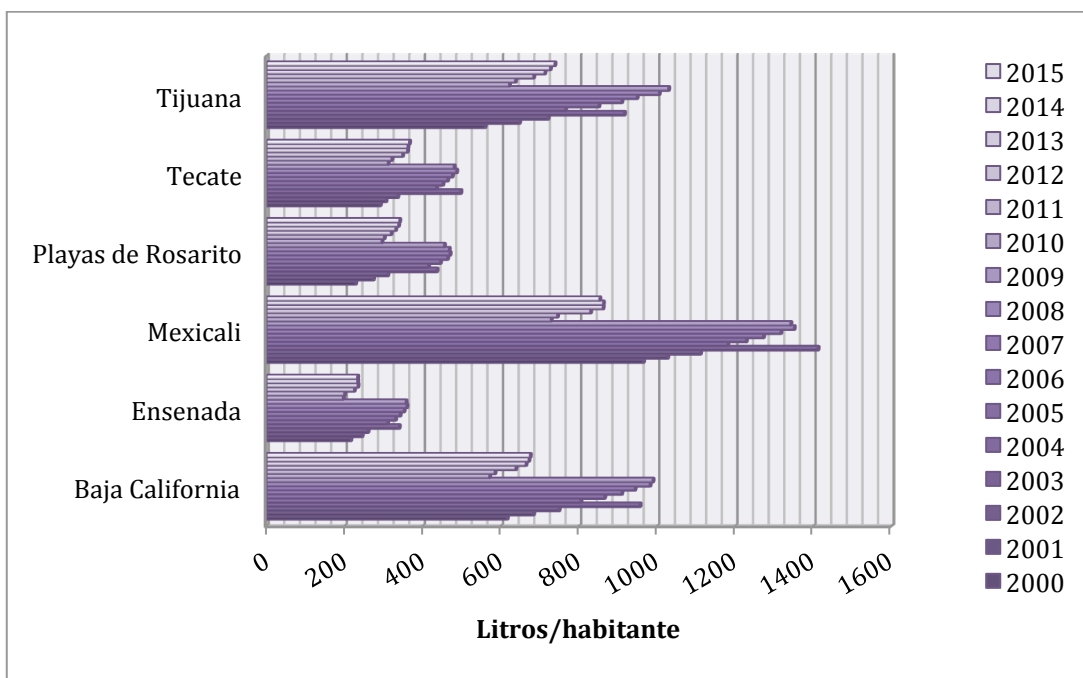


Figura 4.9. Consumo de gasolina en el sector transporte.

ENV1. Emisiones de CO₂ en base al consumo energético total en Baja California

El indicador ENV1 no se muestra afectado en el periodo 2000-2015, al pasar de 6,252.63 a 6,835.35 kg de CO₂ per cápita y una tasa de 0.60% anual (Ver Tabla 4.25 y Figura 4.10).

Tabla 4.26. Emisiones de CO₂ en base al consumo energético total en Baja California (kg de CO₂/cápita)

Año	Baja California
2000	6,252.63
2001	6,270.46
2002	5,789.52
2003	6,318.96
2004	6,695.28
2005	6,997.53
2006	7,398.55
2007	7,227.41
2008	7,470.53
2009	6,780.41
2010	6,471.01
2011	6,691.38
2012	7,020.35
2013	6,701.18
2014	6,767.73
2015	6,835.45

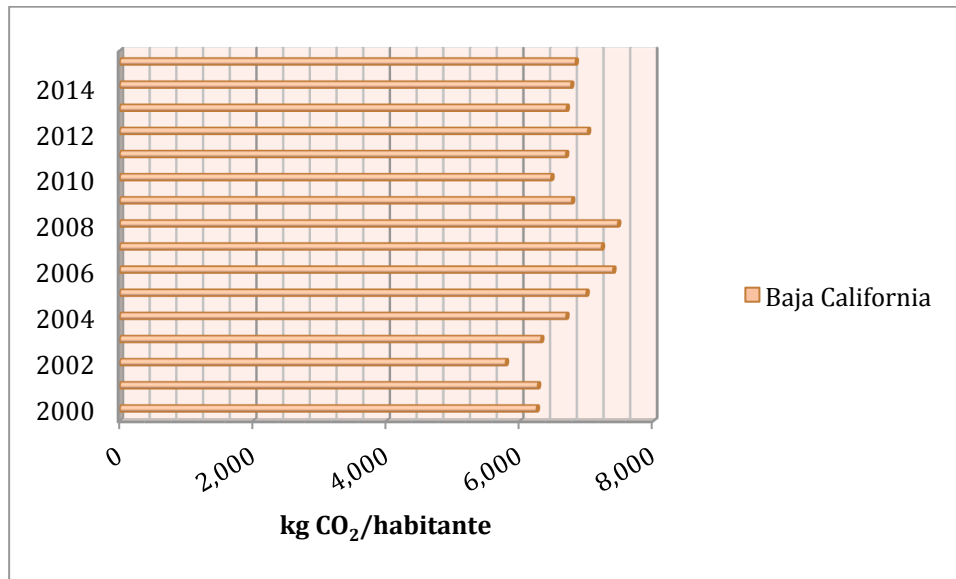


Figura 4.10. Emisiones de CO₂ en base al consumo energético total en Baja California (kg de CO₂/cápita).

ENV2.Emisiones de CO₂ en base al consumo total de electricidad (kgCO₂/cápita)

El indicador ENV2 a nivel estatal y municipal presenta un crecimiento cercano al 2%, a excepción de los municipios de Playas de Rosarito y Tecate en los cuales su crecimiento fue de 6.93% y 7.63% anual , su consumo de electricidad de los últimos años incremento exponencialmente a partir del año 2012 por su desarrollo industrial (Ver Tabla 4.26 y Figura 4.11)

Tabla 4.27. Emisiones de CO₂ en base al consumo total de electricidad (kgCO₂/cápita)

Año	Baja California	Ensenada	Mexicali	Playas de Rosarito	Tecate	Tijuana
2000	2,125.34	1,321.45	3,484.60	755.23	855.63	1,666.47
2001	2,098.06	1,270.39	3,470.03	792.59	803.05	1,641.86
2002	2,013.18	1,276.39	3,335.39	731.28	757.98	1,561.89
2003	2,089.06	1,321.47	3,513.60	714.50	772.35	1,597.87
2004	2,116.58	1,353.22	3,499.93	713.56	794.81	1,656.54
2005	2,099.17	1,360.89	3,452.68	683.52	761.80	1,654.16
2006	2,201.52	1,427.84	3,657.10	679.74	814.84	1,718.73
2007	2,182.33	1,438.92	3,659.30	674.97	821.90	1,680.32
2008	2,175.56	1,357.98	3,700.73	621.34	829.14	1,673.41
2009	2,055.08	1,324.19	3,553.80	558.07	774.62	1,540.84
2010	1,988.75	1,248.19	3,364.00	516.32	770.90	1,548.88
2011	2,049.77	1,300.06	3,536.21	528.37	769.81	1,551.48
2012	2,108.81	1,346.21	3,638.83	1,023.80	1,414.62	1,524.03
2013	2,032.96	1,370.74	3,365.15	1,378.56	1,871.40	1,477.29
2014	2,095.97	1,446.22	3,406.18	1,395.78	1,907.11	1,553.49
2015	2,116.81	1,479.62	3,367.56	1,351.89	1,959.66	1,607.49

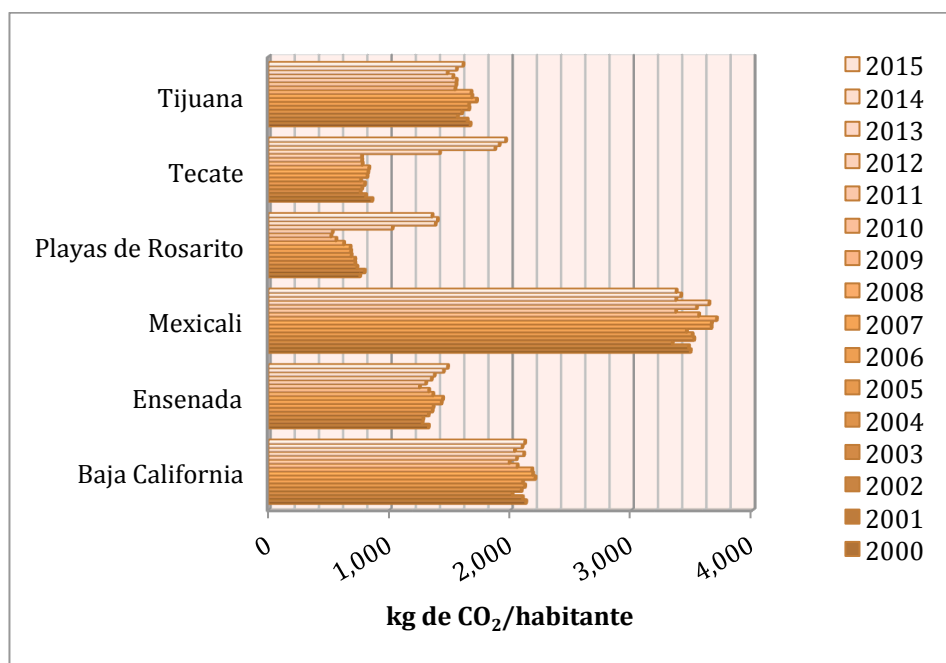


Figura 4.11. Emisiones de CO₂ en base al consumo total de electricidad (kgCO₂/cápita).

ENV3. Emisiones de CO₂ del sector transporte (kg/cápita)

El indicador ENV3 en el periodo 2000-2015 se mantiene estable con una tasa de crecimiento anual de 0.14%, al pasar de 2174.7 a 3,077.2 kg de CO₂ per cápita (Ver Tabla 4.27 y Figura 4.12)

Tabla 4.28. Emisiones de CO₂ del sector transporte (kg/cápita)

Año	Baja California
2000	2,174.7
2001	2,348.2
2002	2,530.5
2003	3,191.7
2004	2,722.4
2005	2,888.4
2006	2,989.8
2007	3,077.2
2008	3,181.8
2009	3,178.8
2010	1,889.7
2011	1,922.3
2012	2,080.2
2013	2,167.7
2014	2,195.1
2015	2,219.6

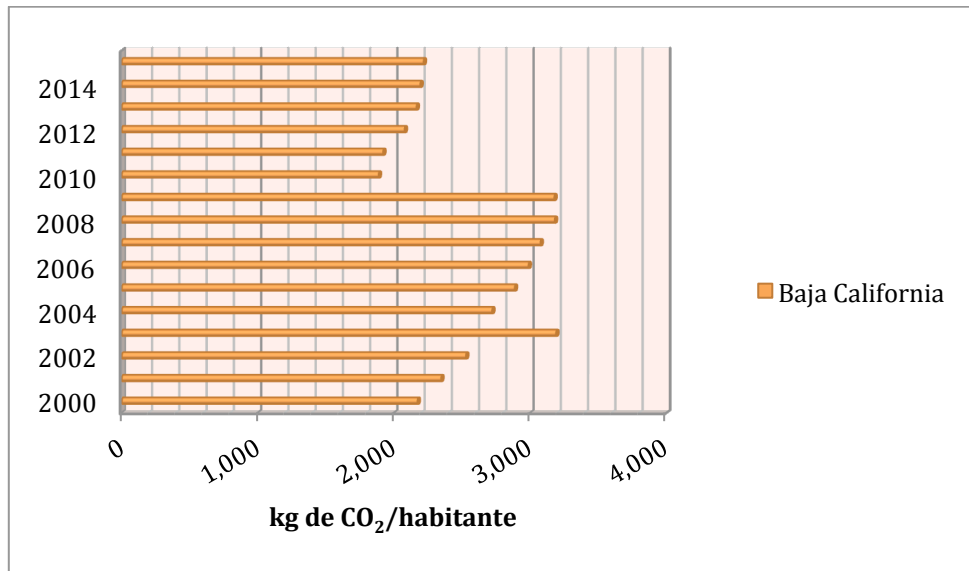


Figura 4.12. Emisiones de CO₂ del sector transporte.

4.3 Plataforma de SIEBC

Se programo un plataforma para el SIEBC, la cual permite registrar tablas nuevas mediante archivos de Excel, para su posterior consulta reflejadas mediante tablas y gráficas, y están a su vez quedan en una base de datos.

El sistema esta basado en web y se puede acceder a través de un navegador de internet, cuando se abre la aplicación, el sistema despliega la siguiente ventana (Figura 4.13):

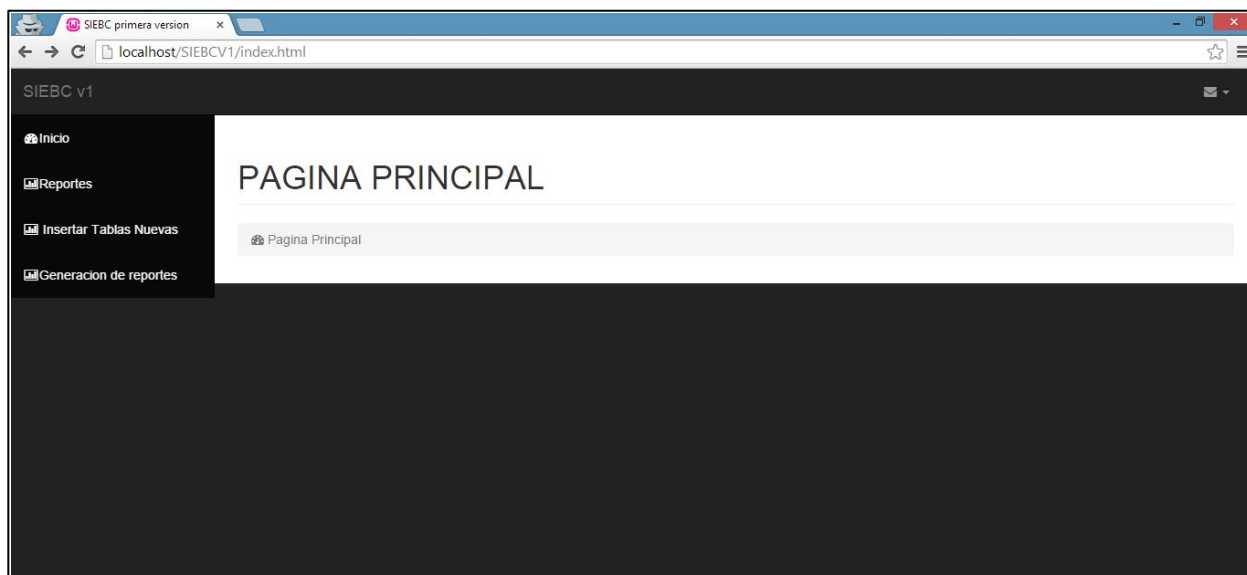


Figura 4.13. Página de inicio del SIEBC.

En la parte de la izquierda de la pagina se programaron 4 opciones:

- **Inicio:** Permite regresar a la página principal
- **Reportes:** Permite seleccionar un reporte para su consulta
- **Insertar tablas nuevas:** Permite ingresar un archivo .csv y darle nombre a la tabla.
- **Generar Reportes:** Realiza tablas de información cruzada entre 2 conjuntos de datos (Ver Figura 4.14).

Figura 4.14. Menú para consulta de reportes.

Una vez que se selecciona un reporte el sistema va a la siguiente pantalla (Ver Figura 4.15 y Tabla 4.29):

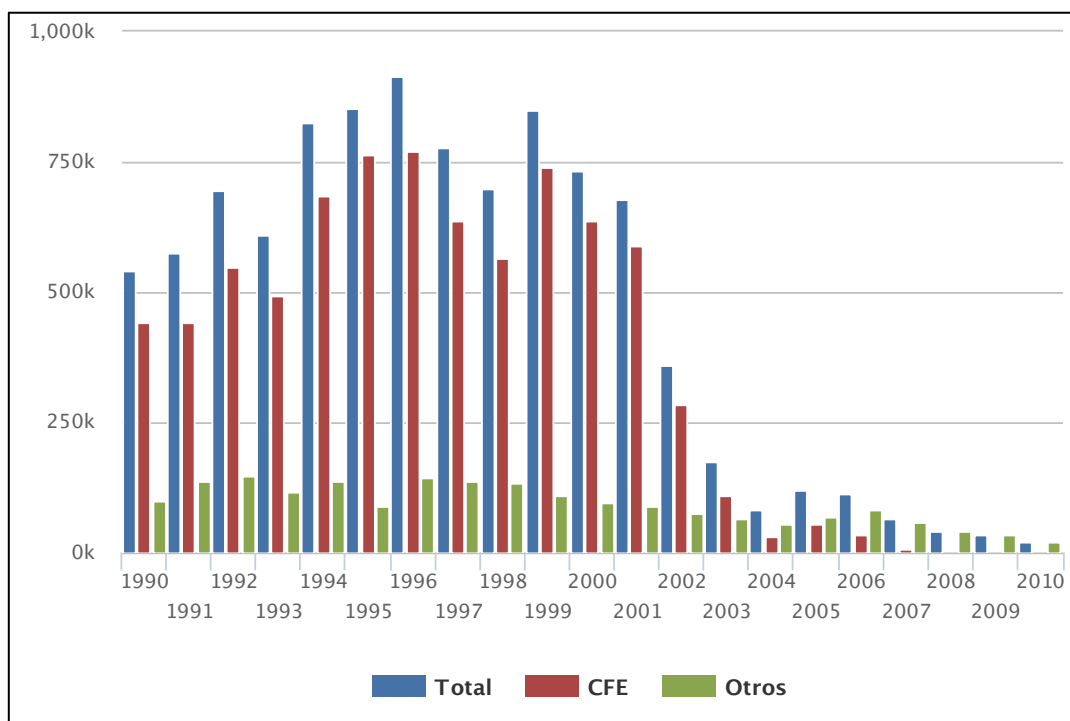


Figura 4.15. Generación de electricidad.

Tabla 4.29. Generación de electricidad

Año	Total	CFE	Otros
1990	539,630	440,507	99,123
1991	577,020	440,507	136,513
1992	695,670	548,423	147,247
1993	609,163	493,422	115,741
1994	823,992	685,487	138,505
1995	852,836	762,211	90,625

En este caso se seleccionó la tabla de *Generación de electricidad*, y el sistema generó la información de manera tabular y en gráfica de barras, la cual se puede guardar como archivo pdf.

Cuando se elige la opción de insertar tablas nuevas, el sistema muestra la siguiente pantalla (Figura 4.16):

Importar archivo CSV

Seleccione archivo: Ningún archivo seleccionado

Nombre de la tabla

campo1

campo2

campo3

campo4

campo5

campo6

campo7

Figura 4.16. Menú para insertar tablas.

En este menú se elige un archivo de formato .csv (los datos deben estar separados por comas en el archivo, para esto Excel tiene la opción de exportar los archivos en este formato), y posteriormente se asigna nombre a la nueva tabla, y a cada uno de los campos, con esto se ha creado una nueva tabla.

La última opción la de generar reportes muestra (4.17):

Generacion de Reportes, Seleccione las tablas

Tabla 1: - Seleccione una tabla - ▼

Seleccione Municipio: -Municipio de BC ▼

Nombre de la nueva tabla

Generar Tabla

Volver a la pagina principal

Figura 4.17. Menú para generación de reportes.

En esta pantalla se pueden elaborar tablas de información cruzada para obtener consumos per cápita entre un energético y un municipio, y a esta nueva tabla se le asigna un nombre, una vez generado el reporte, este puede ser consultado mediante la primer opción en la página principal del sistema. Una vez que se selecciona un reporte el sistema genera la siguiente pantalla (Ver Figura 4.18).

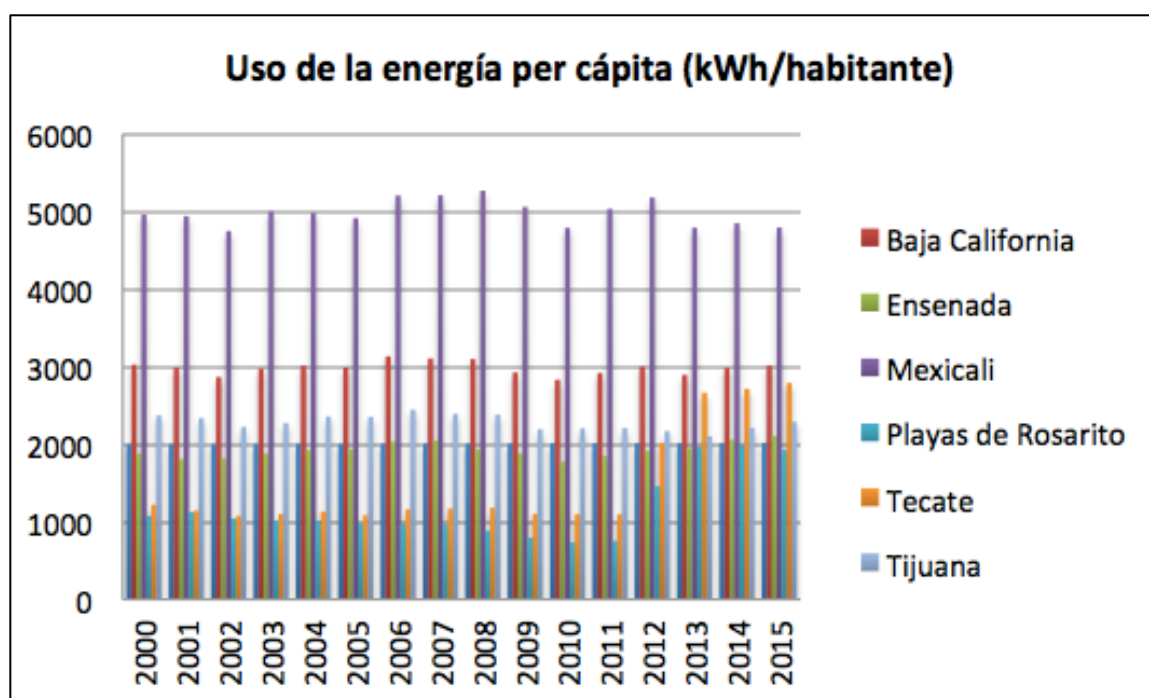


Figura 4.18. Reporte solicitado.

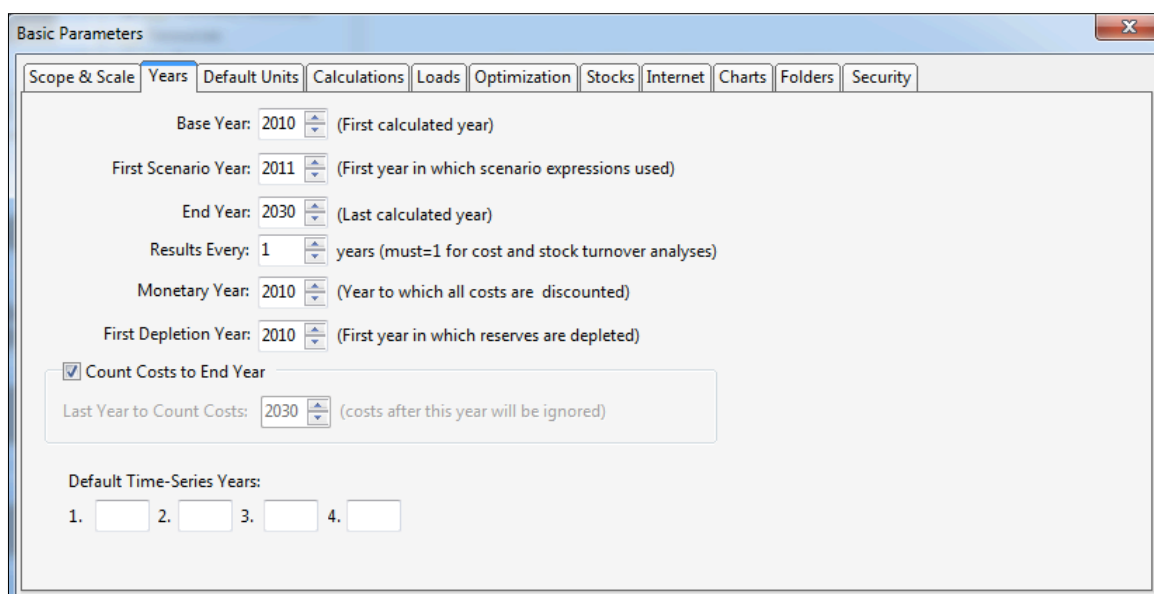
4.4 Análisis de información energética utilizando LEAP

En el análisis de datos se utilizó el software “LEAP: Long-range Energy Alternatives Planning System”. LEAP permitió especificar las características de cada una de las tecnologías utilizadas en el proceso de generación de energía.

El software te permite alimentarlo de información y reflejar sus resultados a través de un menú del lado izquierdo de la pantalla, el cual se compone de 7 secciones: *Analysis*, *Results*, *Energy Balance*, *Summaries*, *Overview*, *Technology Database* y *Notes*.

El submenú Analysis es la parte principal de alimentación del software, se compone de una estructura en forma de árbol que consta de 5 carpetas principales: *Key Assumptions*, *Demand*, *Transformation*, *Resources* y *Non Energy*.

Se inició un nuevo documento llamado BC, en el que se alimentó de información del estado de Baja California. En el menú superior: General, Basic Parameters >> Years, se indicó que la información alimentada es del año 2010, y el primer año del escenario sería 2011 y el último año 2030 (Ver Figura 4.19).



The screenshot shows the 'Basic Parameters' dialog box with the 'Years' tab selected. The parameters are as follows:

- Base Year: 2010 (First calculated year)
- First Scenario Year: 2011 (First year in which scenario expressions used)
- End Year: 2030 (Last calculated year)
- Results Every: 1 years (must=1 for cost and stock turnover analyses)
- Monetary Year: 2010 (Year to which all costs are discounted)
- First Depletion Year: 2010 (First year in which reserves are depleted)
- ☒ Count Costs to End Year
- Last Year to Count Costs: 2030 (costs after this year will be ignored)
- Default Time-Series Years: 1. [] 2. [] 3. [] 4. []

Figura 4.19. Parámetros básicos del documento LEAP.

En la carpeta *Key Assumptions*, se alimentó las siguientes variables: PIB, Tasa de crecimiento, viviendas, superficie territorial, tamaño de viviendas y población, como se muestra en las figuras 4.20 y 4.21.

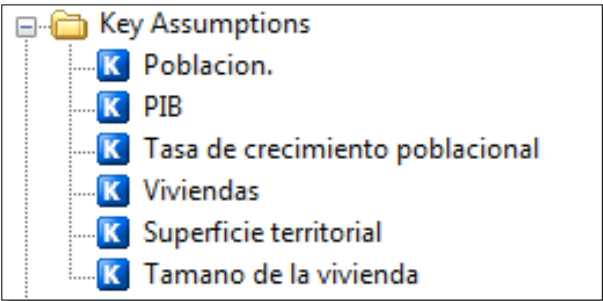


Figura 4.20. Definición de los parámetros básicos del documento LEAP.

Branch	2010 Value	Expression	Scale	Units
► PIB	242,700.00	242700	Million	pesos
Tasa de crecimiento	2.70	2.7	Percent	anual
Viviendas	959,356.00	959356		viviendas
Superficie territorial	71,445.00	71445		kilometros cuadrado
Tamano de la vivien	3.62	3.62		personas
Poblacion.	3,155,070.00	3155070		personas

Figura 4.21. Definición de las variables de referencia.

En la carpeta *Demand*, se agregaron 5 carpetas para los sectores económicos: Sector domestico, Sector industrial, Servicios públicos, Sector agrícola y Sector transporte (Ver Figura 4.22).

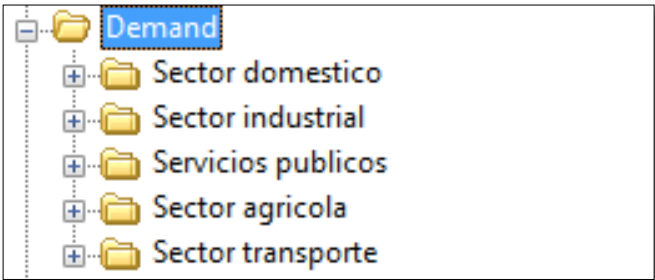


Figura 4.22. Alta de los Sectores Económicos en la carpeta Demand.

En cada subcarpeta se colocó las fuentes de energía utilizadas, para el Sector domestico: Gas LP y Electricidad, Sector Industrial: Diesel y Electricidad, Servicios públicos: Electricidad, Sector agrícola: Electricidad.

El Sector transporte se divide primeramente en el tipo de transporte y posteriormente en el tipo de combustible: Transporte de carretera: Automóviles: Gasolina, Autobuses: Diesel y Gasolina, Motocicletas: Gasolina, Carga: Gasolina y Diesel, Transporte ferroviario: Diesel, Transporte marítimo: Diesel y Transporte aéreo: Turbosina.

La tercera carpeta es la de *Transformation*, la cual se divide en dos subcarpetas la primera es Transmisión y Distribución y la segunda subcarpeta se llama Centrales eléctricas. Los procesos de transmisión y distribución se realizan con fuentes de energía como la electricidad y el gas natural. Las Centrales eléctricas en Baja California tienen como fuente de salida la electricidad y los procesos para su generación comprenden energía eólica, geotermia, ciclo combinado, turbogas y termoeléctrica convencional como se muestra en la Figura 4.23.

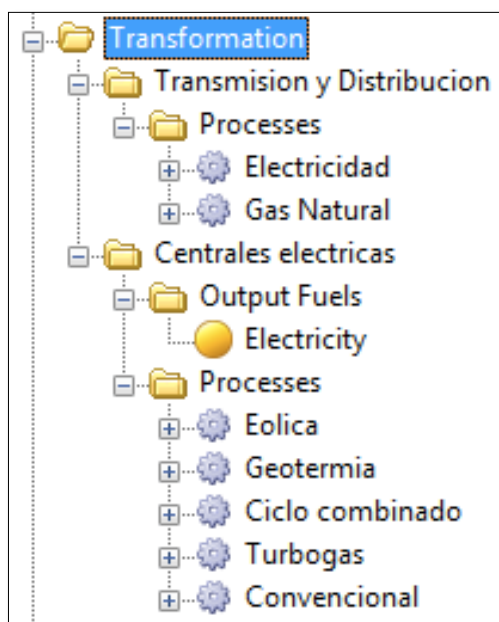


Figura 4.23. Alta de los procesos utilizados en la generación de energía eléctrica.

La carpeta del árbol principal llamada *Resources*, se refiere a las reservas probadas del estado y a los flujos de energía del mismo. Se ingreso a la carpeta de fuentes primarias: Geotérmica, Gas Natural y Eólica, y para fuente secundarias: Electricidad, Turbosina (Jet Kerosene), Gas licuado de petróleo (LPG), Diesel y Gasolina.

En el menú superior *Scenarios*, se dio de alta un nuevo escenario llamado REF, en el cual se ingresaran tasas de crecimiento como se ilustra en la Figura 4.24.

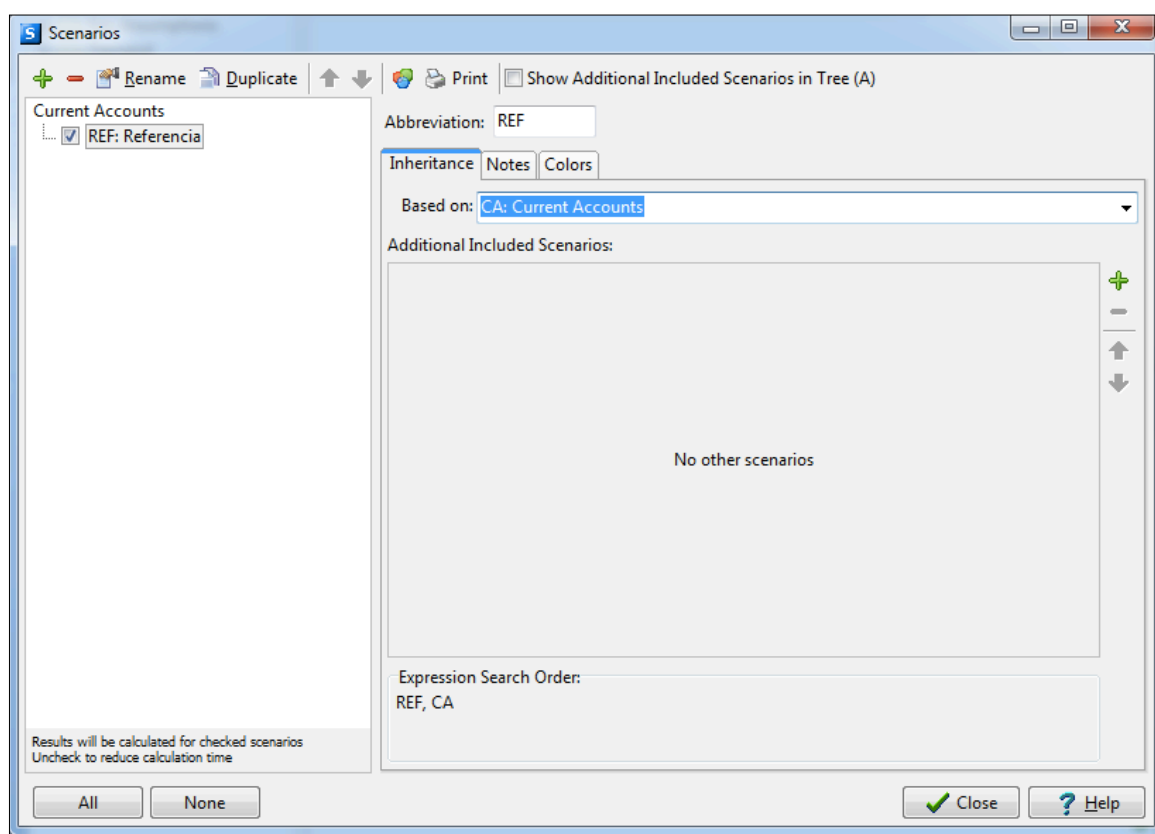


Figura 4.24. Definición de un escenario de referencia.

De acuerdo a los indicadores energéticos calculados se estimaron las siguientes tasas de crecimiento para el consumo de los sectores económicos. Se anexa las tablas de los indicadores utilizados para las tasas de crecimiento (Ver Figura 4.25- 4.27).

Activity Level: A measure of the social or economic activity for which energy is consumed. [Default="0"]

Branch	2010 Value	Expression	Scale	Units
Sector domestico	963,221.00	Growth(3.28%)		Household
Sector industrial	13,347.00	Growth(1.67%)		Building
Servicios publicos	3,396.00	Growth(0.06%)		Building
Sector agricola	2,473.00	Growth(0.36%)		Building
► Sector transporte	100.00	100	E Percent	Saturation

Figura 4.25. Definición de las tasas de crecimiento para cada Sector Económico.

Branch	2010 Value	Expression	Scale	Units
Sector transporte	100.00	100	Percent	Saturation
► Transporte de carretera	1,512,800.00	Growth(2.7%)	E	Vehicle
Transporte ferroviario	9,278,640.00	Growth(5.82%)		U.S. Dollar
Transporte Maritimo	19,977.00	Growth(4.83%)	Thousand	Metric Tonne
Transporte aereo	4,132,280.00	Growth(3.22%)		Person

Figura 4.26. Definición de las tasas de crecimiento para el Sector Transporte.

Branch	2010 Value	Expression	Scale	Units	Per
Sector transporte	100.00	100	Percent	Saturation	
► Transporte de carretera	1,512,800.00	Growth(2.7%)		Vehicle	...
Automoviles	73.29	73.29	Percent	Share	of Vehicles
Autobuses	0.83	0.83	Percent	Share	of Vehicles
Motocicletas	0.69	0.69	Percent	Share	of Vehicles
Carga	25.19	25.19	Percent	Share	of Vehicles

Figura 4.27. Definición de las tasas de crecimiento para el Transporte de carretera.

En la carpeta de transmisión y distribución se reporto que en 2010 hubieron pérdidas de 7.82% y en electricidad y 2% en gas natural, como se muestra en la Figura 4.28.

Losses: Energy losses (%) [Default="0"]

Branch	Output Fuel	2010 Value	Expression
► Electricidad	Electricity	7.82	7.82
Gas Natural	Natural Gas	2.00	2

Figura 4.28. Definición de los porcentajes de energía perdida en los procesos de transmisión y distribución de electricidad.

Para terminar de construir el escenario base, se definieron los siguientes parámetros:

- La intensidad energética del Gas LP por vivienda fue de 0.6185 m^3 por vivienda en 2010.
- La intensidad energética del consumo de electricidad es de 3 MWh por vivienda.
- En el sector industrial la intensidad energética del Diesel fue de 7.0274 m^3 por unidad industrial.
- En el sector industrial la intensidad energética en el consumo de electricidad fue de 425.142 MWh por unidad industrial.
- En el sector industrial la intensidad energética en el consumo de gas natural fue de $1,7391 \text{ m}^3$ por unidad industrial.
- La intensidad energética del consume de electricidad en el sector de servicios públicos fue de 52.85 MWh por instancia.
- La intensidad energética del consume de electricidad en el sector agrícola fue de 81.74 MWh por instancia.
- Intensidad energética, sector transporte, transporte de carretera, automóviles, gasolina fue de 1.37 m^3 por vehículo.
- Intensidad energética, sector transporte, transporte de carretera, autobuses, diesel fue de 11.97 m^3 por vehículo.
- Intensidad energética, sector transporte, transporte de carretera, autobuses, gasolina fue de 6.20 m^3 por vehículo.
- Intensidad energética, sector transporte, transporte de carretera, motocicletas, gasolina fue de 2.29 m^3 por vehículo.
- Intensidad energética, sector transporte, transporte de carretera, carga, gasolina fue de 4.90 m^3 por vehículo.

Como resultados se muestran distintas gráficas para el periodo 2010-2030 de Demanda final de energía por sector económico, Demanda energética final, y CO_2 equivalente.

El sector que presenta un mayor consumo en el periodo 2010-2030 es el sector transporte con una demanda de 500,000 GWh a 1,100,000 GWh, seguido del sector domestico y posteriormente el sector industrial (Ver Figura 4.29).

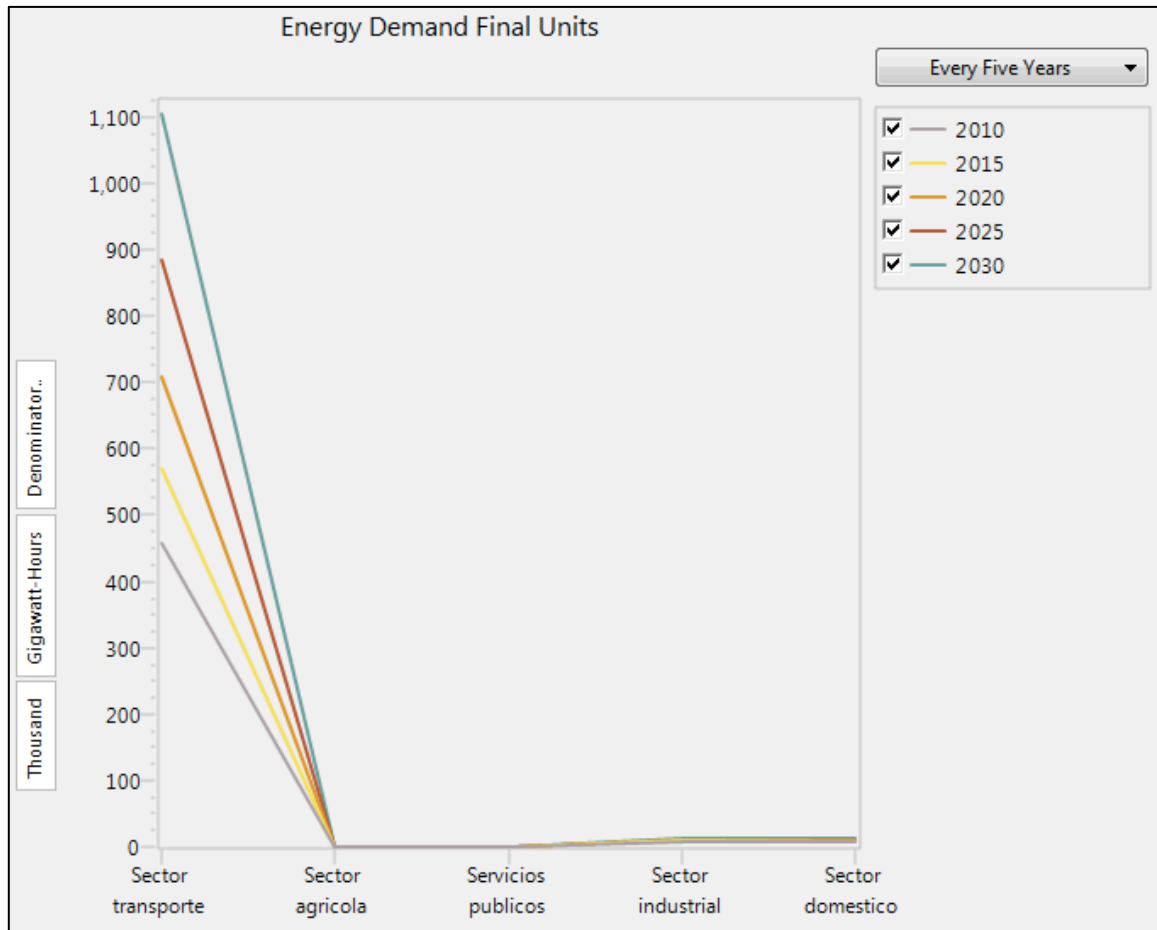


Figura 4.29. Demanda total de energía por sector económico.

La demanda total para el Estado de Baja California en el periodo 2010-2030 se espera sea de 1,800 a 4,000 millones de GJ (Ver Figura 4.30) .

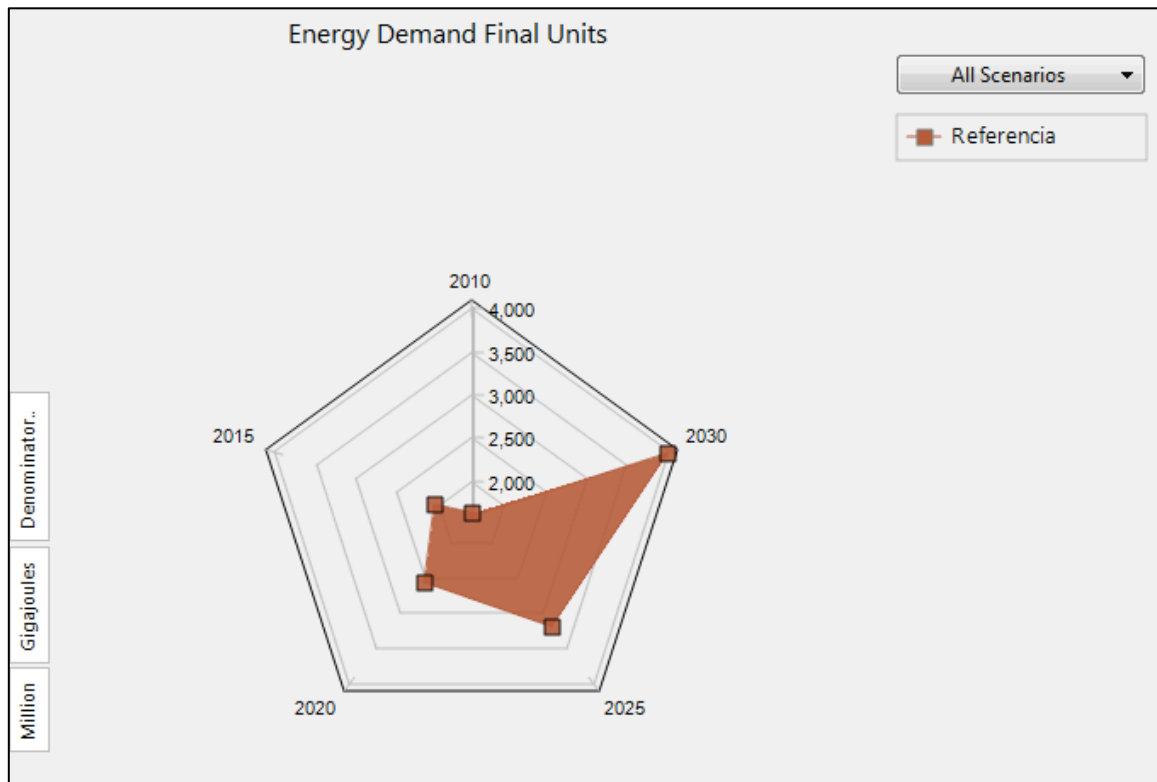


Figura 4.30. Demanda total de Baja California de 2010- 2030.

Las emisiones de CO₂ equivalente que se esperan tener en el periodo 2010-2030 van de 600,000 A 870,000 toneladas métricas de CO₂. (Ver Figura 4.31)

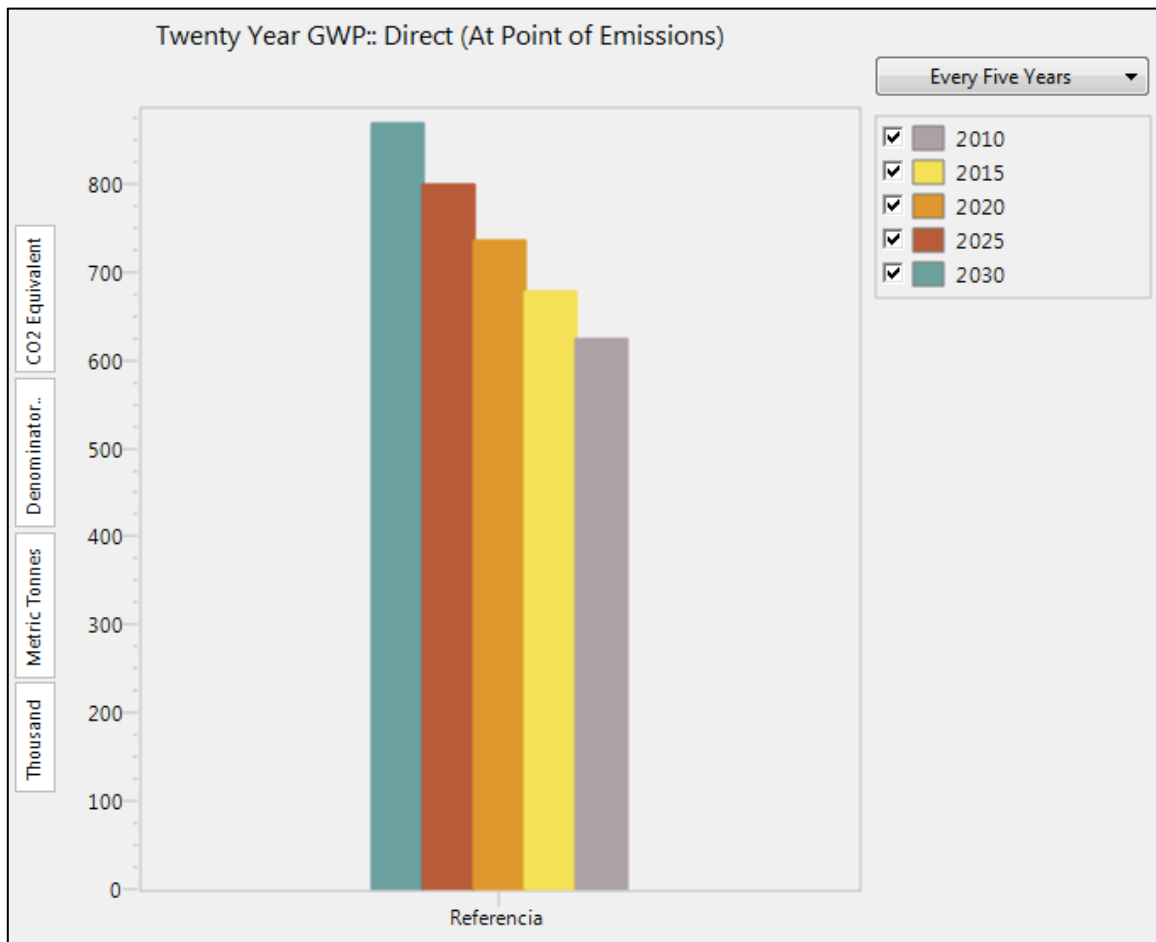


Figura 4.31. Emisiones de CO₂ equivalente de Baja California de 2010-2030.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El SIEBC ha sido de gran relevancia para el análisis del uso de la energía en Baja California. El contar con la información actualizada y histórica de las variables económicas, sociales y ambientales involucradas con el ámbito energético permite al usuario del sistema poder plantear distintos escenarios: económicos, políticos, ambientales, inerciales entre otros y generar prospectivas a partir de ellos, ya sean de demandas energéticas, proyectos para la generación de energía o propuestas para nuevas tecnologías.

Para resaltar la importancia a continuación se plantean análisis del Sector Residencial, Sector Transporte y Sector Industrial:

5.1.1 Sector Residencial

El consumo de energía en las viviendas es definido por diversos factores, tales como combustibles, aislamiento, eficiencias de aparatos eléctricos y estructura de la vivienda.

La renovación de constructoras (URBI) y créditos inmobiliarios (INFONAVIT, FOVISSSTE) trajo consigo el surgimiento de nuevos residenciales con un gran número de viviendas, las cuales no fueron realizadas en las condiciones mas adecuadas (sustentables), debido a la baja calidad de los materiales, aislamiento pobre tanto en techos y paredes y a las dimensiones mínimas necesarias para considerarse aptas para casa habitación. Lo anterior trae como consecuencia el abandono parcial o total de muchos fraccionamientos nuevos. Además, el uso de aire acondicionado de poca eficiencia eleva el consumo de electricidad y por lo tanto el precio de la tarifa.

El consumo de gas natural y gas licuado de petróleo en las viviendas es muy común, pues se utiliza para cocinar y el calentamiento de agua. Se consume en promedio 365 kg con un gasto anual de \$502 USD. Mexicali- Se propone ofertar calentadores solares para las viviendas con un precio de 600 USD con capacidad de 150 litros suficiente para 4 personas .

5.1.2 Sector Transporte

El consumo de diesel y gasolina en el sector transporte es representado por los indicadores ECO7 y ECO8 respectivamente. Ambos indicadores en 2003 tiene un crecimiento notable, después se comporta de manera regular.

El aumento del consumo de combustibles por parte del sector transporte se ve afectado en gran medida por el parque vehicular (número y antigüedad de los automóviles particulares) y el poco uso del transporte público.

El número de parque vehicular del estado es muy grande, sobre todo en los municipios de Mexicali y Tijuana por ser las ciudades con mayor desarrollo industrial y comercial. Además del parque vehicular registrado existe una gran cantidad de vehículos no registrados, la mayoría de modelos son antiguos y no cuentan con revisiones mecánicas y ambientales, lo que tiene un impacto en el desgaste de la pavimentación de calles y vías rápidas, así como en el aumento de emisiones.

El transporte público municipal se encuentra concesionado al sector privado y es utilizado sólo por el 10% de la población. La población con mayor potencial a utilizarlo son las personas de bajos recursos, encabezados por los operadores del sector industrial, pero para ellos resulta muy poco conveniente el servicio que prestan por no tener horarios establecidos en cada estación de autobús y muy poca frecuencia, aunado a ello se le suman los altos costos, por lo que se ven obligados a utilizar carros propios o transporte proporcionado por la misma empresa.

Los precios del servicio del transporte público han subido de manera rápida, alegando la paridad del dólar y los altos precios del diesel. Asimismo es un sector que no recibe subsidio o apoyo gubernamental.

Se propone como medidas de acción para reducir las emisiones y los altos consumos de diesel y gasolina: 1) Regularización o eliminación del parque vehicular no legalizado, 2) Programa de circulación por vivienda o

habitante, 3)Reestructuración de las líneas de transporte público, 4)Participación del Sector gubernamental, 5)Reducción de precios apoyado por impuesto del uso de automóviles particulares.

5.1.3 Sector Industrial

La industria es una de las principales actividades de Baja California, aportando el 30% del PIB estatal. Las ciudades con mayor desarrollo industrial son Mexicali y Tijuana con 144 y 552 empresas registradas, respectivamente. En su mayoría este tipo de empresas son extranjeras que eligen a Baja California por su posición geográfica estratégica al estar en frontera con EUA, lo cual facilita la importación de materia prima y exportación de productos finales, utilizando el transporte terrestre o ferroviario y sus bajos costos de mano de obra en México. También genera una alta tasa de empleo, provocando la migración de personas de otros estados de México y aumentando la población del Estado.

¿Cómo ha impactado la reforma energética en la industria? Desde la propuesta de la Reforma Energética en 2013, el sector industrial ha buscado la forma de tomar ventaja de ello y bajar así sus costos de producción. Actualmente existen en operación dos empresas generando su propia energía eléctrica, a partir de parques eólicos instalados en la región, y solo pagando por el servicio de distribución.

Además los aumentos del precio del diesel ha impactado en el transporte del personal a su lugar de trabajo, cierto que existen maquiladoras que ofrecen el servicio de transporte al personal de forma gratuita con horarios establecidos, existen otras empresas pequeñas que no les es posible ofrecerlo. Sin embargo en BC el sistema de transporte público es poco utilizado por lo que las entidades gubernamentales quieren prohibir ese tipo de prestaciones de las empresas para que la población se vea obligada a utilizar el transporte público.

Se propone un acuerdo industria-gobierno/empresas de transporte donde elimine su servicio de transporte de personal y con ello favorezca al personal con una prestación para ser utilizada en el transporte público.

Por otra parte el gobierno/empresas de transporte deberán ofrecen rutas óptimas, puntuales y con tarifas subsidiadas al 50% para trabajadores.

5.2 Recomendaciones

- Se propone continuar con la alimentación de la información a la plataforma.
- Adquirir un servidor de la capacidad requerida que permita el acceso al sistema a un mayor numero de usuarios.
- Realizar escenarios económicos, ambientales, políticos e inerciales mas específicos a que permitan realizar una planificación energética de la región.
- Realizar estudios de campo para realizar contrastes de la información formal versus realidad.
- Crear programas de ahorro y uso eficiente de energía basados en los escenarios calculados.

6. Referencias

- [1] Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026. SENER.
- [2] Prospectiva de Petrolíferos 2012-2026. SENER.
- [3] Sistema de Información Energética Nacional. Consulta: 8 de Agosto de 2013. Disponible en: <http://www.olade.org/producto/SIEN>.
- [4] Sistema de Información Energética Guanajuato. Consulta: 23 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.concyteg.gob.mx/index.php?web=sieg.php>.
- [5] Sistema de Información Energética. Consulta: 5 de Agosto de 2013. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>.
- [6] Energy Management Information Systems. Government of Canada. Disponible en: <https://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/industry/cipec/5223#phase3>.
- [7] Caribbean Energy Information System (CEIS). Scientific Research Council. Disponible en: <http://www.ceis-caribenergy.org>.
- [8] Sistema INFOMEX Gobierno Federal. Consulta: 21 de Octubre de 2013. Disponible en: <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>.
- [9] Solicitud de Información Pública. Consulta: 21 de Octubre de 2013. Disponible en: http://inicio.ifai.org.mx/_catalogs/masterpage/AIP-Como-realizo-una-solicitud-de-informacion.aspx.
- [10] Community for energy, environment and development. (2012). LEAP, Tools for sustainable energy analysis. Consulta: 20 de Enero de 2014. Disponible en <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47>.
- [11] J.C. Mourmouris, C.Potolias. (2013). A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. *Energy Policy*. 52. 522–530.
- [12] C. Cormio, M. Dicorato, A. Minoia, M. Trovato. (2003). A regional energy planning methodology including renewable energy sources and environmental constraints. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 7. 99–130.
- [13] Sistemas de información presentación
- [14] Modelo conceptual de BD
- [15] Ingeniería de software
- [16] <http://greis-rbk.blogspot.mx/2010/11/elementos-o-pasos-para-realizar-un.html>
- [17] Löschel, A., Moslener, U., Rübbelke, D., 2010. Indicators of energy security in industrialized countries. *Energy Policy*. 38, 1665-1671.
- [18] Kruyt, B., Van Vuuren, D.P., De Vries, H.J.M., Groenenberg, H., 2009. Indicators for energy security. *Energy Policy*. 37, 2166-2181.
- [19] Editorial, 2010. Energy security-concepts and indicators. *Energy Policy*. 38, 1607-1608.
- [20] Gutiérrez, A., 2010. La seguridad energética de la Unión Europea en el contexto del reposicionamiento geopolítico de Rusia. *Revista Mexicana de Política Exterior*. 89, 83-122.
- Nord Stream, 2015. The new gas supply route for Europe. Disponible en: <http://www.nord-stream.com>.
- [21] Petrocaribe, 2009. Petrocaribe Energy for Union. Disponible en: <http://www.petrocaribe.org>.
- [22] Goldwyn, D., Gill, C., 2014. The caribbean's gamble with Venezuela. *Uncertain Energy*. Atlantic Council. ISBN: 978-1-61977-059-1.
- [23] WebPort Global. Chile's Energy Crisis- An Attractive Market For Renewable Energy Development. Disponible en: <https://www.webportglobal.com/Images/7c/7c1db9c9-73de-4735-86e4-7ba1e71dd60a.pdf>

- [24] IAEA, 2008. Integrated energy planning for sustainable development. Disponible en: <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/assets/IEPSD%20Brochure%20WEB.pdf>
- [25] International Atomic Energy Agency, 2009. IAEA Tools and Methodologies for Energy System Planning and Nuclear Energy System Assessments. IAEA, Austria.
- [26] Hainoun, A., Seif-Eldin, M.K., Almoustafa, S., 2006. Analysis of the Syrian long-term energy and electricity demand projection using the end-use methodology. *Energy Policy*. 34, 1958-1970.
- [27] Hainoun, A., Seif, M., Almoustafa, S., 2010. Formulating an optimal long-term energy supply strategy for Syria using MESSAGE model. *Energy Policy*. 38, 1701-1714.
- [28] Kalampalikas, N., Pilavachi, P., 2010. A model for the development of a power production system in Greece, Part I- Where RES do not meet EU targets. *Energy Policy*. 38, 6499-6513.
- [29] Agencia Internacional de Energía Atómica, Departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de la energía EUROSTAT, Agencia Europea de Medio Ambiente, 2008. Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías. IAEA, Viena.
- [30] Sheinbaum-Pardo, C., Ruiz-Mendoza, B., Rodriguez-Padilla, V., 2012. Mexican energy policy and sustainability indicators. *Energy Policy*. 46, 278-283.
- [31] Mondragón, A., 2002. ¿Qué son los indicadores?. *Revista de información y análisis*. 19. INEGI, Mexico.
- [32] Vera, I., Langlois, L., 2007. Energy indicators for sustainable development. *Energy*. 32, 875-882.
- [33] ProMexico, 2013. The Renewable Energy Industry in México. Disponible en: http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/energias_perfil_del_sector
- Serra, L., 2013. ¿Y las energías renovables qué?. CIDAC. Disponible en: http://www.cidac.org/esp/cont/publicaciones/Y_las_energ_as_renovables_qu.php
- [34] México Gobierno de la Republica, 2013. Reforma Energética. Disponible en: <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/explicacion.pdf>
- [35] Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, 2014. Ley de transición energética. Disponible en: http://www.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/62/2/2014-06-11-1/assets/documentos/Inic_PAN_DiP_Sen_Ley%20Tran_Energetica.pdf
- [36] Diario oficial de la federación, 2014. Ley orgánica de la administración pública federal. DOF, México.
- [37] Secretaria de Energía, 2013. Sistema de Información energética. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>.
- [38] Campbell, H., Montero, G., Pérez, C., Lambert, A., 2011. Efficient energy utilization and environmental issues applied to power planning. *Energy Policy*. 39 (2011) 3630-3637.
- [39] Campbell, H., Montero, G., Pérez, C., 2009. Electrical planning oriented to demand, in: Péliissier, G., Calvet, A. (Eds.), *Handbook of Exergy, Hydrogen Energy and Hydropower Research*, Nova Science Publishers, Inc., New York, pp. 275-287.
- [40] Secretaria de Energía, 2012. Balance Nacional de Energía. SENER, México.
- [41] Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, 1996. Sistema de Información Energética Guanajuato. Disponible en: <http://www.concyteg.gob.mx/index.php?r=contenido/sieg.php>.
- [42] Navarro, P., Hinojosa, J., Vázquez, M., 2011. Comparative study of sustainability of the electrical power industry in Mexico and its northern border region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15, 4726-4731.

- [43] INEGI, 2012. México en cifras. Disponible en:
<<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=2>>.
- Department of Labor and Workforce, 2012. Disponible en:
<http://lwd.dol.state.nj.us/labor/lpa/industry/gsp/gsp_index.html>.
- [44] INEGI, 2010. Mapas. Disponible en:
http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/bcmpios.pdf.
- Secretaria de Energía, 2013. Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027. SENER, México.
- [45] National Renewable Energy Laboratory, 2004. Dynamics maps, GIS data & analysis tool. Disponible en: <
<http://en.openei.org/wiki/File:NREL-mx-nborder-50mwind.jpg>>.
- [46] National Renewable Energy Laboratory, 2003. Dynamics maps, GIS data & analysis tool. Disponible en:
<<http://en.openei.org/w/index.php?title=File:NREL-dircarib.pdf>>.
- [47] Comisión Federal de Electricidad, 2010. Agrupación sectorial de tarifas. Estadísticas de venta. CFE, México.
- [48] Banco Mundial, 2005. Indicadores del desarrollo mundial. Disponible en:
<<http://datos.bancomundial.org/indicador/PA.NUS.FCRF/countries?page=1&display=default>>.
- [49] INEGI, 2004. Censos económicos. Disponible en:
<<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/default.aspx>>.
- [50] Campbell, H., 2006. Actualización de la planificación energética de las ciudades de Mexicali y Tijuana Baja California. Universidad Autónoma de Baja California, México. Comisión de cooperación ecológica fronteriza, 2010. Emisiones de gases de efecto invernadero en Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025. BECC-COCEF, México. ISBN: 978-607-8021-06-2.
- [51] Muñoz, G., Díaz, E., Campbell, H., Quintero, M., 2012. Baja California: Perfil Energético 2010-2020. Comisión Estatal de Energía de Baja California, México.
- [52] International Energy Agency, 2012. Key world energy statistics. IEA, Paris. Sistema de Información Energética Nacional. Consulta: 8 de Agosto de 2013. Disponible en: <http://www.olade.org/producto/SIEN>
- [53] Sistema de Información Energética Guanajuato. Consulta: 23 de Septiembre de 2013. Disponible en:
<http://www.concyteg.gob.mx/index.php?web=sieg.php>
- [54] Sistema de Información Energética. Consulta: 5 de Agosto de 2013. Disponible en:
<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>
- [55] Energy Management Information Systems. Government of Canada. Consulta: 28 de Septiembre de 2013. Disponible en: <https://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/industry/cipec/5223#phase3>
- [56] Caribbean Energy Information System. Scientific Research Council. Consulta: 10 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.ceis-caribenergy.org>
- [57] INFOMEX. Sistema INFOMEX Gobierno Federal. Consulta: 21 de Octubre de 2013. Disponible en:
<https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>
- [58] IFAI. Solicitud de Información Pública. Consulta: 21 de Octubre de 2013. Disponible en:
http://inicio.ifai.org.mx/_catalogs/masterpage/AIP-Como-realizo-una-solicitud-de-informacion.aspx
- [59] Community for energy, environment and development. LEAP, Tools for sustainable energy analysis. Consulta: 20 de Enero de 2014. Disponible en: <http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47>
- [60] J.C. Mourmouris, C.Potolias. (2013). A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. Energy Policy. 52. 522–530.

- [61] C. Cormio, M. Dicorato, A. Minoia, M. Trovato. (2003). A regional energy planning methodology including renewable energy sources and environmental constraints. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 7. 99–130.
- [62] PEMEX. Anuario Estadístico de PEMEX. Consulta: 12 de Marzo de 2013. Disponible en: <http://www.ri.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=134&catID=12202>.
- [63] SIE. Sistema de Información Energética Nacional. Consulta: 8 de Agosto de 2013. Disponible en: <http://www.olade.org/producto/SIEN>
- [64] SIEG. Sistema de Información Energética Guanajuato. Consulta: 23 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.concyteg.gob.mx/index.php?web=sieg.php>
- [65] SIEG. Sistema de Información Energética. Consulta: 5 de Agosto de 2013. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=about>
- [66] INFOMEX. Sistema INFOMEX Gobierno Federal. Consulta: 21 de Octubre de 2013. Disponible en: <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>

7. Anexos

7.1 Producción Académica

Artículos en revistas

M. Coronado, G. Montero, C. García, R. Torres, A. Vázquez, R. Ayala, J. León, L. Pérez, E. Romero. Cotton stalks for power generation in Baja California, Mexico by SWOT analysis methodology. WIT Transactions on Ecology and The Enviroment. Vol. 195, 2015. ISSN 1743-3541, DOI: 10.2495/ESUS150071.

Torres Ramos Ricardo, Montero Alpírez Gisela, Beleño Cabarcas Mary Triny, Toscano Palomar Lydia, Pérez Pelayo Laura Janet. "Lignina obtenida de residuos agrícolas como biocombustible de tercera generación". Ciencia y Tecnología, 15, 2015, pp. 151-164 ISSN 1850-0870.

Marcos Alberto Coronado Ortega, Gisela Montero Alpírez, Conrado García González, Armando Pérez Sánchez, Laura Janet Pérez Pelayo. Emisiones de las quemas de paja de trigo en el Valle de Mexicali, 1987-2010. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2012. Vol. 28, p. 119-126. ISSN: 0188-4999.

Capítulos de libro

Marcos Alberto Coronado Ortega, Gisela Montero Alpírez, Amir Eliezer, Conrado García González, Jesús Cerezo Román, Laura Janet Pérez Pelayo, José Ramón Ayala Bautista. Materials technological challenges for the biodiesel industry development in Mexico. Material and process for energy: communicating current research and technological development (A. Méndez-Villas). CFORMATEX 2013, 279-288.

Memorias en congresos

M. Coronado, G. Montero, C. García, R. Torres, A. Vázquez, R. Ayala, J. León, L. Pérez, E. Romero. Cotton stalks for power generation in Baja California, Mexico by SWOT analysis methodology. Wessex Institute of Technology. 6th International Conference on Energy & Sustainability 2015 Medellin, Colombia.

Ricardo Torres, Gisela Montero, Beatriz Jaramillo, Mary Beleño, Laura Pérez, Erick Romero, Ramón Ayala, Marcos Coronado. Determinación del contenido energético de lignina obtenida a partir de vara de algodón del valle de Mexicali, México. Memorias del XXXVI Encuentro Nacional de la AMIDIQ 2015, Cancún Quintana Roo, México. ISBN: 978-607-95593-3-5. p. 2089-2094.

José Ramón Ayala Bautista, Gisela Montero Alpírez, Héctor Enrique Campbell Ramírez, José Ángel León Valdez, Laura Janet Pérez Pelayo, Carlos Alfonso Sagaste Bernal. Comparación de diferentes arreglos para la etapa de purificación en un proceso de producción de bioetanol. Memorias del XXXV Encuentro Nacional de la AMIDIQ 2014, Puerto Vallarta, Jalisco, México. ISBN: 978-607-95593-2-8. p. 3576-3580.

José Ramón Ayala Bautista, Gisela Montero Alpírez, Laura Pérez Pelayo, Marcos Coronado Ortega, Conrado García González, Jesús Cerezo Román. Simulación en Aspen Plus de la extracción de aceite esencial de cáscara de naranja. Memorias del 6to encuentro nacional de expertos en residuos sólidos. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C. 2013. ISBN 978-607-96258-0-1. p. 194-199.

Conrado García González, Gisela Montero Alpírez, Marcos A. Coronado Ortega, Ana M. Vázquez Espinoza, Laura J. Pérez Pelayo, Ramón Ayala Bautista, Alejandro A. Lambert Arista, M. Marcela Acosta Gómez. Extracción de aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) en Baja California. Memorias del 6to encuentro nacional de expertos en residuos sólidos. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C. 2013. ISBN 978-607-96258-0-1. p. 206-211.

Torres Ramos Ricardo, Montero Alpírez Gisela, Beleño Cabarcas Mary Triny, Toscano Palomar Lydia, Pérez Pelayo Laura Janet, Romero Uscanga Erick Enrique. Evaluación de taninos condensados en paja de trigo y corteza de vara de algodón del Valle de Mexicali, México. XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas 2014, Mexicali, México. p. 70-73. ISBN: 978-0-9908236-1-2.

Romero Uscanga Erick Enrique, Montero Alpírez Gisela, Toscano Palomar Lydia, Pérez Pelayo Laura Janet, Torres Ramos Ricardo, Beleño Cabarcas Mary Triny. Determinación de los principales componentes de la biomasa lignocelulósica; celulosa, hemicelulosa y lignina de la paja de trigo para su posterior pretratamiento biológico. XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas 2014, Mexicali, México. p. 114-118. ISBN: 978-0-9908236-1-2.

Marcos Alberto Coronado Ortega, Gisela Montero Alpírez, Conrado García González, Armando Pérez Sánchez, Laura Janet Pérez Pelayo. Emisiones de las quemadas de paja de trigo en el Valle de Mexicali, 1987-2010. En el 4º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos y el 4º Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. 2011. p. 270-274. ISBN: 978-607-607-015-4.

José Ramón Ayala Bautista, Gisela Montero Alpírez, Laura Pérez Pelayo, Iliana Aguilar Hurtado Armando Pérez Sánchez. Aceite esencial: potencial de obtención a partir de residuos de naranja en Mexicali, Baja California. En el 4º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos y el 4º Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. 2011. p. 544-548. ISBN: 978-607-607-015-4.

Marcos Coronado, Gisela Montero, Conrado García, Laura Pérez. Feasibility Study for Bioenergy Production from Waste Vegetable Oil. World Congress on Engineering and Technology in Shanghai, China. 2011. IEEE 978-1-61284-365-0.

Marcos A. Coronado Ortega, Gisela Montero Alpírez, Conrado García González, Laura Pérez Pelayo, Daniela Montes Núñez, Héctor E. Campbell Ramírez. Estimación del potencial energético de la biomasa residual de algodón (*Gossypium hirsutum*) en Baja California. En el 5º Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos. Xalapa, Veracruz. 2012.

Laura Pérez, Gisela Montero, Alejandro Lambert. Indicadores energéticos de Baja California. En el 2do Congreso de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería de la UABC. 2010. Mexicali, México. ISBN: 978-607-7753-90-2.

Propiedad intelectual

Ayala Bautista José Ramón, Coronado Ortega Marcos A., García González Conrado, León Valdez José Ángel, Montero Alpírez Gisela, Pérez Pelayo Laura Janet, Sagaste Bernal Carlos Alfonso. Cálculo energético en la extracción de aceite esencial de eucalipto. Número de registro 03-2015-101510163600-01. Fecha de registro: 22 octubre 2015. Rama: Compilación de datos (Base de datos).

Ayala Bautista José Ramón, Coronado Ortega Marcos Alberto, García González Conrado, León Valdez José Ángel, Montero Alpírez Gisela, Pérez Pelayo Laura Janet, Sagaste Bernal Carlos Alfonso, Vázquez Espinosa Ana María. Cotton stalks for power generation. Número de registro 03-2015-100110270000-01. Fecha de registro: 7 octubre 2015. Rama: Compilación de datos (Base de datos).

Ayala Bautista José Ramón, Coronado Ortega Marcos A., Flores Zamora Marco Antonio, García González Conrado, León Valdez José Ángel, Montero Alpírez Gisela, Pérez Pelayo Laura Janet, Sagaste Bernal Carlos Alfonso, Vázquez Espinosa Ana María. Power generaton from wheat straw in Mexico. Número de registro 03-2015-100110292200-01. Fecha de registro: 7 octubre 2015. Rama: Compilación de datos (Base de datos).

Ayala Bautista José Ramón, Coronado Ortega Marcos A., García González Conrado, León Valdez José Ángel, Montero Alpírez Gisela, Pérez Pelayo Laura Janet, Sagaste Bernal Carlos Alfonso. Simulación de un sistema de almacenamiento de energía termosolar para un proceso de producción de biodiesel. Número de registro 03-2015-101510175400-01. Fecha de registro: 22 octubre 2015. Rama: Compilación de datos (Base de datos).

Ayala Bautista José Ramón, Coronado Ortega Marcos A., García González Conrado, León Valdez José Ángel, Montero Alpírez Gisela, Pérez Pelayo Laura Janet, Sagaste Bernal Carlos Alfonso. Título de la obra: “Aspectos involucrados en la elaboración de una planeación energética”. Número de registro 03-2015-102112522000-01. Fecha de registro: 23 octubre 2015. Rama: Compilación de datos (Base de datos).

Cursos de capacitación

- Curso sobre recursos electrónicos “SPRINGER” taller de Springer, Instituto de Ingeniería. 13 de Octubre de 2015.
- Asistencia y Acreditación del Curso-Taller: Diseño de Experimentos. Realizado en las instalaciones del Instituto de Ingeniería durante los meses Enero-Febrero de 2011, con una duración de 20 horas crédito.
- Taller de modelación dinámica utilizando Stella 9.0. Impartido del 2 de Septiembre al 17 de Octubre de 2013, con una duración de 26 horas.
- Curso denominado “Protección Catódica” impartido por el Dr. Jorge Cantú, Presidente NACE México. Realizado en las instalaciones del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Agosto de 2012. Mexicali, Baja California.

- Participación en el “Taller de libros electrónicos KNOVEL”. Impartido el día 17 de Agosto de 2011. Mexicali, Baja California.
- Participación en el curso-taller “Búsqueda de información tecnológica en base de datos” impartido por el Dr. Rubén De Regil Hernández especialista de la Oficina Regional Occidente del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Abril, 2016. Mexicali, Baja California.

Eventos de difusión

- Participación en la onceava edición de la exposición agropecuaria y de pesca, AgroBaja 2011, realizada del 3 al 5 de marzo de 2011 en Mexicali, Baja California.
- Impartición del taller “¿Que puedes hacer con las hojas de eucalipto y las cascara de naranja?” en la 19ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología realizada del 24 al 28 de Septiembre de 2012, en Mexicali, Baja California.
- Participación en el stand del Instituto de Ingeniería en la 13º Feria Internacional del Libro UABC. Marzo de 2012. Mexicali, Baja California.
- Participación en la Expo Ambiente 2013, con el Proyecto “Materias primas en Baja California para la producción de biodiesel” que se llevo a cabo en Instituto Tecnológico de Mexicali, los días 23 y 24 de Mayo de 2013.
- Participación dentro de la Expo UABC Ambiente, llevada a cabo el día 29 de mayo de 2013, en Mexicali, Baja California.
- Participación como expositor durante la sesión de Posters con el trabajo “Diseño conceptual de un sistema de información energética para Baja California”. En el 35 aniversario del Instituto de Ingeniería de la UABC. Junio, 2016. Mexicali, Baja California.

Participación en proyectos

- Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos, Comisión Estatal de Energía del gobierno de Baja California, Gobierno de Baja California, El Colegio de la Frontera Norte, Universidad Autónoma de Baja California. “Perfil energético para Baja California 2010-2020”. Propuesta y Análisis de Indicadores Energéticos para el Desarrollo de Prospectivas Estatales. 2010-2012. Mexicali, Baja California.
- Universidad Autónoma de Baja California. “Análisis del impacto del gasto en electricidad sobre el ingreso de los usuarios residenciales de la tarifa 1F en Mexicali, Baja California”. Mayo de 2011. Mexicali, Baja California.

- Universidad Autónoma de Baja California. “Sistema de Información Energética de Baja California”. 2013-2014. Mexicali, Baja California.

Carta descriptiva

Elaboración de la carta descriptiva de la unidad de aprendizaje: “Planeación Energética”, del programa de estudios Ingeniero en Energías Renovables de la Universidad Autónoma de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Julio de 2013.

Cotton stalks for power generation in Baja California, Mexico by SWOT analysis methodology

M. Coronado¹, G. Montero¹, C. García¹, R. Torres¹, A. Vázquez², R. Ayala¹, J. León¹, L. Pérez¹ & E. Romero¹

¹*Institute of Engineering, Autonomous University of Baja California, Mexico*

²*School of Engineering and Business, Guadalupe Victoria, Autonomous University of Baja California, Mexico*

Abstract

Baja California is a state located in the northwestern region of Mexico. From 2003 to 2013 the average cultivated area reported was 228,094 ha; 9.5% of that area was used for the cotton crop *Gossypium Hirsutum* variety. Cotton harvesting generates considerable amounts of cotton stalks as biomass residuals. Cotton stalks have a high energy potential currently unexploited productively, and whose disposition is open burning. This activity is performed because it reduces the costs of land preparation for the next agricultural cycle and also prevents the spread of pests and diseases in future crops. The use of agricultural biomass waste has acquired more international relevance as a source of renewable energy. The replacement of fossil fuels and mitigation of greenhouse gas emissions responsible for climate change are among the most important environmental benefits of bioenergy. Therefore, the aim of this work was to analyze the factors that would affect the development of a transformation industry of biomass into energy by SWOT methodology. The energy potential for heat and power generation from cotton stalks was estimated. The results highlighted that from cotton stalks it is feasible to obtain an average of 1.40 PJ annually, equivalent to 39,082.67 m³ of diesel, and thus supply a power plant with 14.78 MW of installed capacity. This energy would contribute to the



Lignina obtenida de residuos agrícolas como biocombustible de tercera generación

Ricardo Torres Ramos¹, Gisela Montero Alpírez², Mary Triny Beleño Cabarcas³, Lydia Toscano Palomar⁴ y Laura Janet Pérez Pelayo⁵

Resumen

El bioetanol lignocelulósico es uno de los biocarburantes de segunda generación más estudiado en la actualidad. Su producción requiere la eliminación total o parcial de la lignina presente en el material vegetal. Esta lignina puede ser aprovechada para la generación de energía térmica y eléctrica, ayudando a disminuir los costos que implica el abastecimiento energético a partir de biomasa. Lo anterior resulta importante para Baja California, México, dada las grandes cantidades de material lignocelulósico generado en sus cultivos agrícolas. En 2013, se generaron 527,103 t de paja de trigo y 98,004 t de vara de algodón. Para el desarrollo de esta investigación se aisló y cuantificó el contenido de lignina Klason en dichos residuos (ASTM D1106). Después, se determinó el poder calorífico superior (PCS) (ASTM E711) y se realizó el análisis próximo (ASTM E870). Finalmente, se evaluó el potencial energético de ambas ligninas como biocombustible de la región. Como resultados, se encontró que en 2013, se disponían de 92,519 t de lignina de paja de trigo y 18,135 t de lignina de vara de algodón, cuyos PCS fueron 22.99 MJ/kg y 24.99 MJ/kg, respectivamente. El potencial energético fue 2,573 TJ, equivalente a la energía obtenida de 78,951 t de carbón antracita ó 102,953 t de carbón lignito. Según el análisis próximo esta lignina puede ser usada en procesos eficientes de conversión, como gasificación o co-combustión con carbones sub-bituminosos; convirtiéndola en un importante recurso energético de tercera generación para la región.

Palabras clave: bioetanol, paja de trigo, vara de algodón, poder calorífico y análisis próximo.

1 Instituto de Ingeniería - Estudiante de postgrado, Universidad Autónoma de Baja California, México.

2 Instituto de Ingeniería - Docente investigadora, Universidad Autónoma de Baja California, México.

3 Instituto de Ingeniería - Estudiante de postgrado, Universidad Autónoma de Baja California, México.

4 Departamento de Química - Docente Investigadora, Instituto Tecnológico de Mexicali, México.

5 Instituto de Ingeniería - Estudiante de postgrado, Universidad Autónoma de Baja California, México.

EMISIONES DE LAS QUEMAS DE PAJA DE TRIGO EN EL VALLE DE MEXICALI, 1987-2010

Marcos Alberto CORONADO ORTEGA¹, Gisela MONTERO ALPÍREZ^{1*},
Conrado GARCÍA GONZÁLEZ^{1,2}, Armando PÉREZ SÁNCHEZ¹ y Laura Janet PÉREZ PELAYO¹

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Calle de la Normal s/n, Col. Insurgentes Este, CP 21280, Mexicali, B.C

² Instituto Tecnológico de Mexicali, Academia de Química y Bioquímica, Av. Tecnológico s/n, Col. Elías Calles, CP 21396, Mexicali, B.C

*Autor responsable; gmontero@uabc.edu.mx

(Recibido agosto 2011, aceptado enero 2012)

Palabras clave: biomasa, contaminación atmosférica, energía, simulación dinámica

RESUMEN

Baja California, México, se ubica en tercer lugar a nivel nacional con mayor superficie de trigo cultivada (13.5 %). Mexicali, capital de dicho estado, es el principal productor de trigo y representa el cultivo más importante de su valle, con una superficie cultivada en el periodo 2009-2010 de 87 724 ha. Esto conlleva a la generación de grandes cantidades de paja de trigo como residuo agrícola. Tradicionalmente el 85 % de este residuo es dispuesto mediante la quema *in situ* a cielo abierto con el objetivo de preparar la tierra para el próximo ciclo agrícola, el 15 % restante tiene diversas aplicaciones. Tal práctica repercute considerablemente en las emisiones de CO, material particulado (MP) y CH₄ al ambiente, ocasionando un deterioro de la calidad del aire del Valle y ciudad de Mexicali, así como problemas en la salud de la población. Por otra parte, se desaprovecha la energía contenida en la paja de trigo, que es potencialmente útil como biocombustible y que en el año 2010 fue de 6.8 PJ. Se presenta un inventario de las emisiones generadas por las quemas de la paja de trigo realizadas *in situ* a cielo abierto, para el periodo 1987-2010. En los resultados destaca que las emisiones totales, considerando las quemas agrícolas progresivas en dirección del viento, pasaron de 25 370 t (1987) a 41 913 t (2010). Considerando las enormes cantidades tanto de energía desaprovechada, como de las emisiones provocadas por las quemas de paja, es recomendable evaluar la factibilidad técnica y económica para reconvertir tal biomasa residual y utilizarla como materia prima para la obtención de biocombustibles o directamente en procesos de generación eléctrica.

Key words: biomass, atmospheric pollution, energy, dynamic simulation

ABSTRACT

The state of Baja California, Mexico, ranks third nationally, with the largest area of wheat cultivation (13.5 %). Mexicali, BC capital is the main wheat producer and it represents the most important crop in the valley, with 87 724 ha as cultivated surface for the period 2009-2010; this leads to the generation of large amounts of wheat straw as agricultural residue. Traditionally 85 % wheat straw is burned *in situ* in order to

Materials technological challenges for the biodiesel industry development in Mexico

Marcos Alberto Coronado Ortega¹, Gisela Montero Alpírez¹, Amir Eliezer², Conrado García González², Jesús Cerezo Román³, Laura Janet Pérez Pelayo¹, José Ramón Ayala Bautista¹

¹ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, Institute of Engineering, Av. de la Normal, 21280, Mexicali, Mexico

² SAMI SHAMOUN COLLEGE OF ENGINEERING, Corrosion Research Center, Bialik and Bazel Str., Beer-Sheva 84100, Israel

³ INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MEXICALI, Academy of Chemistry and Biochemistry, Av. Tecnológico, Col. Elias Calles, 21396, Mexicali, Mexico

Biodiesel as a fuel substitute of diesel has acquired great importance for its sustainable nature and contribution in reducing emissions. Its development and production at industrial level in the international context has been successful and continues to grow. Biodiesel also has a range of technological proven options for its obtaining. In Mexico, the current situation in economic, energy, environmental and social, has led a number of opportunities for biodiesel production and to increase its share in the energy matrix, in order to reduce the consumption of diesel, which in 2011 was 136.5 million barrels. Proof of this it is the following regulatory framework covered in the laws: use of renewable energy and energy transition funding, promotion and development of bioenergy. However, biodiesel is currently not exploited at industrial scale in Mexico since the development of this industry has a number of significant technological challenges. One of them is related to the interaction or contact of biofuel with a great variety of metallic and polymeric materials along the supply chain, including production, transportation and distribution, storage and consumption, operated by PEMEX (Mexican Petroleum). PEMEX infrastructure for transportation and distribution of fuels has 8,835 km of pipelines, 77 storage and distribution terminals, 15 marine terminals and fuel tankers, ship tankers and 9,232 fueling stations. Despite the existence of such infrastructure, it cannot be used as a support in the supply chain of biodiesel as its composition and characteristics differ from those of diesel. Biodiesel is more susceptible to oxidation, microbiological attack and sensitive to temperature and humidity changes, which cause variation in pH and water content. These conditions increase their corrosion and degradation effects on materials comprised in the systems implemented. Therefore, this chapter aims to provide an overview and analysis of the challenges and the materials proposed for the biodiesel supply. All of this is supported by an exhaustive review of the state of the art for an industry that shows its first developments in Mexico.

Keywords: Biodiesel; materials; technological challenges.

1. Introduction

Biodiesel is a green fuel that constitutes a sustainable option for the transportation sector internationally to replace diesel. Its contribution in reducing emissions, wide availability of raw materials for its production and energy policy have positioned it as one of the fastest growing biofuel in recent years. Biodiesel has a wide range of proven technologies to be produced it. Its production at industrial level in the global context has been successful and continues to rise. The development of the biodiesel industry in Mexico has shown its first steps.

The current situation in economic, energy, environmental and social, has led a number of opportunities for biodiesel production and to increase its share in the energy matrix, in order to reduce the consumption of diesel, which in 2011 was 136.5 million barrels [1]. Proof of this it is the following regulatory framework covered in the laws: use of renewable energy and energy transition funding, promotion and development of bioenergy. Among its purposes, is to promote the production of biofuels such as biodiesel and bioethanol, without endangering food security and assist in mitigating emissions, considering the international treaties that Mexico has signed and has pledged gradually reduce the consumption of fossil fuels. However, biodiesel production in Mexico is still incipient and not exploited on a commercial scale because there are major technological challenges. One of them is related to the interaction or contact of biofuel with a great variety of metallic and polymeric materials along the supply chain, including production, transportation and distribution, storage and consumption operated by PEMEX. Because biodiesel is similar to diesel fuel, it could be assumed that would have no problems in using the existing infrastructure. This is not recommended at all, since its composition and characteristics differ and can cause severe problems of corrosion and degradation of materials.

Therefore, it is important to provide an overview and analysis of the challenges and the materials proposed for the biodiesel supply, supported by an exhaustive review of the state of the art for an industry that shows its first developments in Mexico.



WESSEX INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, UK

Tel: 44 (0) 238 029 3223 Fax: 44 (0) 238 029 2853 Email: wit@wessex.ac.uk Web: www.wessex.ac.uk

Director: Professor C.A. Brebbia

6th International Conference on **ENERGY & SUSTAINABILITY 2015**

2 – 4 September 2015

I confirm that Dr. Marcos A. Coronado Ortega
has attended and presented "Cotton stalks for power generation in Baja California, Mexico
by SWOT analysis methodology" by M. Coronado, G. Montero, C. García, R. Torres, A.
Vázquez, R. Ayala, J. León, L. Pérez, E. Romero in the above conference,
in Medellin, Colombia

Rachel Van Loock
Conference Coordinator
September 2015



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ENERGÉTICO DE LIGNINA OBTENIDA A PARTIR DE VARA DE ALGODÓN DEL VALLE DE MEXICALI, MÉXICO

Ricardo Torres ^a, Gisele Montero ^a, Beatriz Jaramillo ^b, Mary Bejano ^a, Laura Pérez ^a, Erick Romero ^a,
Ramón Ayala ^a, Marcos Coronado ^a

^a Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este, Mexicali, Baja California, CP 21280, México.
ricardo_torres89@hotmail.com.

^b Grupo de Investigaciones Agroquímicas, Programa de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Cartagena, Sede San Pablo, Cartagena, Colombia.

Resumen

La fermentación de biomasa lignocelulósica para la producción de bioetanol genera grandes cantidades de lignina como subproducto. Esta lignina posee un alto poder calorífico, el cual puede ser aprovechado para la producción de energía térmica y/o eléctrica. De esta forma se promueve un uso integral de los residuos agrícolas lignocelulósicos y se disminuyen los costos de operación que implica el abastecimiento energético a partir de biomasa, haciendo más competitiva esta fuente de energía renovable. El Valle de Mexicali constituye un escenario propicio para el desarrollo de las energías renovables en el estado de Baja California, en cuanto a la producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos como la vara de algodón. En 2013, se generaron alrededor de 98,004 t de este residuo. El objetivo de esta investigación fue aislar y cuantificar el contenido de lignina Klason en vara de algodón del género *Gossypium Hirsutum L.* cultivado en el Valle de Mexicali, mediante la metodología propuesta en la norma ASTM D1106. Posteriormente se determinó el poder calorífico de la lignina aislada según la norma ASTM E711 y se evaluó su potencial energético como biocombustible de la región. Los resultados experimentales muestran que la vara de algodón presenta entre sus componentes estructurales 22.33% de lignina. Esta lignina tiene un poder calorífico igual a 24.99 MJ/kg, por tanto al final del ciclo agrícola se disponen de 547 TJ de energía. Este potencial es equivalente a la cantidad de energía que se obtendría de 16,776 t de carbón antracita o de 21,876 t de carbón lignito.

Palabras clave: Poder calorífico, residuos lignocelulósicos, potencial energético.

Introducción

La biomasa lignocelulósica es un tipo de biomasa vegetal, considerada uno de los recursos renovables más abundantes del planeta. Las investigaciones enfocadas a encontrar aplicaciones a este tipo de biomasa están relacionadas con: conversión energética y producción de biocombustibles, obtención de productos químicos y biomateriales [1]. Una fuente importante de biomasa lignocelulósica son los residuos vegetales que genera la agricultura herbácea e.g. trigo, algodón, entre otras [2]. Desde el punto de vista del análisis de composición química, los biopolímeros más abundantes en las plantas son aquellos que conforman la pared celular como la celulosa, hemicelulosa y lignina. En el caso de los residuos agrícolas lignocelulósicos, las proporciones de los constituyentes celulares puede

AMIDIQ

La Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C.
"Retos de la Ingeniería Química en la Globalización"

Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a:

Ricardo Torres Ramos, Gisela Montero Alpiroz, Beatriz Jaramillo Colorado, Mary Beleño Cabarcas, Laura Pérez Pelayo, Erick Romero Uscanga, Ramón Ayala Bautista, Marcos Coronado Ortega

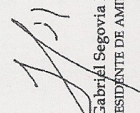
Por la presentación del trabajo:

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ENERGÉTICO DE LIGNINA OBTENIDA A PARTIR DE VARA DE
ALGODÓN DEL VALLE DE MEXICALI, MÉXICO**

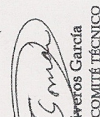
XXXVI Encuentro Nacional

Cancún, Quintana Roo, 5 al 8 de Mayo 2015

ID:573


Dr. Juan Gabriela Segovia Hernandez
PRESIDENTE DE AMIDIQ


Dr. Adrián Bonilla Petriciolet
PRESIDENTE DEL COMITÉ ORGANIZADOR


Dr. Tomás Viveros García
PRESIDENTE DEL COMITÉ TÉCNICO

Memorias del XXXV Encuentro Nacional de la AMIDIQ
6 al 9 de Mayo de 2014, PuertoVallarta, Jalisco, México

COMPARACIÓN DE DIFERENTES ARREGLOS PARA LA ETAPA DE PURIFICACIÓN EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

José Ramón Ayala Bautista^a, Gisela Montero Alptre^a, Hector Enrique Campbell Ramirez^a, José Angel León Valdez^a, Laura Janet Pérez Pelayo^a, Carlos Alfonso Sagaste Bernal^a.

^aInstituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la normal S/N, Colonia insurgentes Este, Mexicali Baja California CP 21280, MÉXICO. ramon.ayala@uabc.edu.mx

Resumen

En los últimos años se ha prestado atención a las materias primas utilizadas en los procesos de producción de biocombustibles. Cada vez, resultan más claras las desventajas de utilizar cultivos destinados a la alimentación para su producción. Lo anterior deja a los residuos como una alternativa a los dilemas presentados. Utilizar residuos de cítricos es una opción que se ha estudiado en los últimos años como materia prima. Un proceso para la producción de bioetanol a partir de cítricos residuales involucra por lo menos 4 etapas: pretratamiento, hidrólisis, fermentación y purificación. Las mejoras en el proceso ocurren en la etapa de fermentación modificando las técnicas para aumentar la producción, y en la etapa de purificación, donde la mejora se logra al aumentar la eficiencia energética. El objetivo del presente trabajo es comparar la relación: recuperación de etanol/unidad de energía utilizada en el proceso. Para ello se presentan 3 arreglos para una etapa de purificación. Se construyeron modelos de equivalencia para simular la biomasa que entra a la purificación en conjunto con el bioetanol producido. La alimentación se obtiene a partir del recurso disponible de residuos de cítricos, presentando un valor de 1562.5 kg/h. Los arreglos requieren una potencia que oscila entre los 318 kW hasta los 2640 kW para obtener corrientes másicas de 33.84 kg/h a 46.789 kg/h. Las composiciones másicas de estas corrientes varían de 6.1% a 91% w/w. Las etapas posteriores en los arreglos se discuten en el trabajo.

Introducción

Gran cantidad de alimentos se cultivan para satisfacer las necesidades humanas, siendo los cítricos uno los cultivos más abundantes en el planeta [1]. México, tan solo en 2011, produjo 6.62 millones de toneladas de cítricos [2], aportando el 5.86% de naranja, 15.5% de limón, 5.13% de toronja de la producción mundial de estos cultivos [2]. Se estima que el 18% de estos cultivos es cáscara, la cual siendo bien aprovechada puede ser utilizada para la producción de bioetanol. El estado de Baja California generó 5717 toneladas de cítricos tan solo en 2011, el cálculo de la alimentación se realiza con base en el recurso disponible para este estado. En los últimos años, la producción de biocombustibles se ha enfocado en las materias primas utilizadas durante la conversión, pasando de cultivos dedicados a alimentos, a los llamados cultivos energéticos y finalmente los residuos. Debido a la abundancia de cítricos en el planeta, el utilizar las cáscaras de los mismos después de ser procesados resulta una propuesta atractiva.

Metodología

Antes de iniciar cualquier proceso, se debe conocer la cantidad de materia prima disponible y el suministro de la misma. Para el presente caso, la región de estudio es Baja California, la materia prima serán los residuos de cítricos consumidos, dichos residuos están conformados por cáscaras de: naranja, limón, toronja y mandarina. Según los datos

3576

© 2014 Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química
ISBN 978-607-95593-2-8

6° Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos
3° Foro Regional de Energías Renovables



Simulación en Aspen Plus para la extracción de aceite esencial de cáscara de naranja residual.

¹José Ramón Ayala Bautista, ¹Gisela Montero Alpírez, ¹Laura Pérez Pelayo, ¹Marcos Coronado Ortega, ^{1,2}Conrado García González, ¹Jesús Cerezo Román

¹Instituto de Ingeniería. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería. Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este C.P. 21280, Mexicali, B.C., México, gmontero@uabc.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Mexicali. Academia de Química y Bioquímica, av. Tecnológico S/N, Col. Elías Calles, C.P. 21396, Mexicali, B.C.

Resumen

Uno de los cultivos más importantes a nivel mundial son los cítricos. México aportó en 2011 el 5.86% de la producción mundial de naranja, generando aproximadamente un millón de toneladas de residuales de naranja. Este residuo puede ser utilizado como materia prima para la generación de bioetanol de tercera generación. Sin embargo, antes de realizar una fermentación, es necesario retirar el limoneno de las cáscaras, pues es inhibidor de la actividad microbiana. Por ello, se desarrolló una simulación en Aspen Plus®, utilizando cáscara de naranja residual como materia prima. Posteriormente, se efectuó una serie de experimentos a nivel laboratorio, de este proceso de extracción. La extracción ocurre mediante una hidrodestilación, técnica que requiere de servicios auxiliares como calentamiento de agua, un condensador del producto aceite esencial-solvente, y finalmente, un decantador a condiciones ambientales para separar el producto deseado. Se describen el diagrama del proceso, y las características de cada uno de los módulos de trabajo. Debido a la naturaleza del proceso de extracción, se realizaron dos modelos de equivalencia, uno para la cáscara de naranja y el segundo para el aceite esencial. Se presentan también, las bases de la simulación en relación con los compuestos representativos del material procesado, teniendo una producción de 72.134 g de aceite esencial equivalente a un rendimiento del 4.5% w/w. Se discuten los resultados obtenidos tanto en la simulación, como en la experimentación a nivel laboratorio, de la extracción y caracterización del aceite esencial de naranja. El índice energético se estimó en 70.5 W/g de aceite esencial producido, cuyo valor en el mercado es de 70 dólares/kg.

Palabras Clave: *Citrus Sinensis*, Hidrodestilación, Limoneno, Terpenos

1. Introducción

La naranja (*Citrus sinensis*) es un cultivo esférico con un sabor ligeramente ácido. Los cítricos forman parte de los cultivos más abundantes del mundo, con una producción cercana a los 91 millones de toneladas en 2011 [1]. Una parte de los cultivos se procesa para la elaboración de jugos envasados así como otros alimentos, en ellos se incluyen naranja, limón, y toronja. Al final del proceso, las semillas y cáscaras terminan como residuos [2]. A estos residuos de cítricos se les atribuye una producción anual de 15.5 millones de toneladas en 2011 [1].



Extracción de aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) en Baja California

^{1,4}Conrado García González, ²Gisela Montero Alpírez, ²Marcos A. Coronado Ortega, ³Ana M. Vázquez Espinoza, ²Laura J. Pérez Pelayo, ²Ramón Ayala Bautista, ⁴Alejandro A. Lambert Arista, ¹M. Marcela Acosta Gómez

¹Instituto Tecnológico de Mexicali, Academia de Química y Bioquímica, Av. Tecnológico S/N, Col. Elías Calles, CP. 21396, Mexicali, B.C. cardgarcia@gmail.com

²Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este, CP. 21280, Mexicali, B.C.

³Escuela de Ingeniería y Negocios, Universidad Autónoma de Baja California, Guadalupe Victoria, Carretera Estatal No. 3 Col. Gutiérrez, CP. 21720, Mexicali, B. C.

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez S/N, Col. Insurgentes Este, CP. 21280, Mexicali, B.C.

Resumen

El aceite esencial es una mezcla de terpenos con olor característico de la especie vegetal de donde se extrae. Las hojas de eucalipto generadas por la actividad forestal, representan un recurso biomásico residual adecuado para la extracción de aceite esencial. Dicho recurso está disponible en Baja California, sin embargo, no es aprovechado. Su revalorización como materia prima para obtener aceite esencial, constituye un método sustentable para su disposición y permite reducir las emisiones de gases contaminantes asociadas a su combustión. Además, contribuye a la reducción de importaciones de aceite esencial a nivel nacional, que en el periodo 2003-2010, fueron de 369 toneladas anuales en promedio, con un precio a la alza de 7.69 dólares/kg en 2006 hasta alcanzar casi el doble en 2010. Este trabajo presenta los resultados de la operación de un extractor de aceite esencial con la técnica de arrastre de vapor, con el objetivo de determinar las condiciones en las cuales se obtiene mayor rendimiento. Para ello, se desarrolló un diseño de experimentos en el cual se estudió la influencia de los factores: presión de vapor, tiempo de operación y tamaño de partícula, sobre el rendimiento de aceite esencial extraído. El mayor rendimiento fue de 0.52% m/m, obtenido con un tiempo de operación de 80 min, vapor saturado a 30 psi y hoja de eucalipto entera. El aceite esencial obtenido fue analizado mediante un espectrómetro FT-IR Perkin Elmer para identificar sus compuestos principales, destacando el 1,8 cineol como el compuesto con mayor proporción en la mezcla.

Palabras Clave: Biomasa residual, cineol, destilación por arrastre de vapor, diseño de experimentos, terpenos.

1. Introducción

Los remanentes de las actividades agrícolas, industriales, ganaderas, forestales y en general de cualquier tipo que se desarrollen para satisfacer las necesidades humanas, son considerados sin valor ni utilidad, y por ello, comúnmente son clasificados como residuos.

Actualmente, el destino de la biomasa agrícola y forestal residual, como materia prima para su posterior transformación, se encuentra restringido a unas cuantas opciones tales como alimento para el ganado e incorporación como mejorador de suelo, pero no siempre son económicamente viables, por lo que los agricultores optan por las quemadas *in situ* a cielo abierto. Este hábito puede

EVALUACIÓN DE TANINOS CONDENSADOS EN PAJA DE TRIGO Y CORTEZA DE VARA DE ALGODÓN DEL VALLE DE MEXICALI, MÉXICO

Torres Ramos Ricardo¹, Montero Alpírez Gisela¹, Beleño Cabarcas Mary Triny¹, Toscano Palomar Lydia², Pérez Pelayo Laura Janet¹, Romero Uscanga Erick Enrique¹

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez y calle de la normal S/N 21280 Mexicali, Baja California, México. ricardo_torres89@hotmail.com

² Instituto Tecnológico de Mexicali, Av. tecnológico S/N Mexicali, Baja California, México.

Resumen

Los cultivos de la agricultura herbácea generan grandes cantidades de material vegetal que podrían ser una fuente importante para la obtención de taninos condensados. El estado de Baja California es el segundo estado productor de trigo y algodón en México. La preponderante actividad agrícola que se desarrolla en el estado tiene lugar en el Valle de Mexicali. Dicha actividad generó en 2013 alrededor de 527,103 t de paja de trigo y 142,377 t de vara de algodón. El objetivo de esta investigación fue evaluar el contenido de taninos condensados en la corteza de vara de algodón del género *Gossypium hirsutum* L. y en la paja de trigo del género *Triticum aestivum* L., residuos del Valle de Mexicali, usando el método gravimétrico Número Stiasny y etanol como solvente de extracción. Los extractos etanólicos secos se caracterizaron por espectrofotometría infrarroja. Los resultados experimentales indican que el porcentaje de extraíbles en etanol fue 15.29 % para corteza de vara de algodón y 10.36 % para paja de trigo. Mientras el rendimiento de taninos condensados en la corteza de vara de algodón fue 8.71 % y en la paja de trigo fue 5.53 %. Los espectros obtenidos revelan los grupos funcionales característicos de los polifenoles en los extractos etanólicos secos.

Palabras claves: Número Stiasny, residuos agrícolas, polifenoles.

Abstract

The crops of the herbaceous agriculture generate great amounts of vegetal material might be an important source for the production of condensed tannins. Baja California is the second state producer of wheat and cotton in Mexico. The main agricultural activity that the state develops has place in the Mexicali Valley. In 2013, around of 527,103 t of wheat straw and 142,377 t of cotton stalk were generated. The aim of this research was to evaluate the content of tannins condensed in the bark of the cotton stalk of the genus *Gossypium hirsutum* L. and wheat straw *Triticum aestivum* L., from the Mexicali Valley using the gravimetric Stiasny Number and ethanol was used as solvent in the extraction. The dried ethanolic extracts obtained were characterized by infrared spectrophotometry. The experimental results indicate that the percentage of the extracts of ethanol was 15.29 % for the bark of the cotton stalk and 10.36 % for wheat straw. While the performance of condensed tannins in the bark of cotton stalk was 8.71 % and wheat straw was 5.53 %. The spectrums obtained showed the characteristic functional groups of polyphenols in the dried ethanolic extracts.

Keywords: Stiasny number, agricultural residues, polyphenols.

Introducción

Los taninos o compuestos polifenólicos constituyen una clase de metabolitos secundarios presentes en todos los tejidos vegetales de muchas plantas, se pueden encontrar en las flores, frutos, semillas, hojas,



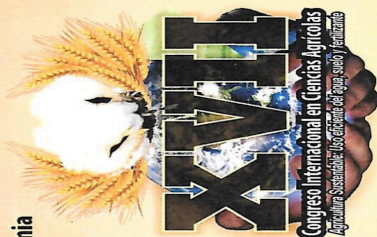
Universidad Autónoma de Baja California
Instituto de Ciencias Agrícolas
Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín



Universidad de Sonora
Departamento de Agricultura y Ganadería



Universidad Autónoma de Sinaloa
Facultad de Agronomía



otorgan la presente
Constancia

A:

Torres Ramos Ricardo, Montero Alpírez Gisela, Beleño Cabarcas Mary Triny,
Toscano Palomar Lydia, Pérez Pelayo Laura Janet, Romero Uscanga Erick Enrique

Por su participación como PONENTE con el Tema "EXTRACCIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE
TANINOS CONDENSADOS EN PAJA DE TRIGO Y CORTEZA DE VARA DE ALGODÓN DEL VALLE DE
MEXICALI, MÉXICO", en el XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas.

Mexicali, Baja California, octubre de 2014

"Por la realización plena del hombre"

Dr. Luis Fernando Escobedo García
Presidente

Dr. Fidel Nuñez Ramírez
Secretario



XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas
Agricultura sustentable: Uso eficiente del agua, suelo y fertilizantes
9 y 10 de Octubre de 2014

**DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA BIOMASA
LIGNOCELULÓSICA; CELULOSA, HEMICELULOSA Y LIGNINA DE LA PAJA DE
TRIGO PARA SU POSTERIOR PRETRATAMIENTO BIOLÓGICO**

**Romero-Uscanga Erick¹, Montero-Alpírez Gisela¹, Toscano-Palomar Lydia² Pérez-Pelayo Laura¹
Torres-Ramos Ricardo¹ Beleño-Cabarcas Mary Triny¹**

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California¹ Email: iq.iker182@gmail.com

²Instituto Tecnológico de Mexicali

Resumen

En este trabajo se caracterizó la paja de trigo del valle de Mexicali, con el fin de conocer el porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina existente en este tipo de biomasa para futuros estudios como el uso de pretratamientos biológicos con hongos celulolíticos para el mejoramiento de hidrólisis enzimática. En la caracterización de la paja de trigo se realizaron determinaciones de propiedades físicas como pH, humedad y cenizas; y la determinación de propiedades químicas como nitrógeno total y extracciones con solventes orgánicos. La biomasa lignocelulósica está constituida por tres componentes principales que se encuentran en mayor por celulosa, hemicelulosa y lignina. La biomasa también está compuesta por componentes minoritarios como son aceites, resinas, taninos, azúcares, gomas, colorantes y almidones. Para lograr acceder a los tres principales componentes de la biomasa se realizaron extracciones al material lignocelulósico basándose en los métodos TAPPI, esto con el fin de poder acceder posteriormente a los componentes de mayor proporción. Los solventes utilizados en las extracciones fueron acetona y agua, logrando extraer todos los componentes que se encuentran en menor proporción en la paja de trigo. Una vez libre de extraíbles, se realizó el análisis de lignina, celulosa y hemicelulosa respectivamente, los porcentajes encontrados fueron, celulosa 57%, hemicelulosa 17% y Lignina 19%. Con los posteriores resultados, se podría comenzar con el pretratamiento biológico con cepas de hongos celulolíticos para conocer la degradación de los principales componentes de la paja de trigo.

Palabras clave: *Caracterización, Biomasa lignocelulósica, Celulosa, Hemicelulosa, lignina.*

Abstract

In this paper wheat straw from Mexicali Valley was characterized, in order to know the percentage of cellulose, hemicellulose and lignin existing in this type of biomass this for future studies as the use of biological pretreatment with cellulolytic fungi for improving hydrolysis enzyme. In the characterization of wheat straw physical property determinations as pH, moisture and ash were carried out; and the determination of chemical properties as total nitrogen and extraction with organic solvents. Lignocellulosic biomass is made up of three main components that are most of cellulose, hemicellulose and lignin. Biomass is also composed of minor components such as oils, resins, tannins, sugars, gums, colors and starches. To gain access to the three major components of lignocellulosic biomass materials extractions were performed based on TAPPI methods, this in order to subsequently access components larger proportion. The solvents used in the extractions were acetone and water, managing to extract all the components found in smaller proportions in wheat straw. Once free of extractables, analysis of lignin, cellulose and hemicellulose respectively performed, the percentages found were, 57% cellulose, 17% hemicellulose and 19% lignin. With the subsequent results, it could start with the biological pretreatment with strains of cellulolytic fungi for the degradation of the major components of wheat straw.

Keywords: *Characterization, lignocellulosic biomass, cellulose, hemicellulose, lignin.*

Emisiones de las quemas de residuos agrícolas en el Valle de Mexicali, 1987-2010

Marcos Alberto Coronado Ortega, Gisela Montero Alpírez, Conrado García González, Armando Pérez Sánchez, Laura Janet Pérez Pelayo

coronado.marcos@gmail.com

Resumen

Baja California, México, se ubica en tercer lugar a nivel nacional con mayor superficie de trigo cultivada, con el 13.5%. Mexicali, capital de dicho estado, es el principal productor de trigo y representa el cultivo más importante de su Valle, con una superficie cultivada en el periodo 2009-2010 de 87,724 Ha. Esto conlleva a la generación de grandes cantidades de paja de trigo como residuo agrícola. Tradicionalmente el 85% de este residuo es dispuesto mediante la quema *in situ* a cielo abierto con el objetivo de preparar la tierra para el próximo ciclo agrícola, el 15% restante tiene diversas aplicaciones. Tal práctica repercute considerablemente en las emisiones de CO₂, PM y CH₄ al medio ambiente, ocasionando un deterioro de la calidad del aire del Valle y ciudad de Mexicali, así como problemas en la salud poblacional. Por otra parte, se desaprovecha la energía contenida en la paja de trigo, la cual es potencialmente útil como biocombustible. Se presenta aquí un inventario de las emisiones generadas por las quemas de la paja de trigo realizadas *in situ* a cielo abierto, para el periodo 1987-2010. En los resultados destaca que las emisiones totales, considerando las quemas agrícolas progresivas en dirección del viento, pasaron de 25,370 t (1987) a 41,913 t (2010).

Palabras Clave: biomasa, contaminación atmosférica, energía, simulación dinámica

1. Introducción

La quema de biomasa es considerada como una fuente global y significativa de emisiones, contribuyendo con aproximadamente el 40% de CO₂. El 90% de las quemas son iniciadas por el ser humano. Estas quemas inducidas son utilizadas con una diversidad de finalidades, como son deforestación, control de plagas, quemas de maleza y residuos, así como prácticas de cosecha. Se ha estimado que 8,700 Tg de materia seca es quemada en el mundo cada año y representa uno de los factores más importantes que afectan el cambio climático [1]. Los sistemas agrícolas en todo el planeta producen grandes cantidades de residuos. La quema de los residuos en el campo es una práctica común, sobre todo en los países en desarrollo. Tal es el caso de México, donde el sector agrícola se ubica como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero [2].

Una de las zonas agrícolas más importante del Noroeste del país, es el Valle de Mexicali. Este valle se encuentra ubicado en el estado de Baja California, al Noroeste de México y comparte la misma cuenca atmosférica con el Valle Imperial, Estados Unidos. Su cultivo principal es el trigo, y es conocido como el de mayor rendimiento comercial en el país, con una productividad media en los últimos años de 6.3 t/ha. Dicho Valle, está posicionado a nivel nacional, como uno de los que cuenta con mayor superficie de trigo cultivada. Si bien las condiciones climáticas han sido favorables para este cultivo en la región, el uso de variedades mejoradas de alto potencial productivo y la experiencia del productor en la aplicación de los paquetes tecnológicos para su manejo han sido determinantes para lograr este nivel de producción [3]. La cosecha de trigo tiene asociada la generación de grandes cantidades de paja como residuo agrícola. Tradicionalmente el 85% de este residuo es dispuesto mediante la quema *in situ* a cielo abierto con el objetivo de

Aceite esencial: potencial de obtención a partir de residuos de naranja en Mexicali, Baja California

José Ramón Ayala Bautista, Gisela Montero Alpírez, Laura Pérez Pelayo, Iliana Aguilar Hurtado,
Armando Pérez Sánchez
iq.ramonayala@gmail.com

Resumen

Se presenta una estimación del potencial de aprovechamiento del residuo de la cáscara de naranja para la obtención de aceite esencial. Las técnicas consideradas para la producción de aceite esencial fueron: destilación por arrastre de vapor (hidrodestilación) y prensado mecánico, tomando como base la producción de naranja en el municipio de Mexicali. Este municipio forma parte de Baja California, estado ubicado al noroeste de la República Mexicana, presenta una importante producción de naranja en el país y cuenta con una superficie de 161.5 hectáreas dedicadas a este cultivo, con un rendimiento de 18.69 toneladas por hectárea, que lo sitúa por arriba de la media nacional. Tal producción es utilizada para satisfacer las necesidades de la población. Como consecuencia del consumo de este cítrico, se generan grandes cantidades de desechos de naranja, que constituyen residuos sólidos urbanos, cuya disposición se destina a un relleno sanitario, por lo que es deseable su aprovechamiento para la elaboración de productos de alto valor agregado y a la vez contribuir a la eliminación de una fuente de contaminación importante. Con base en un consumo de naranja anual per cápita nacional reportado en 2008, que fue de 37.2 kilogramos, se estimó una generación de 12,711 toneladas de desechos sólidos de cáscara de naranja en Mexicali y un potencial para producir 66.5 toneladas anuales de aceite esencial.

Palabras Clave: *cítricos, hidrodestilación, prensado*

1. Introducción

El municipio de Mexicali, se encuentra ubicado en el estado de Baja California en la región noroeste de la República Mexicana, al norte colinda con los Estados Unidos de América, específicamente con el estado de California; al sur con el estado de Baja California Sur; al este con el Golfo de California y al oeste con el Océano Pacífico. A largo de su historia Mexicali ha tenido grandes problemas de contaminación de aire, suelo y agua, es por ello que lamentablemente ocupa el quinto lugar de la lista de ciudades más contaminadas de México según lo reporta el Instituto Nacional de Ecología (INE) y gran parte de esta contaminación ha sido generada por la inadecuada disposición de los residuos de la población, los cuales se dividen en residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. [1], [2]

En 2009, el estado de Baja California representado en la Figura 1, dispuso aproximadamente 55,000 toneladas de residuos sólidos urbanos, mezcla constituida de orgánicos, reciclables y otros residuos. De ahí el interés y necesidad de aprovechar parte de ellos y recuperarlos como fuente de materias primas para procesos de generación de energía, o como materiales remediadores de suelo, por citar algunos de sus usos. Es así que la Cáscara de Naranja Residual, (CNR) representa una oportunidad para producir Aceite Esencial de Naranja (AEN). Dicho aceite es utilizado en industrias como la farmacéutica, alimenticia y de limpieza, siendo de importante valor por sus propiedades aromáticas.

Feasibility Study for Bioenergy Production from Waste Vegetable Oil

Marcos Coronado, Gisela Montero, Conrado García,
Laura Pérez
Institute of Engineering
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
Mexicali, México
coronado.marcos@gmail.com

Abstract— The results of a feasibility study to produce energy from residual biomass are presented, specifically waste vegetable oil (WVO) that are generated in the restaurant industry in Mexicali city. The improper handling and disposal of such waste, cause environmental problems like clogging and overflows in sewage system, among others, it increases maintenance and wastewater treatment costs. The reutilization of WVO as inputs in energy production is a sustainable option for its disposal, besides offering the opportunity to replace the currently conventional energetics used it contributes to the mitigation of environmental impact. To estimate the volumes of WVO generated and develop a dynamic model to predict their behavior, a survey was applied to restaurants. The following results were obtained considering a period of 10 years: an average WVO generation of 3.09 L per capita annually and a total of 3,000,000 L per year, sufficient volumes to make feasible its reuse in production processes as biodiesel and electricity.

Keywords— Bioenergy, Power generation, Simulation, Waste Vegetable Oil.

I. INTRODUCTION

Throughout history, the biomass has been used by humans as a source of renewable energy. It is defined as organic matter coming from agriculture, livestock and forestry activities, among others. It is also the raw material needed for biofuels production, fuels produced by the application of sustainable technological processes that meet specifications and quality standards [1]. The energy of biomass can be exploited to generate electricity and heat. The biomass is also able to be converted into liquid biofuels such as biodiesel and bioethanol and gas as biogas. Currently, the use of biomass has been resurged due to inevitable depletion of worldwide oil reserves, as well as the rising price of conventional fuels. Biomass provides about 10% of world primary energy [2]. In Mexico, biomass lies in third place with a share of 3.5% in primary energy production, which include only wood and sugarcane bagasse with 2.6% and 0.9% respectively (Fig. 1).

Biomass is an option that may be key in electricity generation and biofuel production, particularly in regions that do not have own oil resources such as the State of Baja

California. This state is located northwest of Mexico, bordered on the north by the State of California of United States. Its only sources of primary energy to power generation are: geothermal, located in the Mexicali Valley, known as Cerro Prieto, with an installed capacity of 720 MW and wind in La Rumorosa, Tecate, with an installed capacity of 10 MW. Its electrical system is isolated from the national grid and connected with United States grid.

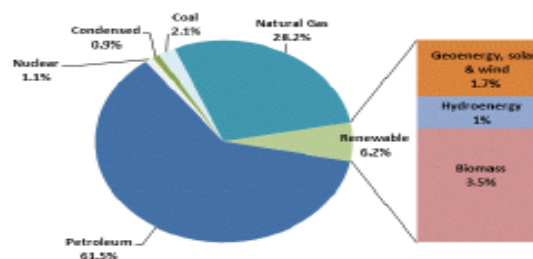


Figure 1. Structure of primary energy production in Mexico, 2009 [3].

Mexicali, capital of Baja California, has a population of 972,409 inhabitants [4]. Among its strengths include the skilled workforce, water and energy supply, and a favorable economic environment. In the environmental approach, Mexicali presents several problems of air quality, soil and water, this is largely due to: a) the high density of maquiladora industries, b) an extensive and obsolete fleet of vehicles from both the transport sector, as agricultural and domestic sectors, c) agricultural burning and garbage, d) improper disposal of waste, e) the insufficient paving that generates frequent dust storms, resulting in high emissions of pollutants, highlighting the greenhouse gases responsible for global warming, which also affect population health. As a result, Mexicali was located in the first place of CO and PM₁₀ emissions, exceeding the permissible limits of environmental regulations and sixth in ozone nationally per capita in 2005 [5]. In regard to fuels, there is no use of biofuels in the region. It should be noted that



<http://www.engii.org/cet2011/Home>

World Congress on Engineering and Technology

Attendance Confirmation

Oct. 28th-Nov. 2, 2011

Dear author,

It has been confirmed that you have attended World Congress on Engineering and Technology (CET2011) in Shanghai, China.

ID: 22353

Title: Feasibility Study for Bioenergy Production from Waste Vegetable Oil

Author: Marcos Coronado, Gisela Montero, Conrado Garcia, Laura Perez

This conference is organized by IEEE Beijing Section, IEEE Wuhan Section, Tongji University and Wuhan University. There will be many distinguished scholars from all over the world to join this meeting, and you will see many exciting new fronts in the engineering and technological subjects. Traveling and lodging fees are not included.

Thanks for your support!

Best regards,

Linda Luo

The secretary of CET Organizing Committee

CET 2011 Organizing Committee

Guangdong Hotel Shanghai, No.328 Yixian Road,

Hongkou District Shanghai, Shanghai City, China

Tel: +86 - 186 2773 7240

Email: cet@engii.org

Website: <http://www.engii.org/cet2011/>





I

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL DE ALGODÓN (*GOSSYPIMUM HIRSITUM*) EN BAJA CALIFORNIA

Marcos A. Coronado Ortega¹, Gisela Montero Alpízar¹, Conrado García González^{1,2}, Laura Pérez Pelayo¹, Daniela Montes¹

¹Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Calle de la Normal S/N, Col. Insurgentes Este, CP 21280, Mexicali, BC

²Instituto Tecnológico de Mexicali, Academia de Química y Bioquímica, Av. Tecnológico S/N Col. Elías Calles, CP 21396, Mexicali, BC

coronado.marcos@gmail.com

Palabras clave: bioenergéticos, energía renovable, vara de algodón.

Baja California se caracteriza como una región con una agricultura intensiva y en 2011 presentó una superficie cultivada de 225,138 Ha, el 14.4% de dicha superficie está comprendida por el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Como residuo principal se tiene la vara de algodón la cual posee un potencial energético considerable, actualmente desaprovechado, y cuya disposición generalmente es la quema a cielo abierto. Esto se lleva cabo ya que reduce los costos en la preparación de la tierra para el próximo ciclo agrícola y además evita la propagación de plagas y enfermedades en futuros cultivos. La utilización de la biomasa agrícola residual, ha adquirido mayor relevancia internacional como fuente de energía primaria renovable, debido a sus ventajas ambientales, las cuales consisten principalmente en sustituir los combustibles fósiles, y contribuir en la mitigación de emisiones contaminantes. Es por ello que el objetivo del presente trabajo, es la estimación de la disponibilidad de biomasa residual que se genera a partir del cultivo del algodón y su potencial energético para la generación de calor y/o energía eléctrica. A partir de los residuos de algodón resultaría factible obtener 2.16 PJ, que equivalen a 80,462 m³ de diesel, y abastecer una planta de potencia con capacidad de 22 MW. Tal magnitud de energía disponible coadyuvaría a la diversificación de la matriz energética de Baja California, que depende del abastecimiento externo de combustibles puesto que no posee recursos petrolíferos propios.

1





Justificación

La Secretaría de Energía reporta sus estadísticos de acuerdo con regiones integradas por varios estados, así entonces, la región Noroeste incluye Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa y cuenta con una capacidad instalada de 6,748 MW con diversos tipos de tecnologías.

En el 2007 la demanda total de los petrolíferos fue de 223 millones de barriles diarios de petróleo crudo (gasolina, diesel, combustóleo, turbotina y coque de petróleo) los cuales fueron utilizados en el sector transporte, industrial y eléctrico. Además, la región Noroeste cuenta con 1,191 estaciones de servicio de gasolina y diesel [1].

Región Noroeste, flujo de petrolíferos, 2007



Demanda regional por producto, 2007
(millones de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)

Producto	Demanda (millones de barriles diarios de petróleo crudo equivalente)
Gasolina	84.5
Diesel	59.8
Combustóleo	76.5
Turbotina	0.1
Coque de petróleo	0.0
Total región	221.9

Demanda regional por sector, 2007

Sector	Porcentaje
Transporte	80.1%
Industrial	16.8%
Eléctrico	3.0%

Fuente: Prospectiva de Petrolíferos 2008-2011, SENER

Antecedentes

En 1999 el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) junto con otros organismos plantearon una metodología para la definición de indicadores energéticos de un conjunto de países. Se construyeron 30 indicadores clasificados de acuerdo a sus aspectos sociales (4), económicos (16) y ambientales (10) [2].

A nivel nacional, se encuentra el caso del estado de Guanajuato, en el cual la empresa Consultoría de Negocios y Tecnologías de Gestión S.A.C. con el fin de contar con información actualizada para realizar una planeación estratégica del estado e incrementar el uso de energías renovables creó el Sistema de Información Energética de Guanajuato (SIEG) como una plataforma de consulta sobre información energética catalogada por municipios [3].

Resultados esperados

Entre los resultados se espera contar con información actualizada del sector energético, que sea específica para Baja California, desagregada por sector productivo y que a su vez pueda ser desagregada por municipio.

Así mismo, se considera la determinación de los denominados componentes que permitan el cálculo de indicadores y en general de valores que son frecuentemente utilizados en los proyectos vinculados al sector energético y que, por lo general, en cada proyecto son calculados de fuentes distintas, provocando como es de esperarse, diferentes resultados, en función de las fuentes consultadas.

Se espera entonces, que los resultados de esta investigación permitan homogeneizar en lo posible, la información que con frecuencia es consultada para diversos fines.

Metodología

El cálculo de los indicadores se realizará de acuerdo a las siguientes etapas:

- Búsqueda de las variables para calcular los indicadores.
- Cálculo de los indicadores, de forma estadística utilizando fuentes de información reconocidas.
- Registrar la evolución de los indicadores energéticos, identificando la tendencia por municipio en el transcurso del tiempo.
- Simulación, obtención de escenarios.

Resumen de Información Estadística de Baja California

- Capital: Mexicali
- Aportación al PIB Nacional: 3.6%
- Municipios: 5
- Extensión: 71 445 km², el 3.6% del territorio nacional.
- Población: 2 644 469 habitantes, el 2.8% del total del país.
- Distribución de población: 93% urbana y 7% rural; a nivel nacional el dato es de 79 y 24% respectivamente.
- Escolaridad: 5.9 (únicamente la secundaria terminada); 6.1 el promedio nacional.
- Hablantes de lengua indígena de 5 años y más: 1 de cada 100 personas. A nivel nacional 7 de cada 100 personas hablan lengua indígena.
- Sector de actividad que más aporta al PIB estatal: Comercio, restaurantes y hoteles [4].

Referencias

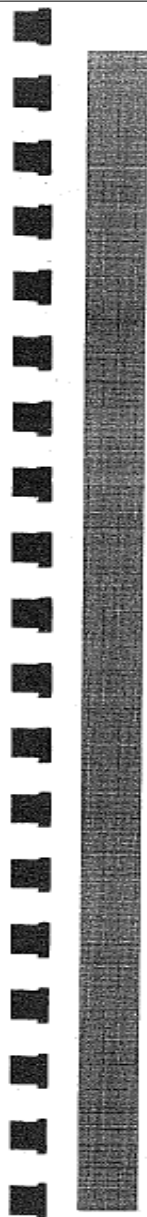
[1] Secretaría de Energía, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Reguladora de Energía, Pemex Corporativo, Pemex Refinación, Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Subsecretaría de Electricidad y Unidad de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Energía. Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024. Secretaría de Energía, 2009.

[2] Organismo Internacional de Energía Atómica, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de la Energía, EUROSTAT, y Agencia Internacional de la Energía de Medio Ambiente. Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías, Organismo Internacional de Energía Atómica, 2008.

[3] CONYTEG (____). "Sistema de Información Energética de Guanajuato (SIEG)". Consultado el 10 de Noviembre de 2016. En: <http://www.conyteg.sib.mex.mx>

[4] INEGI (____). "Cuadrante de México". Consultado el 21 de Noviembre de 2016. En: <http://www.inegi.org.mx/monografias/informacion/boletines/boletines-mexico-02>





CÁLCULO ENERGÉTICO EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

Autores

Carlos Alfonso Sagaste Bernal

Gisela Montero Alpírez

Marcos Alberto Coronado Ortega

Conrado García González

José Ángel León Valdez

José Ramón Ayala Bautista

Laura Janet Pérez Pelayo

REGISTRO: 02-2015-10151263600-01
 TIPO: CALCULO ENERGIA EN LA EXTRACCION
 DE ORO
 DEPOSITO: 02-2015-10151263600-01
 PRESENTACION: REGISTRADO DE OBRAS
 TIPO TRAMITE: REGISTRADO DE OBRAS
 PRESENTACION: ENCARROGADO

UNCLASSIFIED
 EXCLUDED PUBLIC
 E.O. 1.5-107-107-10683600-01

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES:

AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

TITULO:

CALCULO ENERGETICO EN LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

RAMA:

COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

TITULARES:

AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I, II y III de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras; los esquemas, planes o reglas para realizar actos mentales, juegos o negocios.

Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.

03-2015-101510163600-01

Página 1 de 2

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2015-101510163600-01

La presente firma ampara el registro número: 03-2015-101510163600-01

México D.F., a 22 de octubre de 2015

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



Página 2 de 2

CERTIFICADO	
Registro Público del Derecho de Autor	
Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 166, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la OBRA cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:	
AUTORES:	AYALA BAUTISTA JOSE RAMON CORONADO ORTEGA MARCOS ALBERTO GARCIA GONZALEZ CONRADO LEON VALDEZ JOSE ANGEL MONTERO ALPIREZ GISELA PEREZ PELAYO LAURA JANET SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO VAZQUEZ ESPINOZA ANA MARIA
TITULO:	COTTON STALKS FOR POWER GENERATION
RAMA:	COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)
TITULARES:	AYALA BAUTISTA JOSE RAMON CORONADO ORTEGA MARCOS ALBERTO GARCIA GONZALEZ CONRADO LEON VALDEZ JOSE ANGEL MONTERO ALPIREZ GISELA PEREZ PELAYO LAURA JANET SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO VAZQUEZ ESPINOZA ANA MARIA
Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.	
Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I, II y III de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo, el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras; los esquemas, planes o reglas para realizar actos mentales, juegos o negocios.	
Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.	
Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidas por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.	
Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.	
C3-2015-100110270000-01	Página 1 de 2
	 

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 206, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2015-100110270000-01

La presente firma ampara el registro número: 03-2015-100110270000-01

México D.F., a 7 de octubre de 2015

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



Página 2 de 2

SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INDAUTOR
Instituto Nacional del Derecho de Autor

al
cmz

CERTIFICADO	
Registro Público del Derecho de Autor	
Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la OBRA cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:	
AUTORES:	AYALA BAUTISTA JOSE RAMON CORONADO ORTEGA MARCOS A. FLORES ZAMORA MARCO ANTONIO GARCIA GONZALEZ CONRADO LEON VALDEZ JOSE ANGEL MONTERO ALPIREZ GISELA PEREZ PELAYO LAURA JANET SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO VAZQUEZ ESPINOZA ANA MARIA
TITULO:	POWER GENERATION ESTIMATION FROM WHEAT STRAW IN MEXICO
RAMA:	COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)
TITULARES:	AYALA BAUTISTA JOSE RAMON CORONADO ORTEGA MARCOS A. FLORES ZAMORA MARCO ANTONIO GARCIA GONZALEZ CONRADO LEON VALDEZ JOSE ANGEL MONTERO ALPIREZ GISELA PEREZ PELAYO LAURA JANET SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO VAZQUEZ ESPINOZA ANA MARIA
Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I, II y III de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras; los esquemas, planes o reglas para realizar actos mentales, juegos o negocios.	
Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.	
Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.	
Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.	
Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.	
03-2015-100110292200-01	
Página 1 de 2	
 	

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2015-100110292200-01

La presente firma ampara el registro número: 03-2015-100110292200-01

México D.F., a 7 de octubre de 2015

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



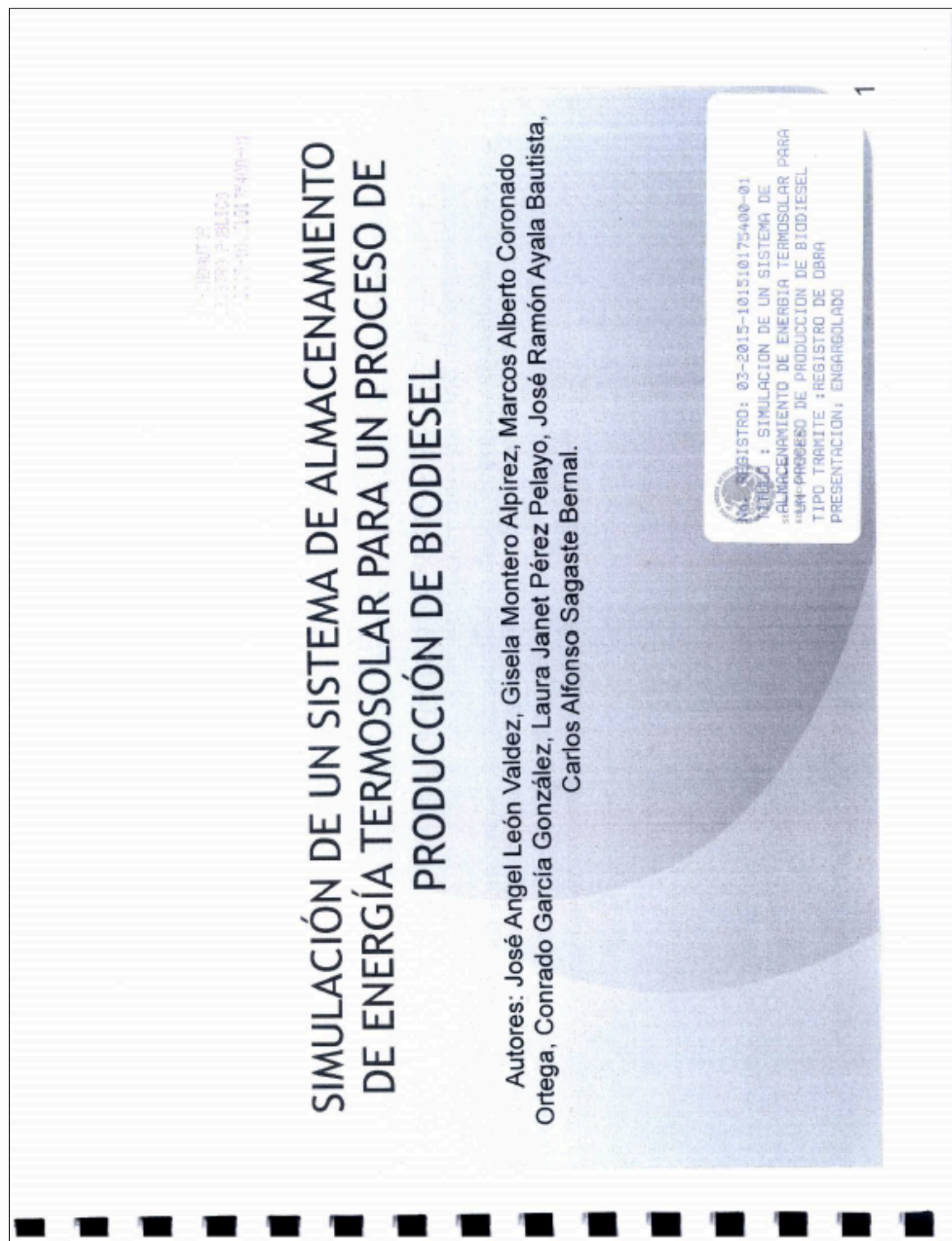
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL
DEL DERECHO DE AUTOR
DIRECCIÓN DEL REGISTRO PÚBLICO
DEL DERECHO DE AUTOR

Página 2 de 2

SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INDAUTOR
Instituto Nacional del Derecho de Autor
al em2



CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

TITULO: SIMULACION DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA
TERMOSOLAR PARA UN PROCESO DE PRODUCCION DE BIODIESEL

RAMA: COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

TITULARES: AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.

Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracciones I, II y III de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras; los esquemas, planes o reglas para realizar actos mentales, juegos o negocios.

03-2015-101510175400-01

Página 1 de 2

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 206, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2015-101510175400-01

La presente firma ampara el registro número: 03-2015-101510175400-01

México D.F., a 22 de octubre de 2015

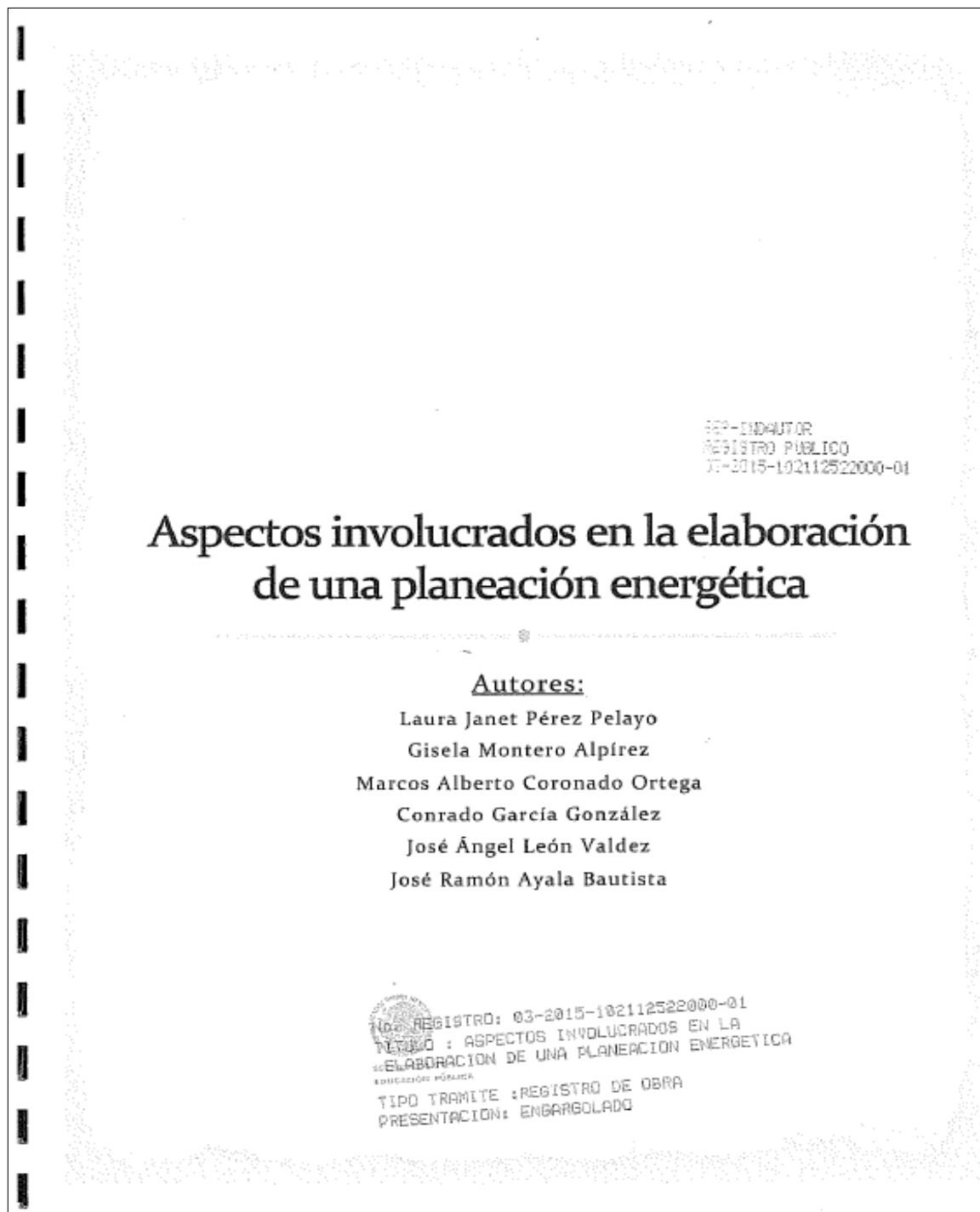
EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR
REGISTRAR DEL DERECHO DE AUTOR

Página 2 de 2



CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES:

AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

TITULO:

ASPECTOS INVOLUCRADOS EN LA ELABORACION DE UNA PLANEACION
ENERGETICA

RAMA:

COMPILACION DE DATOS (BASE DE DATOS)

TITULARES:

AYALA BAUTISTA JOSE RAMON
CORONADO ORTEGA MARCOS A.
GARCIA GONZALEZ CONRADO
LEON VALDEZ JOSE ANGEL
MONTERO ALPIREZ GISELA
PEREZ PELAYO LAURA JANET
SAGASTE BERNAL CARLOS ALFONSO

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 107 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las bases de datos o de otros materiales legibles por medio de máquinas o en otra forma, que por razones de selección y disposición de su contenido constituyan creaciones intelectuales, quedarán protegidas como compilaciones. Dicha protección no se extenderá a los datos y materiales en sí mismos.

Con fundamento en el artículo 13 último párrafo de la Ley Federal del Derecho de Autor, las obras que por analogía puedan considerarse obras literarias o artísticas se incluirán en la rama que les sea más afín a su naturaleza.

Con fundamento en el artículo 237 de la Ley Federal del Derecho de Autor, los afectados por los actos y resoluciones emitidos por el Instituto que pongan fin a un procedimiento administrativo, a una instancia o resuelvan un expediente, podrán interponer recurso de revisión en los términos de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo.

Con fundamento en el artículo 9 fracción I del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, corresponde al Director del Registro del Derecho de Autor expedir los certificados de registro de las obras que establece la Ley y su Reglamento, así como determinar la rama en que deberán registrarse las obras que por su analogía puedan considerarse literarias o artísticas.

03-2015-102112522000-01

Página 1 de 2

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2015-102112522000-01

La presente firma ampara el registro número: 03-2015-102112522000-01

México D.F., a 23 de octubre de 2015

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO NACIONAL
DEL DERECHO DE AUTOR
REGISTRO PÚBLICO
DEL DERECHO DE AUTOR

Página 2 de 2



Otorga la presente **CONSTANCIA** al

Ing. Laura Janet Pérez Pelayo

por su asistencia al foro

**“SOLUCIONES PARA EL DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES
Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN REGIONES FRONTERIZAS”**

Llevado a cabo el día 8 de Junio de 2011 en la ciudad de Mexicali, Baja California

LIC. DAVID MUÑOZ ANDRADE
DIRECTOR GENERAL

COMISION ESTATAL DE ENERGIA DE BAJA CALIFORNIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA



SISTEMAS ENERGÉTICOS

**Análisis del Impacto del Gasto en Electricidad sobre el
Ingreso de los Usuarios Residenciales de la Tarifa 1F en
Mexicali, Baja California.**

COORDINADOR DEL GRUPO

DR. HÉCTOR E. CAMPBELL RAMÍREZ

ASOCIADOS

M.C. RENÉ A. PALACIOS BARRIOS

ING. LAURA PÉREZ PELAYO

Mexicali, B. C. Mayo de 2011.



Diseño Conceptual de un Sistema de Información Energética para Baja California

Laura Janet Pérez Pelayo*, Dra. Gisela Montero Alpírez, Dr. Héctor E. Campbell Ramírez

*Laboratorio de Biocombustibles, Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Blvd. Benito Juárez s/n, C.P. 21280, Mexicali, Baja California, México.
e-mail: lperez7@uabc.edu.mx



Introducción

El objetivo de este trabajo, es el desarrollar un diseño conceptual de un sistema de información energética para Baja California, considerando parámetros sociales, económicos y ambientales, disgregados a nivel estatal o municipal, con el fin de contar con información centralizada y actualizada para realizar una planeación energética del Estado e incrementar el uso de energías renovables.

DISEÑO CONCEPTUAL

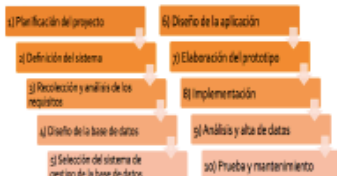
- 1) Capitalizar los recursos para conformar una idea.
- 2) Servirá para llevar a cabo un prototipo.
- 3) El prototipo nos ayudará a satisfacer una necesidad.

¿Qué es un sistema de información?

Sistema, automatizado o manual, que engloba a personas, máquinas y/o métodos organizados para recopilar, procesar, transmitir datos que representan información.

Metodología

La metodología que se tomó para el desarrollo de un diseño de un sistema de información fue la siguiente:



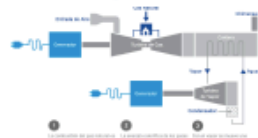
La información fue obtenida calculada a partir de datos de fuentes formales.



Condiciones Experimentales

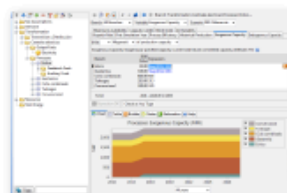
En el análisis de datos se utilizó el software "LEAP: Long-range Energy Alternatives Planning System". LEAP permitió especificar las características cada una de las tecnologías utilizadas en el proceso de generación de energía.

Generación de Energía Eléctrica con Gas Natural



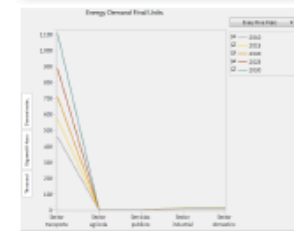
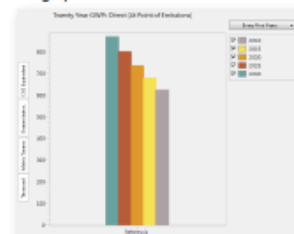
Se creó un escenario alterno y los datos que fueron dados de alta en LEAP son los siguientes:

- ✓ Variables económicas
- ✓ Consumo energético del Sector Doméstico, Industrial, Agrícola, Transporte y Servicios públicos.
- ✓ Picos de demanda de electricidad.
- ✓ Margen de reserva de capacidad instalada.
- ✓ Pérdidas de energía en los procesos transmisión y distribución.
- ✓ Eficiencias energéticas
- ✓ Tasas de crecimiento
- ✓ Incremento y decremento de centrales eléctricas
- ✓ Factores de emisiones.
- ✓ Usuarios de energía eléctrica.
- ✓ Pasajeros de vuelos nacionales e Internacionales.
- ✓ Parque vehicular.
- ✓ Volumen de carga ferroviaria.



Resultados

Como resultados se muestran distintas gráficas para el periodo 2010-2030 de: CO₂ equivalente, Demanda energética final y Demanda final de energía por sector económico.



Conclusiones y Continuidad

El análisis de datos permitió realizar parte de un balance general energético para Baja California, el cual ayuda a evaluar el uso de la energía mediante distintos escenarios.

Se busca continuar con las siguientes actividades:

- ✓ Continuar alimentando LEAP para generar distintos escenarios.
- ✓ Búsqueda de fondos para mejoramiento del sistema.
- ✓ Participación en eventos de difusión.
- ✓ Elaboración de publicaciones y trabajos en congresos

Referencias

- ✓ Perspectiva del Sector Eléctrico 2012-2030. SEMAR.
- ✓ Programa de Planeación 2012-2016. SEMAR.
- ✓ Sistema de Información Energética Nacional.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.
- ✓ Sistema de Información Energética Nacional.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.
- ✓ Cuentas Nacionales de Energía 2010-2012. Inventario Nacional de Energía.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Unidad Académica: Facultad de Ingeniería Mexicali

Programa (s) de estudio: (Técnico, Licenciatura) Ingeniero en Energías Renovables

Vigencia del plan: 2009-2

Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Planeación Energética 5. Clave: 12168

6. HC: 2 HL HT 2 HPC HCL HE 2 CR 6

7. Etapa de formación a la que pertenece: Terminal

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria X Optativa

9. Requisitos para cursar la Unidad de Aprendizaje: Simulación, Ahorro y Uso Eficiente de la Energía

Formuló: M.I. José Ramón Ayala Bautista
M.I. Laura Janet Pérez Pelayo

Vo.Bo.: Dr. Alejandro Lambert

Fecha: Julio de 2013

Cargo: Coordinador del programa