

**Benchmarking de Eficiencia  
Energética en los edificios de la  
Administración Pública  
Federal (APF)**

Diciembre 2012

**PROGRAMA DE ENERGÍA  
SUSTENTABLE EN MÉXICO  
SENER - GIZ**

**COMPONENTE ENERGÍA  
SUSTENTABLE EN LA EDIFICACIÓN**



**Benchmarking de Eficiencia Energética en los edificios de la  
Administración Pública Federal (APF)  
Segunda Etapa**

Ing. Héctor Juárez Mondragón  
jmhect@hotmail.com  
Consultor

**México  
Programa Energía Sustentable  
Componente Edificación,  
SENER, CONUEE, INE, CONAVI, INFONAVIT, GIZ**

Diciembre 2012

**GOPA Consultants**  
Hindenburgring 18  
61348 Bad Homburg  
Teléfono: +49-6172-930 215  
Fax: +49-6172-930 200  
E-mail: [gopa-en@gopa.de](mailto:gopa-en@gopa.de)

**INTEGRATION**  
Bahnhofstraße 9  
91322Gräfenberg  
Teléfono: +49-9192-9959-0  
Fax: +49-9192-9959-10  
E-mail: [int-ee@integration.org](mailto:int-ee@integration.org)

## Índice

<b>Abreviaturas .....</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>iv</b>
<b>Prólogo .....</b>	<b>v</b>
<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>vii</b>
<b>1 Potenciales de ahorro en inmuebles de la APF e inversiones requeridas para implementar medidas de ahorro.....</b>	<b>1</b>
1.1 Estatus actual de la Base de Datos (BD) de la APF de CONUEE .....	1
1.1.1 Por entidad federativa.....	1
1.1.2 Por tarifa eléctrica .....	1
1.1.3 Por región APF y tarifa eléctrica.....	1
1.1.4 Relación de inmuebles de la BD de la APF .....	1
1.1.5 Estatus de oficinas que contienen información suficiente para Benchmarking .....	3
1.1.6 Estatus de la base de datos de hospitales que contiene información suficiente para Benchmarking .....	4
1.1.7 Estatus de escuelas que contienen información suficiente para Benchmarking .....	4
1.2 Relación de índices energéticos por clasificación de inmueble, región APF e inmuebles con y sin Aire Acondicionado (AA) .....	6
1.3 Procedimiento para revisar la BD de los Diagnósticos Energéticos (DE) y obtención de los indicadores para extrapolar en la BD de la APF.....	8
1.4 Resultado de los Diagnósticos Energéticos (DE) e indicadores empleados para extrapolar resultados a la BD.....	9
1.5 Criterios para ponderar potenciales de ahorro e inversión a la BD de la APF .....	10
1.6 Precios medios de energía eléctrica empleados para el cálculo de potenciales en la BD de la APF .....	10
1.7 Medidas de Ahorro de Energía (MAE's) comunes en 41 DE .....	10

1.8	Resumen de potenciales de ahorro, beneficios e inversiones estimadas del programa de ahorro de APF .....	11
<b>2</b>	<b>Establecer una metodología que permita expandir el sistema Benchmarking a inmuebles comerciales UPAC's .....</b>	<b>13</b>
2.1	Estatus de la base de datos de Usuarios con Patrón de Alto Consumo (UPAC's).....	13
2.2	Análisis de índices energéticos de UPAC's 2011 .....	14
2.3	Procedimiento para revisar la BD de UPAC's y estructurarla con el objeto de aplicar Benchmarking en el futuro.....	16
<b>3</b>	<b>Revisar y adaptar el modelo de regresión múltiple desarrollado por el Instituto Nacional de Ecología (INE).....</b>	<b>18</b>
3.1	Incorporación de los Grados Día de Refrigeración y Calefacción con base a la herramienta desarrollada por Conavi .....	18
3.2	Resumen de inmuebles APF que cuentan con información requerida para implementar el procedimiento de análisis <i>Energy Star</i> ®.....	19
3.3	Análisis estadístico de la base de datos de oficinas .....	20
3.4	Análisis estadístico desarrollado para hospitales y escuelas.....	22
<b>4</b>	<b>Desarrollo de una herramienta de Excel® que permite realizar automáticamente el Benchmarking .....</b>	<b>23</b>
4.1	Descripción general del método de evaluación de desempeño energético.....	23
4.2	Herramienta de Excel® (Benchmarking) .....	25
4.3	Gráficas propuestas para mostrar resultados del Benchmarking .....	28
<b>5</b>	<b>Preparar y llevar a cabo un taller dirigido a operadores de los inmuebles de la APF .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>Sugerencias generales para facilitar la operación del programa de la APF y de UPAC's .....</b>	<b>30</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>33</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>34</b>

**Abreviaturas**

AA	Aire Acondicionado
AEAEE	Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C.
APF	Administración Pública Federal
BD	Base de Datos
Comp	Computadoras
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CT	Consumo Total (kWh/año)
DE	Diagnóstico Energético
EE	Eficiencia Energética
ENTE	Energía, Tecnología y Educación S.C.
ER	Energía Renovable
GDC ó HDD	Grados Día de Calefacción
GDR ó CDD	Grados Día de Refrigeración
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICEE	Índice de Consumo de Energía Eléctrica
IMCEE	Índice Máximo de Consumo de Energía Eléctrica
INE	Instituto Nacional de Ecología
LN	Logaritmo natural
MAE	Medidas de Ahorro de Energía
PAE	Programa de Ahorro de Energía
Per	Personas
Reg	Región del país donde se encuentra el edificio
S/R	Sin Registro
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
t	Toneladas
TR	Toneladas de Refrigeración
UPAC's	Usuarios con Patrón de Alto Consumo
ZT	Zona Térmica

## Lista de Figuras

Figura 4-1	Pantalla de la herramienta de Benchmarking en inmuebles	27
Figura 4-2	Escala vertical para mostrar la calificación del desempeño energético	28
Figura 4-3	Escala tipo europeo para mostrar la calificación de desempeño energético	28
Figura 4-4	Gráfica tipo velocímetro que indica la calificación de desempeño energético	29
Figura 4-5	Gráfica seleccionada para ubicar los resultados del inmueble comparado	29

## Lista de Tablas

Tabla 1-1	Estatus general de la base de datos APF	1
Tabla 1-2	Estatus de inmuebles que contienen información para Benchmarking	2
Tabla 1-3	Estatus de inmuebles del sector salud con información para Benchmarking	2
Tabla 1-4	Estatus de oficinas que contienen información para Benchmarking	3
Tabla 1-5	Estatus de hospitales que contienen información para Benchmarking	4
Tabla 1-6	Estatus de escuelas que contienen información para Benchmarking	5
Tabla 1-7	Índices energéticos por clasificación de inmueble, región APF e inmuebles con y sin Aire Acondicionado (AA)	7
Tabla 1-8	Resultado de la revisión de los DE e indicadores empleados para extrapolar resultados a la BD	9
Tabla 1-9	Precios medios de la energía para estimar potenciales de ahorro en la BD	10
Tabla 1-10	Medidas de Ahorro de Energía comunes que se presentan en los DE en inmuebles de la APF	11
Tabla 1-11	Potenciales de ahorro, beneficios e inversiones requeridas para el programa APF	12
Tabla 2-1	Estatus de la base de datos de UPAC's	13
Tabla 2-2	Índices de Consumo de Energía Eléctrica de la base de datos de UPAC's	14
Tabla 2-3	Ejemplo de Índices de Consumo de Energía Eléctrica de la base de datos de UPAC's	15
Tabla 3-1	Zona térmica, Grados Día de Refrigeración y Calefacción para 32 Entidades Federales	19
Tabla 3-2	Resumen de inmuebles que contienen información para realizar procedimientos estadísticos	20
Tabla 3-3	Resumen del análisis estadístico de 556 inmuebles de oficinas	21

## Prólogo

La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) mbH contrató en Septiembre 2009 al consorcio GOPA-INTEGRATION con el objetivo de asesorar la componente “Energía Sustentable en la Edificación de México”. La contraparte principal o socio principal de ejecución de la componente es la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Este componente forma parte del Programa “Energía Sustentable” ejecutado por la GIZ entre 2009 y 2013. El objetivo general de este programa es: “Las condiciones básicas para un aumento de la eficiencia energética (EE) y el aprovechamiento de las Energías Renovables (ER) han mejorado.” El objetivo del componente Edificación está definido así: "Las condiciones marco para el aumento de la EE (Eficiencia Energética) y del aprovechamiento de las ER (Energía Renovable) en la edificación han mejorado".

Basado en las discusiones y colaboraciones con CONUEE se propuso en el taller de planificación de este componente en Febrero 2011 de asesorar a CONUEE en la identificación de potenciales de ahorro de energía de los edificios de la Administración Pública Federal (APF) usando indicadores de consumo de energía (Benchmarking).

En el mismo año, el INE con apoyo de la empresa consultora ENTE desarrolló el estudio “Proyecto para la creación de una línea base de eficiencia energética de edificios comerciales en México” que tuvo como objetivo principal ampliar la base de datos que permita tener una línea base significativa y representativa de edificios comerciales, para alimentar el algoritmo de evaluación de edificios desarrollado por el INE en el 2010, basado en el método *Energy Star*®. En este estudio, se logró después de varias reuniones del grupo de trabajo<sup>1</sup>, integrar una base de datos con 726 inmuebles de la APF (471 oficinas, 76 hospitales y clínicas, 72 escuelas, entre otros), 527 tiendas comerciales, 83 hoteles y 4 oficinas corporativas.

A principios del 2012, CONUEE decidió dar continuidad a los esfuerzos realizados por el INE y se realizó con asesoría de GOPA-INTEGRATION/GIZ un estudio que confirma que de seis métodos de evaluación de desempeño en diferentes países, el método *Energy Star*® es el modelo con mayor factibilidad para seguir los procedimientos estadísticos con características de inmuebles, climas y condiciones de operación de México.

A partir de julio de 2012, con el objeto de dar cumplimiento al programa de la CONUEE para otorgar reconocimiento de desempeño energético a inmuebles de la APF, CONUEE e INE, con la asesoría de GOPA-INTEGRATION/GIZ trabajaron en conjunto para desarrollar un modelo estadístico para oficinas y bancos. Es importante mencionar que gracias al apoyo del INE en los análisis estadísticos, fue posible obtener modelos estadísticos confiables para establecer

---

<sup>1</sup> Conuee, AEAEE, FIDE, IMEI/AMERIC, Piccotto Arquitectos, SMA-GDF, GIZ, Grupo Salinas, entre otros.

comparaciones de inmuebles del mismo tipo, ubicación y condiciones de operación. Las variables que resultan significativas en el proceso estadístico son: clima en grados día de refrigeración y calefacción, superficie construida, número de personal y computadoras, capacidad de aire acondicionado y Región APF.

Como resultado de una revisión detallada de la consistencia y calidad de información de la base de datos de la APF, se identificaron 558 inmuebles de oficinas que presentaron información suficiente para el análisis estadístico. De otra parte, se formularon recomendaciones para una ampliación de la base de datos para otros tipos de edificios públicos (hospitales y escuelas), así como para edificios comerciales de Usuarios con Alto Patrón de Consumo de Energía (UPAC's).

Con la finalidad de que CONUEE cuente con los instrumentos necesarios para facilitar los procedimientos para otorgar reconocimientos a inmuebles con buen desempeño energético, se desarrolló una herramienta (en Excel®) en el cual se integró el modelo estadístico, que permitirá evaluar de forma directa el desempeño energético de los inmuebles registrados en la base de datos APF.

De forma complementaria al desarrollo del modelo estadístico y de la herramienta, se realizó una estimación de los potenciales de ahorro del conjunto de los inmuebles de la APF. Esta estimación, que se realizó sobre la base de los Indicadores de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) de los edificios APF y los resultados disponibles de diagnósticos energéticos, indica un potencial de ahorro de 295 GWh/año, en donde se requiere una inversión estimada para la implementación de medidas de ahorro de energía de 1,150 millones de pesos, recuperable en 3.9 años.

El presente estudio concluye con recomendaciones para la perfección tanto de la herramienta de benchmarking, como de la integridad de la base de datos de CONUEE, con la finalidad de contar con un sistema confiable y versátil de la clasificación de los inmuebles públicos y comerciales México, el reconocimiento de los edificios eficientes y la realización del gran potencial de ahorro energético en estos sectores.



## Resumen Ejecutivo

Los objetivos principales del presente estudio consistieron en: (i) cuantificar los potenciales de ahorro de energía en los inmuebles de la Administración Pública Federal (APF) y de las inversiones requeridas para implementar medidas de ahorro de energía, (ii) establecer una metodología que permita expandir el sistema benchmarking a inmuebles comerciales de Usuarios con Patrón de Alto Consumo de Energía (UPAC's), (iii) revisar y adaptar el modelo de regresión múltiple de clasificación energética de inmuebles desarrollado por el INE y (iv) desarrollar una herramienta de Excel® que permite realizar del benchmarking de edificios de forma automática.

El primer paso del estudio consistió en revisar la Base de Datos (BD) de los inmuebles de la Administración Pública Federal (APF), registrados en el programa de ahorro de energía dirigido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE); la cual contiene al 1° de junio del 2012, un total de datos de 2,841 inmuebles, correspondientes a 8,229 edificios, 0.74 millones de empleados, 21.8 millones de metros cuadrados de superficie construida, 0.99 millones de toneladas de refrigeración (TR) de Aire Acondicionado (AA) instaladas y un consumo total de electricidad de 1,015 GWh en el año 2011.

La base de datos cuenta con 655 oficinas, 160 hospitales-clínicas y 112 escuelas, que proporcionan información suficiente para desarrollar un método de evaluación con características y procedimientos internacionales<sup>2</sup> para comparar inmuebles del mismo tipo.

La revisión de los Índices Máximos de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE<sup>3</sup>) de los inmuebles de la APF, indican que el 90% de los inmuebles presentan valores menores a los IMCEE de referencia APF, razón por la cual se realizó un análisis y propuesta para cuantificar los potenciales de ahorro del programa APF para ocho tipos de inmuebles, tres regiones (Centro, Norte y Sur) y sí cuentan o no con operación de equipos de Aire Acondicionado (AA).

Otro elemento de este estudio es revisar los resultados de 188 Diagnósticos Energéticos (DE) aprobados por CONUEE, para determinar indicadores de ahorro de energía por uso final de la energía (motores, envolvente, AA y otros) y costos de “inversión por kWh de energía ahorrada”, empleados para extrapolarlos al conjunto de los inmuebles de la APF. Al respecto, se estima que 2,319 (82% del total<sup>4</sup>) inmuebles de la APF tienen un potencial de 180 GWh/año (18% del consumo total), equivalentes a reducir 120,122 t CO<sub>2</sub>, y ahorros de 295 millones de pesos/año, en

---

<sup>2</sup> Estudios previos han concluido la conveniencia de adaptar los procedimientos de análisis de *Energy Star*®, en los cuales se realizan regresiones múltiples y analizan las variables que influyen en el consumo de energía.

<sup>3</sup> Definidos por la Conuee para tres regiones (Norte, Centro y Sur) y sí los inmuebles tienen o no AA.

<sup>4</sup> El 40% de los inmuebles con mayor potencial son Oficinas, 24% Hospitales y Clínicas y el 18% corresponde a inmuebles diversos, aeropuertos, almacenes, centros de capacitación, etc.

donde se requiere una inversión estimada de 1,150 millones de pesos para implementar Medidas de Ahorro de Energía (MAE's), recuperables en 3.9 años.

Con el objeto de extender la metodología de Benchmarking a inmuebles de uso comercial, se revisó la BD de UPAC's, integrada (al 1º de junio del 2012) por 135 empresas, 603 inmuebles con una superficie total construida de 7.8 millones de metros cuadrados de superficie construida. Con relación a su consumo de energía, es necesario realizar un procedimiento riguroso de revisión de los datos que reportan los usuarios, debido a que los índices energéticos reportados presentan inconsistencias graves. Además, se propone estructurar la BD y realizar una reclasificación de inmuebles y estructurar la BD de forma correspondiente, para identificar una estrategia de ahorro para atender aquellos inmuebles que representan la mayoría del consumo de energía.

El objetivo principal de este estudio fue revisar y adaptar el modelo previamente desarrollado por el INE e integrarlo a una herramienta en Excel® que facilitará la evaluación de desempeño energético de los inmuebles de oficinas, hospitales y escuelas. El modelo estadístico desarrollado por el INE en colaboración con CONUEE-GIZ-GOPA, sigue los procedimientos estadísticos del modelo *Energy Star*®, con información de inmuebles (superficie construida, número de personas, número de computadoras), clima y condiciones de operación específicas de México (presencia de aire acondicionado, región APF).

Es importante mencionar que la herramienta integra únicamente el modelo estadístico de Oficinas/Bancos, debido a que no fue posible obtener modelos representativos para hospitales y escuelas por falta de suficiente información; por lo anterior, se propone solicitar con los usuarios, la información requerida para el análisis estadístico.

Durante el desarrollo de la herramienta en Excel® se integró el modelo estadístico y se realizó una "Pantalla" con diferentes secciones que facilitan la comparación de inmuebles del mismo tipo. La primera sección corresponde al ingreso de datos que el usuario debe capturar con relación a las variables independientes descritas anteriormente. Existe una sección de resultados de la comparación del inmueble, así como gráficas que facilitan la ubicación del inmueble y calificación de desempeño energético con relación a inmuebles del mismo tipo de la BD. Como complemento, se incorporan secciones de recomendaciones para que el usuario solicite el reconocimiento por parte de CONUEE (calificaciones entre 75 y 100 puntos), o bien, mostrar potenciales de ahorro promedio identificados en diversos inmuebles de la APF.

Finalmente, se realizaron propuestas para complementar información faltante de los usuarios de hospitales, escuelas y principalmente UPAC's; lo anterior tendrá como finalidad expandir la herramienta a inmuebles con altos consumos de energía de la APF e inmuebles de uso comercial. Asimismo, se sugiere programar la herramienta realizada en este estudio para su uso on-line, con la finalidad de facilitar su operación y los procesos para otorgar los reconocimientos de desempeño energético por parte de la CONUEE.

## 1 Potenciales de ahorro en inmuebles de la APF e inversiones requeridas para implementar medidas de ahorro

En esta sección se describe el procedimiento para cuantificar los potenciales de ahorro de energía de los inmuebles en la APF, reducción de gases de efecto invernadero (GEI) beneficios económicos, inversiones totales para implementar medidas de ahorro y los tiempos de recuperación de la inversión, así como el estatus de la BD y los criterios para establecer los IMCEE por tipo de inmueble, región e inmuebles con o sin aire acondicionado (AA).

De igual manera, se describirá el procedimiento de obtención de los indicadores de los resultados de los diagnósticos energéticos (DE) empleados para extrapolar sus resultados a la BD de la APF, con los cuales se cuantifican los potenciales de ahorro de energía, económicos, reducción de gases de efecto invernadero, e inversión requerida para implementar medidas de ahorro de energía (MAE).

Las tablas de este informe muestran únicamente los valores más importantes por razones de espacio, no obstante en el archivo de Excel® que acompaña este documento, podrá consultar la información completa de todas y cada una de tablas de este informe.

### 1.1 Estatus actual de la Base de Datos (BD) de la APF de CONUEE

Con fecha de corte del 1º de junio del 2012, la base de datos de la APF tiene registrados un total de 2,841 inmuebles o contraseñas, que corresponden a 8,229 edificios, 0.74 millones de empleados, 21.8 millones de metros cuadrados de superficie construida, 0.99 millones de toneladas de refrigeración (TR) de aire acondicionado instaladas y un consumo total de electricidad de 1,015 GWh en el año 2011 (véase Tabla 1-1).

Tabla 1-1 Estatus general de la base de datos APF

Resumen Total									
Contraseñas	Edificios	Personas	Computadoras	Área construida m <sup>2</sup>	Capacidad AA (TR)	Consumo Total 2008 (kWh)	Consumo Total 2009 (kWh)	Consumo Total 2010 (kWh)	Consumo Total 2011 (kWh)
2,841	8,229	748,727	356,063	21,806,719	991,804	734,596,065	897,015,344	844,465,451	1,014,967,795

En el archivo de Excel® que acompaña este documento se podrá consultar las siguientes vistas del estatus de la base de datos:

- 1.1.1 Por entidad federativa
- 1.1.2 Por tarifa eléctrica
- 1.1.3 Por región APF y tarifa eléctrica
- 1.1.4 Relación de inmuebles de la BD de la APF

Con la finalidad de identificar en la BD los inmuebles que tienen información requerida para seguir los procedimientos estadísticos indicados por *Energy Star*® y establecer un algoritmo que permita modelar el consumo de energía en función de diversas variables independientes, se obtuvieron 834 inmuebles (véase Tabla 1-2), no obstante, la prioridad de este estudio es desarrollar el método de evaluación de desempeño energético para inmuebles de oficinas, hospitales y escuelas .

Tabla 1-2 Estatus de inmuebles que contienen información suficiente para Benchmarking

Clasificación	Inmuebles 2011	Edificios 2011	Personas 2011	Computadoras 2011	Área construida (m2) 2011	Capacidad AA (TR) 2011	Consumo Total 2011 (kWh)
Banco	6	13	2,849	2,850	92,344	1,633	8,844,150
Centro de capacitación	10	29	2,056	1,538	33,437	67,570	1,717,301
Centro de información	6	8	190	203	12,661	118	385,888
Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños	15	53	9,828	576	54,986	248	1,800,171
Educación Media/Técnica	46	282	74,858	8,344	616,115	36,567	12,397,276
Educación Superior/Centro de Investigación	51	421	52,820	72,024	819,197	41,547	45,288,863
Museo	45	71	2,179	1,207	220,017	1,252	8,897,343
Oficinas	655	1,550	199,019	178,016	6,080,682	207,980	440,046,779
<b>Total</b>	<b>834</b>	<b>2,427</b>	<b>343,799</b>	<b>264,758</b>	<b>7,929,440</b>	<b>356,915</b>	<b>519,377,771</b>

En la Tabla 1-3 se muestra el estatus de 160 inmuebles destinados al sector salud, en los cuales se identificó que tienen información suficiente para realizar el análisis estadístico que permiten determinar el algoritmo para pronosticar consumos de energía.

Tabla 1-3 Estatus de inmuebles del sector salud que contienen información suficiente para Benchmarking

Clasificación	Inmuebles 2011	Edificios 2011	Personas 2011	Computadoras 2011	Área construida (m2) 2011	Capacidad AA (TR) 2011	Consumo Total 2011 (kWh)
Hospital	26	72	20,531	4,290	331,576	7,324	38,767,315
HOSPITAL SIN/AT	6	13	237	101	9,440	344	956,210
Clinica/Unidad de Medicina/Centro de Salud	128	248	192,844	15,425	660,541	36,669	49,000,190
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>333</b>	<b>213,612</b>	<b>19,816</b>	<b>1,001,557</b>	<b>44,337</b>	<b>88,723,715</b>

De acuerdo con la importancia del consumo de energía de los inmuebles de oficinas, hospitales y escuelas existentes en la BD, se decidió enfocar esfuerzos en revisar la calidad de información y desarrollar el análisis estadístico y obtención del algoritmo para calificar el desempeño energético de este tipo de inmuebles.

A continuación se indican los estatus de inmuebles de oficinas, hospitales y escuelas que contienen información suficiente para realizar el análisis estadístico bajo el procedimiento establecido por *Energy Star*®.

### 1.1.5 Estatus de oficinas que contienen información suficiente para Benchmarking

En la Tabla 1-4 se muestra el estatus de los 665 inmuebles de oficinas que contienen información suficiente para realizar el análisis estadístico de acuerdo a los procedimientos indicados por *Energy Star®* y determinar el algoritmo para calificar el desempeño energético de los inmuebles de oficinas.

Tabla 1-4 Estatus de oficinas que contienen información suficiente para Benchmarking

Tarifa	Región	Inmuebles 2011	Edificios 2011	Personas 2011	Computadoras 2011	Área construida (m2) 2011	Capacidad AA (TR) 2011	Consumo Total 2011 (kWh)
HM	CENTRO	136	371	92,574	85,493	2,173,007	24,267	188,916,720
	NORTE	65	185	11,278	10,183	314,460	8,838	44,667,992
	SUR	42	109	15,467	15,489	974,076	38,180	53,871,783
HS	CENTRO	3	20	11,081	8,580	415,015	4,070	45,015,611
	NORTE	1	5	151	168	4,000	20	211,796
HT	NORTE	1	2	211	320	6,613	89	527,408
	SUR	1	1	73	67	1,939	70	140,029
	CENTRO	99	304	14,519	12,829	722,463	5,894	22,814,160
OM	NORTE	51	93	3,398	3,106	102,933	2,075	8,432,230
	SUR	16	22	1,607	1,437	28,024	678	1,787,777
	CENTRO	2	2	1,474	391	45,446	138	3,001,362
OM Y HM	NORTE	6	12	966	1,047	33,119	854	3,486,536
	SUR	3	4	785	718	10,180	1,919	1,590,986
	CENTRO	1	7	1	1	60,000	0	2,671,203
Tarifa 02 Y HM	SUR	2	3	560	540	7,213	179	1,437,539
	CENTRO	6	22	1,690	1,150	65,044	308	1,591,570
Tarifa 02 Y OM	SUR	2	2	191	167	2,628	52,350	216,177
	CENTRO	19	36	4,614	4,152	115,254	787	7,488,345
	NORTE	3	3	152	173	4,793	47	325,042
Tarifa 03 Y OM	SUR	2	6	481	471	5,685	36	295,010
	CENTRO	1	1	467	520	13,606	205	647,310
	NORTE	1	2	58	57	1,660	40	131,511
Tarifa 03 Y HM	CENTRO	3	4	911	900	19,390	11	947,131
	NORTE	2	11	254	267	9,527	229	929,440
	CENTRO	60	101	4,532	4,284	137,333	643	4,590,106
TARIFA 2	NORTE	14	42	810	625	43,403	157	1,298,173
	SUR	7	13	452	499	10,276	42	405,322
	CENTRO	93	144	28,814	22,998	719,789	7,918	38,577,611
TARIFA 3	NORTE	8	15	1,178	1,121	24,140	816	3,201,646
	SUR	5	8	270	263	9,664	57,120	829,253
	<b>Total</b>	<b>655</b>	<b>1,550</b>	<b>199,019</b>	<b>178,016</b>	<b>6,080,682</b>	<b>207,980</b>	<b>440,046,779</b>

De acuerdo con el método de *Energy Star®* y su adaptación a las condiciones climáticas, características de operación y datos disponibles de los inmuebles de México, se ha tomado como base para el análisis estadístico las siguientes variables:

- Superficie construida en metros cuadrados
- Número de personas (empleados)
- Número de computadoras
- Horas de operación (h/día)
- Grados día de Refrigeración (GDR ó CDD, por sus siglas en inglés)
- Grados día de Calefacción (GDC ó HDD, por sus siglas en inglés)
- ¿Tiene aire acondicionado? (Si/No)
- Tarifa eléctrica
- Región APF

En el capítulo 3 se describirá el análisis estadístico que realizó el Instituto Nacional de Ecología (INE), siguiendo los procedimientos de *Energy Star®* y empleando la información de las BD de la APF y las variables que han registrado los propios usuarios de los inmuebles de la APF.

### 1.1.6 Estatus de la base de datos de hospitales que contiene información suficiente para Benchmarking

En la Tabla 1-5 se muestra el estatus de los 32 inmuebles de hospitales que –en principio- contienen información suficiente para seguir el procedimiento de análisis estadístico que indica *Energy Star*® para pronosticar el consumo de energía del edificio.

Tabla 1-5 Estatus de hospitales que contienen información suficiente para Benchmarking

Clasificación	Región	Inmuebles 2011	Edificios 2011	Personas 2011	Computadoras 2011	Área construida (m2) 2011	Capacidad AA (TR) 2011	Consumo Total 2011 (kWh)
Hospital	CENTRO	15	39	11,584	1,925	160,574	1,794	11,788,030
	NORTE	10	30	7,627	2,155	159,410	5,330	25,543,305
	SUR	1	3	1,320	210	11,592	200	1,435,980
HOSPITAL SIN/AT	CENTRO	1	1	31	12	1,475	8	24,310
	NORTE	5	12	206	89	7,965	336	931,900
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>85</b>	<b>20,768</b>	<b>4,391</b>	<b>341,016</b>	<b>7,668</b>	<b>39,723,525</b>

De acuerdo con lo metodología de *Energy Star*® y su adaptación a las condiciones climáticas y operación de hospitales en México, las variables suficientes que pueden definir el consumo de energía de este tipo de inmuebles son las siguientes:

- Superficie construida en metros cuadrados
- Número de personas (trabajadores)
- Número de computadoras
- Horas de operación (h/día)
- Grados día de Refrigeración (GDR ó CDD, por sus siglas en inglés)
- Grados día de Calefacción (GDC ó HDD, por sus siglas en inglés)
- Número de camas
- Número de pisos (sin contar estacionamientos)
- ¿Tiene estacionamiento? (Si/No)
- ¿El estacionamiento es parte del inmueble? (Si/No)
- ¿Se ofrece atención terciaria? (Si/No)
- Número de consultorios médicos
- ¿Qué porcentaje del hospital se dedica a consultorios médicos?
- ¿Tiene aire acondicionado? (Si/No)
- Tarifa eléctrica
- Región APF

### 1.1.7 Estatus de la base de datos de escuelas que contienen información suficiente para Benchmarking

La Tabla 1-6 muestra el estatus de 112 escuelas que –en principio- contienen información necesaria para realizar el análisis estadístico para determinar un algoritmo que permita pronosticar el consumo de energía conociendo diversas variables del inmueble.

Tabla 1-6 Estatus de escuelas que contienen información suficiente para Benchmarking

Clasificación	Región	Inmuebles 2011	Edificios 2011	Personas 2011	Computadoras 2011	Área construida (m2) 2011	Capacidad AA (TR) 2011	Consumo Total 2011 (kWh)
Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños	CENTRO	11	49	9,509	548	46,993	0	1,198,891
	NORTE	4	4	319	28	7,993	248	601,280
Educación Media/Técnica	CENTRO	45	274	73,552	8,274	596,115	36,566	12,102,236
	SUR	1	8	1,306	70	20,000	1	295,040
Educación Superior/Centro de Investigación	CENTRO	37	307	49,639	15,211	618,038	38,238	31,275,031
	NORTE	9	85	2,389	56,017	174,975	2,701	10,693,412
	SUR	5	29	792	796	26,184	608	3,320,420
<b>Grand Total</b>		<b>112</b>	<b>756</b>	<b>137,506</b>	<b>80,944</b>	<b>1,490,298</b>	<b>78,362</b>	<b>59,486,310</b>

De acuerdo con lo metodología de *Energy Star*® y su adaptación a las condiciones climáticas y operación de escuelas en México, las variables suficientes que pueden definir el consumo de energía de este tipo de inmuebles son las siguientes:

- Superficie construida en metros cuadrados
- Número de niveles
- Número de salones
- Número de turnos
- Cafetería
- Número de personas
- Número de computadoras
- Horas de operación (h/día)
- Grados día de Refrigeración (GDR ó CDD, por sus siglas en inglés)
- Grados día de Calefacción (GDC ó HDD, por sus siglas en inglés)
- ¿Oficinas administrativas con AA? (Si/No)
- Tarifa eléctrica
- Región APF

Es importante mencionar que en el Capítulo 3, serán revisados a detalle los inmuebles de oficinas, hospitales y escuelas, con el objeto de identificar y descartar aquellos inmuebles que presentan inconsistencias en la información (antes de llevar a cabo un análisis estadístico), para determinar los modelos estadísticos correspondientes.

## 1.2 Relación de índices energéticos por clasificación de inmueble, región APF e inmuebles con y sin Aire Acondicionado (AA)

Actualmente el programa de ahorro de energía de la APF hace referencia a indicadores energéticos<sup>5</sup> definidos para oficinas en las tres regiones APF e inmuebles con y sin AA, no obstante, el 90%<sup>6</sup> de los inmuebles tienen un consumo específico energético menor de los valores de referencia, por lo que es necesario realizar un análisis de los indicadores, de tal manera que se puedan ajustar los valores de referencia a mejores niveles de desempeño energético.

De acuerdo con los actuales valores de IMCEE de referencia para la APF, no es confiable comparar inmuebles de escuelas, centros de capacitación, museos, hospitales etc., con los valores de referencia definidos en su momento para inmuebles de oficinas; razón por la cual es necesario establecer índices por tipo de inmueble, región APF y si tienen o no AA.

En la Tabla 1-7 se muestran los IMCEE por tipo de inmueble, región APF<sup>7</sup>, con o sin AA, que fueron obtenidos a partir del análisis de 834 inmuebles que presentaron información consistente de consumo de energía anual en el 2011 y superficie construida.

Es importante mencionar que los IMCEE de la Tabla 1-7 son valores de referencia que servirán a cualquier usuario para compararse contra los inmuebles registrados en PAE de la Conuee, no obstante, la mejor comparación de índices energéticos que debe hacerse en un inmueble es compararse contra sus propios índices energéticos históricos, de tal manera que podrá analizar la evolución de su indicador, determinar si tiene o no ahorros contra años anteriores. Es oportuno indicar que la clasificación de inmuebles a través de IMCEE es un método alternativo para conocer los niveles energéticos de inmuebles del mismo tipo, no obstante, no es válido para otorgar algún tipo de reconocimiento.

---

<sup>5</sup>IMCEE para inmuebles con AA:

- Región norte = 160 kWh/m<sup>2</sup>-año
- Región centro = 100 kWh/m<sup>2</sup>-año
- Región sur, inmuebles con AA = 190 kWh/m<sup>2</sup>-año

IMCEE para inmuebles sin AA (Región norte, centro y sur) = 60 kWh/m<sup>2</sup>-año

Véase detalles en [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5127999&fecha=14/01/2010](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5127999&fecha=14/01/2010)

<sup>6</sup>Benchmarking de Eficiencia Energética en los edificios de la Administración Pública Federal (APF), 28 de febrero de 2012

<sup>7</sup>**Región Norte:** Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

**Región Centro:** Aguascalientes, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

**Región Sur:** Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.



Tabla 1-7 Índices energéticos por clasificación de inmueble, región APF e inmuebles con y sin Aire Acondicionado (AA)

Clasificación del inmueble	Región APF	Aire Acondicionado (AA)	Inmuebles	IMCEE ref 2011 (kWh/m <sup>2</sup> -año)	Promedio IMCEE (kWh/m <sup>2</sup> -año)	Dif VS IMCEE ref 2011 (%)
Banco	CENTRO	NO	1	60	47.1	-22%
	CENTRO	SI	5	100	96.6	-3%
<b>Banco Total</b>			6			
Centro de capacitación	CENTRO	NO	5	60	18.1	-70%
	CENTRO	SI	1	100	164.2	64%
	NORTE	NO	2	60	65.8	10%
	NORTE	SI	1	160	17.3	-89%
	SUR	SI	1	190	18.7	-90%
<b>Centro de capacitación Total</b>			10			
Centro de información	CENTRO	NO	3	60	19.2	-68%
	CENTRO	SI	2	100	35.3	-65%
	SUR	SI	1	190	70.3	-63%
<b>Centro de información Total</b>			6			
Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños	CENTRO	NO	11	60	25.5	-57%
	NORTE	SI	4	160	75.2	-53%
<b>Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños Total</b>			15			
Educación Media/Técnica	CENTRO	NO	42	60	20.1	-66%
	CENTRO	SI	3	100	22.4	-78%
	SUR	SI	1	190	14.8	-92%
<b>Educación Media/Técnica Total</b>			46			
Educación Superior/Centro de Investigación	CENTRO	NO	11	60	32.1	-46%
	CENTRO	SI	26	100	55.0	-45%
	NORTE	SI	9	160	61.1	-62%
	SUR	NO	1	60	22.4	-63%
	SUR	SI	4	190	135.3	-29%
	<b>Educación Superior/Centro de Investigación Total</b>			51		
Museo	CENTRO	NO	26	60	23.1	-61%
	CENTRO	SI	6	100	81.8	-18%
	NORTE	NO	2	60	24.4	-59%
	NORTE	SI	2	160	26.1	-84%
	SUR	NO	4	60	7.7	-87%
	SUR	SI	5	190	34.7	-82%
<b>Museo Total</b>			45			
Oficinas	CENTRO	NO	133	60	30.6	-49%
	CENTRO	SI	290	100	82.7	-17%
	NORTE	NO	17	60	40.9	-32%
	NORTE	SI	135	160	123.6	-23%
	SUR	NO	9	60	61.8	3%
	SUR	SI	71	190	57.6	-70%
<b>Oficinas Total</b>			655			
<b>Total</b>			834			

Nota: IMCEE promedio obtenidos con información de 834 inmuebles registrados en la BD de la APF

En resumen, se obtuvieron indicadores energéticos para ocho clasificaciones de inmuebles, tres regiones APF e inmuebles con y sin AA. En la Tabla 1-7 se puede observar que la gran mayoría los valores promedio de IMCEE obtenidos están por debajo de los valores de referencia de APF, por lo cual se propone que los indicadores de referencia sean ajustados por lo menos al valor promedio indicado en dicha tabla.

Se sugiere realizar un análisis detallado que pueda precisar los valores definitivos de índices energéticos y determinar cuántos inmuebles están por arriba o por debajo de los valores promedio; con el objetivo de cuantificar los potenciales de ahorro del programa APF, en función de que todos los inmuebles estén por debajo de los niveles de eficiencia que se establezcan.

Cabe mencionar que entre mayor cantidad y calidad de información tenga la BD, mayor confiabilidad y precisión tendrán los resultados de los indicadores energéticos (kWh/m<sup>2</sup>) por tipo de inmueble, por lo que se recomienda tomar medidas que permitan minimizar los errores (filtros, cruce de información, etc.) que los usuarios de los inmuebles pueda ingresar al capturar su información en el sistema actual.

### 1.3 Procedimiento para revisar la BD de los Diagnósticos Energéticos (DE) y obtención de los indicadores para extrapolar en la BD de la APF

A continuación, se indica el procedimiento empleado para identificar inmuebles que presentaron inconsistencia en la información y obtención de indicadores para extrapolar los resultados a la BD:

- a) Revisión de la BD de 188 diagnósticos energéticos aprobados
  - Se detectaron inmuebles que presentan inconsistencia en la información aplicando los siguientes filtros o criterios para revisar la información:
    - Se verificaron costos de energía eléctrica utilizada (\$/kWh)
    - Se revisaron los índices de eficiencia energética (kWh/m<sup>2</sup>)
    - Se determinaron los siguientes indicadores para revisar la calidad de información de la BD: kWh/año-personas, kWh/año-computadoras, computadoras/personas
    - Se revisaron las horas de operación de la instalación y equipos
    - Se revisaron los Tiempos Simples de Recuperación (TSR) de la inversión de las MAE's
    - Se revisaron los montos de inversión vs. ahorros
    - Se compararon los índices de eficiencia energética vs. IMCEE referencia APF
- b) Revisión de Planes de Trabajo para la implementación de las MAE's descritas en el DE
  - Se aplicaron los mismos criterios de revisión indicados en el inciso a)
- c) Revisión de la información de 41 DE<sup>8</sup> proporcionados por el Componente de Eficiencia Energética de la GIZ en México
  - Se revisó y se obtuvo una relación de las MAE's comunes que se indicaron en los diagnósticos energéticos
- d) Desarrollo de la estructura indicada en la Tabla 1-4 para obtener los porcentajes de ahorro por usos finales empleando los DE y Planes de Trabajo para la implementación de MAE's
  - Se obtuvieron ahorros promedio por tipo de inmueble, región APF y sí el inmueble tiene o no AA
  - Se determinaron indicadores que permitieron estimar los potenciales de ahorro en el total de inmuebles en la BD, a través de una extrapolación de los ahorros promedios
  - Se establecieron los criterios de los precios de energía a emplear, porcentajes de ahorro por uso final y tipo de inmueble para calcular los potenciales de ahorro e inversiones en los inmuebles de la BD
  - Se estimaron los potenciales, beneficios e inversiones del programa APF<sup>9</sup> (véase tabla 1.8)

Del análisis de la información contenida en los DE, es claro que los que presentaron mejor calidad de información, propuestas de medidas de ahorro y estimación de potenciales fueron los diagnósticos realizados por consultores relacionados con eficiencia energética y en segundo orden, los diagnósticos desarrollados por personal propio de los inmuebles.

---

<sup>8</sup>Véase estudio "Estimación del potencial de ahorro de energía y elaboración de un portafolio de acciones de eficiencia energética para inmuebles e instalaciones de la Administración Pública Federal (APF)"

<sup>9</sup>Resultados indicativos; se desconoce el margen de error por las inconsistencias en la BD y resultados de los DE

Se sugiere que en el futuro, los inmuebles que no han realizado su DE pueda prever la solicitud de recursos económicos para el desarrollo del DE, o bien, soliciten apoyo técnico a la CONUEE para llevar a cabo cursos de capacitación específica, para que el personal propio pueda realizar con mejor calidad su DE.

#### 1.4 Resultado de los Diagnósticos Energéticos (DE) e indicadores empleados para extrapolar resultados a la BD

De la revisión de los resultados de 188 DE (incluyendo 41 DE revisados por el Componente de Eficiencia Energética de la GIZ en México) y los Planes de Trabajo para implementar acciones de ahorro por inmueble, se seleccionaron únicamente 32 diagnósticos energéticos que presentaron consistencia de información y potenciales de ahorro por uso final de la energía (véase Tabla 1-8); con los cuales se estimaron los potenciales de ahorro, beneficios e inversiones para implementar acciones de ahorro en el resto de los inmuebles del mismo tipo de la BD de la APF.

Tabla 1-8 Resultado de la revisión de los DE e indicadores empleados para extrapolar resultados a la BD

Clasificación inmuebles	REGIÓN APF	AA	Inmuebles	Ahorro de energía promedio por uso final (%)						Ahorro Total (%)	TSR (años)	Inversión (\$/m <sup>2</sup> )	Indicadores		
				Motores	Envolvente	AA	Iluminación	Otros <sup>§</sup>	AE Total (kWh/m <sup>2</sup> -año)				AE Total (kWh/persona-año)	Inversión (\$/kWh ahorrado)	
Almacén	CENTRO	NO	1	0%	0%	0%	8.8%	0%	8.8%	4.8	15.9	1.3	7,950	12.4	
Asistencia Animal	CENTRO	SI	1	14.5%	0%	4.8%	0%	0%	19.3%	1.4	213.6	79.9	2,600	2.7	
Banco	CENTRO	SI	1	0.0%	0%	1.7%	12.7%	1.7%	16.1%	0.4	8.7	11.1	416	0.8	
Forestal/Agrícola	CENTRO	SI	1	1.9%	0%	0%	8.0%	0%	9.9%	2.4	11.0	3.1	572	3.6	
Hospital	CENTRO	SI	1	3.9%	0%	4.2%	7.1%	0%	15.2%	5.8	88.6	12.7	214	7.0	
Industria ligera	NORTE	SI	1	3.2%	0%	0%	2.3%	0%	5.5%	3.8	101.3	9.7	566	10.4	
Industria Media	CENTRO	SI	2	0%	0%	3.9%	3.4%	0%	7.3%	3.7	224.8	33.1	815	7.8	
Oficinas	CENTRO	NO	3	0%	0%	0%	5.0%	0%	5.0%	3.7	9.2	2.2	19	3.5	
	CENTRO	SI	15	0.3%	0%	2.9%	16.3%	3.5%	10.9%	3.7	95.6	11.3	359	4.8	
	NORTE	SI	2	0%	0%	0%	14.2%	18.6%	32.8%	4.9	336.0	39.7	853	8.8	
	SUR	NO	1	0%	0%	0%	0%	2.2%	2.2%	8.2	16.6	1.3	79	13.0	
	SUR	SI	3	0%	0%	6.4%	11.1%	5.0%	17.6%	3.9	175.3	29.3	583	8.8	
<b>Total</b>			<b>32</b>						<b>11.6%</b>	<b>3.9</b>	<b>108.1</b>	<b>19.6</b>	<b>1,252</b>	<b>5.4</b>	

Los ahorros indicados en la tabla anterior son los resultados promedio de 32 diagnósticos realizados en diversos inmuebles de la APF, por lo que se sugiere que la CONUEE continúe con el desarrollo de una BD que integre una mayor cantidad de DE con resultados confiables, para actualizar los ahorros por uso final de la Tabla 1-8. Cabe recordar que entre mejor sea la calidad y cantidad de información en los resultados de los DE, más confiable y precisa serán las estimaciones de potenciales, beneficios y resultados del total de los inmuebles de la BD.

De la Tabla 1-8 y a manera de ejemplo, se puede apreciar que en inmuebles de oficinas en la región APF Centro, con aire acondicionado, los diagnósticos energéticos (15) tienen un ahorro promedio de 0.3% en motores eléctricos, 2.9% de ahorro de energía en sistemas de AA, 16% en iluminación y 3.5% de ahorro por medidas operativas, equivalente a un ahorro promedio del 10.9% del consumo de energía de los inmuebles.

### 1.5 Criterios para ponderar potenciales de ahorro e inversión a la BD de la APF

A continuación se enlistan los criterios empleados para ponderar los potenciales de ahorro e inversión a los inmuebles de la base de datos de la APF:

- Se identifican inmuebles del mismo tipo, región APF e inmuebles con o sin AA
- Se asignan porcentajes de ahorro promedio por uso final de la energía identificados en DE
- En caso de que no haya resultados de DE para inmuebles del mismo tipo, región u operación con o sin AA, se asigna porcentajes de inmuebles con operaciones similares
- Para inmuebles en donde no hay referencia de un DE, no se cuantifican potenciales de ahorro e inversiones estimadas

Los montos de inversiones necesarios para implementar MAE's en los inmuebles registrados en la BD de la APF, fueron estimados en función del indicador "inversión por kWh ahorrado" determinado con los DE descritos en el Capítulo 1.4, obtenidos por tipo de inmueble, región APF y sí los inmuebles tienen o no AA; lo que facilita y hace más específicos y confiables los resultados extrapolados a los inmuebles de la APF.

### 1.6 Precios medios de energía eléctrica empleados para el cálculo de potenciales en la BD de la APF

Para determinar los potenciales económicos al implementar MAE's, se realizó un catálogo de las tarifas eléctricas reportadas por los inmuebles registrados en la BD (véase Tabla 1-9) y se obtuvieron los precios medios de la energía eléctrica para mayo del 2012.

Tabla 1-9 Precios medios de la energía para estimar potenciales de ahorro en la BD

Tarifas eléctricas BD APF	Inmuebles	Precio medio de la energía may-2012 (\$/kWh)
HM	948	1.5411
HS	9	1.3450
HSL	3	1.2836
HT	3	1.1614
HTL	2	1.1086
OM	683	1.9394
OM Y HM	34	1.7403
Tarifa 02 Y HM	10	1.5411
Tarifa 02 Y OM	37	1.9394
Tarifa 02 y Tarifa 03	69	2.5244
Tarifa 03 Y HM	15	1.5411
Tarifa 03 Y OM	19	1.9394
TARIFA 2	604	2.9346
TARIFA 3	405	2.5244
<b>Total</b>	<b>2,841</b>	---

En los inmuebles que tienen dos tarifas eléctricas, se indicó el menor precio medio de energía de ambas tarifas, lo cual permite cuantificar (para los inmuebles de la BD) beneficios económicos conservadores al implementar las MAE's propuestas en los DE.

### 1.7 Medidas de Ahorro de Energía (MAE's) comunes en 41 DE

En la Tabla 1-10 se muestran las medidas de ahorro de energía comunes a implementar en los 41 diagnósticos energéticos revisados por la componente Eficiencia Energética GIZ.

Tabla 1-10 Medidas de Ahorro de Energía comunes que se presentan en los DE en inmuebles de la APF

<b>Medidas de Ahorro de Energía (MAE's)</b>	<b>Potencial de AE (%)</b>
Disminución de la carga térmica de un edificio por la implementación de parasoles	25.6
Reemplazo equipos de aire acondicionado ineficientes por eficientes	18.9
Sustitución de equipos fluorescentes T-12 y balastro electromagnético, por T-5 y balastro electrónico	15.3
Sustitución de chillers de alta eficiencia tipo scroll	11.8
Administración del movimiento de elevadores para reducir uso en horarios no estratégicos	3.6
Implementación de un programa operativo de ahorro de energía en iluminación	3.0
Sustitución de motores de eficiencia estándar por eficientes premium	2.2

*AE=Ahorro de Energía*

Las medidas de ahorro de energía descritas en la tabla anterior y los porcentajes de ahorro son de carácter informativo y pueden variar para cada inmueble, no obstante, proporcionan indicaciones en términos de ahorro de energía que los usuarios pueden esperar al implementar medidas de ahorro de energía en sus propias instalaciones.

#### 1.8 Resumen de potenciales de ahorro, beneficios e inversiones estimadas del programa de ahorro de APF

Los potenciales de ahorro de energía, beneficios e inversiones requeridas para el programa de ahorro en la APF, se estimaron en función de los ahorros por uso final de los valores promedio de los DE indicados en la Tabla 1-8, “inversión por kWh ahorrado” y los criterios explicados de los temas 1.5 y 1.6.

En la tabla 1-11 se muestran los potenciales de ahorro de energía estimados para 2,319 inmuebles (82% del total de la BD) con los indicadores energéticos explicados en el Capítulo 1.4. Es importante mencionar que no fue posible determinar potenciales de ahorro en 522 inmuebles debido a que no se tiene referencia de DE y potenciales en este tipo de inmuebles.

Los resultados de la extrapolación incluyen los inmuebles de mayor relevancia en consumo de energía para el programa de la CONUEE (oficinas, hospitales y escuelas), y permiten dimensionar la importancia del PAE, e incluso se tienen elementos útiles para establecer comunicación con la SHCP y solicitar los recursos económicos para implementar acciones de ahorro de energía.

Tabla 1-11 Potenciales de ahorro, beneficios e inversiones requeridas para el programa APF

Clasificación	Inmuebles	Área construida 2011 (m2)	CT2011 (kWh/año)	t CO <sub>2</sub> 2011	Ahorros de energía por usos finales (kWh/año)					Ahorro Total (\$/año)	Reducción (t CO <sub>2</sub> )	Ahorro Total (%)	Inversión estimada MAE's (\$)	TSR (años)
					Motores	AA	Iluminación	Otros	Total					
<b>Oficinas</b>	<b>1,139</b>	<b>9,160,692</b>	<b>478,033,238</b>	<b>318,848</b>	<b>790,735</b>	<b>13,435,856</b>	<b>68,138,564</b>	<b>27,037,700</b>	<b>109,402,856</b>	<b>183,146,132</b>	<b>72,972</b>	<b>23%</b>	<b>682,269,398</b>	<b>3.7</b>
<b>Hospital</b>	<b>295</b>	<b>4,470,360</b>	<b>228,811,268</b>	<b>152,617</b>	<b>8,931,681</b>	<b>9,523,566</b>	<b>16,224,374</b>	<b>0</b>	<b>34,679,621</b>	<b>64,094,877</b>	<b>23,131</b>	<b>15%</b>	<b>241,209,404</b>	<b>4.5</b>
Cinca/Unidad de Medicina/Centro de Salud	373	1,778,309	57,373,564	38,268	34,309	718,542	7,772,449	7,046,684	15,571,984	25,083,843	10,387	27%	124,111,811	4.9
Aeropuerto	24	956,516	76,733,310	51,181	183,573	1,965,118	11,119,045	2,361,845	15,629,581	24,126,004	10,425	20%	74,612,807	3.1
Banco	34	193,224	8,872,170	5,918	0	152,938	1,124,673	149,062	1,426,672	2,234,618	952	16%	1,117,965	0.5
Almacén	364	846,466	8,954,820	5,973	0	0	788,905	0	788,905	1,835,834	526	9%	9,761,885	5.3
Industria Media	15	160,866	11,129,264	7,423	0	434,958	374,556	0	809,514	1,247,542	540	7%	6,341,229	5.1
Forestal/Agrícola	37	153,971	3,888,919	2,593	75,144	0	309,080	0	384,224	728,668	256	10%	1,388,064	1.9
Centro de capacitación	17	60,383	1,717,301	1,145	1,599	18,493	230,177	174,505	424,774	689,794	283	25%	3,119,798	4.5
Industria pesada	4	65,292	5,538,509	3,694	0	216,478	186,416	0	402,893	649,240	269	7%	3,156,014	4.9
Asistencia Animal	3	15,608	1,655,200	1,104	240,557	79,180	40	0	319,777	492,808	213	19%	854,548	1.7
Industria ligera	6	100,364	2,739,141	1,827	87,860	0	63,931	0	151,791	247,522	101	6%	1,582,366	6.4
Centro de información	8	30,038	385,888	257	512	10,413	56,394	32,557	99,877	245,234	67	26%	703,659	2.9
Albergues	5	32,458	694,033	463	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Biblioteca	3	65,578	2,270,220	1,514	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Bodega	1	1,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Bomberos	1	1,228	83,280	56	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Campo Militar	10	142,579	4,090,170	2,728	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Cementerios	2	4,215	88,444	59	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Cuartel Militar	8	40,485	1,778,247	1,186	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños	52	118,830	1,800,171	1,201	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Educación Media/Técnica	70	863,188	17,653,538	11,775	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Educación Superior/Centro de Investigación	70	1,080,225	52,880,771	35,271	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Estacionamiento	3	78,567	585,817	391	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Funeraría	1	1,230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
HOSPITAL SIN/IAT	12	54,559	1,831,619	1,222	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Hotel	1	1,180	26,707	18	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Lavandería	1	5,039	487,280	325	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Museo	49	231,860	9,101,660	6,071	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Reclusorio	2	59,481	5,609,015	3,741	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Sitios históricos	6	25,664	785,820	524	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Teatro	1	1,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Tienda de autoservicio	29	61,033	1,094,802	730	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
Unidad deportiva	16	118,634	1,481,833	988	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
(Sin clasificación)	179	806,578	26,794,776	17,872	0	0	0	0	0	0	0	0%	0	---
<b>Total</b>	<b>2,841</b>	<b>21,806,719</b>	<b>1,014,967,795</b>	<b>676,984</b>	<b>10,345,971</b>	<b>26,555,542</b>	<b>106,388,604</b>	<b>36,802,354</b>	<b>180,092,471</b>	<b>294,822,116</b>	<b>120,122</b>	<b>18%</b>	<b>1,150,228,948</b>	<b>3.9</b>

En la Tabla 1-11 se aprecia que el programa de ahorro de energía en la APF, tiene un potencial de 295 GWh/año (18% del consumo total de los 2,841 registrados), equivalentes a reducir 120,122 t CO<sub>2</sub>, en donde se requiere una inversión estimada para la implementación de MAE's de 1,150 millones de pesos, recuperable en 3.9 años (TSR). Para el caso de solicitar recursos económicos con quien corresponda, se sugiere realizar un análisis más riguroso en donde se incluya la estimación del margen error, valor dinero en el tiempo, tasa interna de retorno, tasa de descuento y beneficio costo.

Como referencia en el tema de reducción de GEI, los inmuebles de la APF podrían mitigar una mayor cantidad de GEI que la planta de generación de energía eólica ubicada en Oaxaca<sup>10</sup>, en donde se invirtieron 160 millones de dólares (\$2,060 millones de pesos) para instalar 74 MW; capaz de generar 250 GWh/año y evitar la emisión de gases de efecto invernadero equivalente a 100,000 t CO<sub>2</sub> al año.

<sup>10</sup> Parque eólico Bii Nee Stipa II en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *ESS\_Bii\_Nee\_Stipa\_II\_(BNS2\_Wind\_Power\_Loan).pdf*.

Noticias: [El financiero](#) y [AFP y Notimex](#)

## 2 Establecer una metodología que permita expandir el sistema Benchmarking a inmuebles comerciales UPAC's

Con la finalidad de establecer una metodología que permita expandir el sistema Benchmarking y reconocimiento de desempeño energético a inmuebles del sector comercial, se revisó la información de la base de datos de UPAC's (Usuarios con Patrón de Alto Consumo).

En primera instancia, se tenía planeado revisar 10 inmuebles de la base de datos de UPAC's, no obstante, debido a la gran diversidad de inmuebles que integran esta base de datos y con la finalidad de establecer criterios para operarla y diseñar estrategias de ahorro en los inmuebles que representan mayores oportunidades de ahorro, se decidió revisar el total de los inmuebles y estructura de dicha base de datos.

En lo siguiente se mostrará el estatus de la BD de UPAC's y el procedimiento empleado para revisar la información que registran los propios usuarios, así como las propuestas para que en el futuro se pueda realizar Benchmarking en inmuebles comerciales.

### 2.1 Estatus de la base de datos de Usuarios con Patrón de Alto Consumo (UPAC's)

Con fecha de corte del 1º de junio del 2012, la base de datos de UPAC's proporcionada por la CONUEE tiene registrados en el año 2011, 135 empresas, 603 inmuebles con una superficie total construida de 7.8 millones de metros cuadrados de superficie construida (véase Tabla 2-1). Con relación al consumo de energía para este conjunto de inmuebles, será necesario que la CONUEE revise a detalle los valores y las unidades que reportan cada uno de los usuarios, debido a que es probable que existan de forma indiscriminada valores en kWh/año y MWh/año; por lo anterior, no es posible indicar en este momento el consumo de energía total de UPAC's.

Mientras que en la BD de UPAC's, se tiene un total de 778 empresas con 18,054 inmuebles registrados en la BD, estos usuarios no reportan sus registros de consumo de energía.

Tabla 2-1 Estatus de la base de datos de UPAC's

Año	Empresas	Inmuebles	Energía (MWh/año)	Superficie (m <sup>2</sup> )
2008	11	12	8,457,947	310,848
2009	21	24	99,916,564	782,066
2010	302	723	1,217,182,393	29,315,240
2011	135	603	1,943,310,809	7,871,473
S/R	778	18,054	0	21,386,681

El personal de CONUEE indicó que las unidades que solicita el sistema para el concepto de "consumo de energía" son MWh/año, no obstante, algunos usuarios hacen la aclaración en el apartado de "Observaciones", que los valores incorporados al sistema (base de datos) son kWh/año.

## 2.2 Análisis de índices energéticos de UPAC's 2011

Del análisis de los índices energéticos (ICEE<sup>11</sup>) de los UPAC's y las razones descritas en el punto anterior, sobre las unidades que reporta el usuario ya sean MWh/año o bien kWh/año, se encontró inconsistencia en los ICEE, por lo que se sugiere verificar y validar los datos de consumo de energía y sus unidades, así como los valores de superficies construidas registradas en la BD.

La Tabla 2-2 muestra un resumen general del análisis de ICEE de las empresas registradas en la BD de UPAC's, en la cual se puede observar que hay indicadores energéticos muy bajos o muy altos en términos de MWh/año, por ejemplo 0.000004 y 45,507 MWh/año; de igual manera se realizó ejercicio de conversión del consumo de energía a kWh/m<sup>2</sup>-año y resultan indicadores muy altos en términos de kWh/m<sup>2</sup> que están en el orden de 246,880 kWh/m<sup>2</sup>-año. Lo anterior indica que hay inconsistencia de información en las unidades, valores de consumo de energía o bien superficie construida.

Tabla 2-2 Índices de Consumo de Energía Eléctrica de la base de datos de UPAC's

Año	Empresas	Inmuebles	Energía (MWh/año)	Superficie (m <sup>2</sup> )	ICEE min (MWh/m <sup>2</sup> )	ICEE max (MWh/m <sup>2</sup> )	ICEE Promedio (MWh/m <sup>2</sup> )	Energía kWh/año	ICEE Promedio (kWh/m <sup>2</sup> )
2008	11	12	8,457,947	310,848	0.07805	4,120	27.2	8,457,946,505	27,209
2009	21	24	99,916,564	782,066	0.00104	3,802	127.8	99,916,563,571	127,760
2010	302	723	1,217,182,393	29,315,240	0.000004	45,507	41.5	1,217,182,393,420	41,520
2011	135	603	1,943,310,809	7,871,473	0.0	61,523	246.9	1,943,310,808,929	246,880
S/R	778	18,054	0	21,386,681	0.0	0	0.0	0	0

Nota: El personal de CONUEE indicó que las unidades reportadas en esta tabla son MWh/año

En la Tabla 2-3 se indican los ICEE de una muestra de inmuebles de UPAC's, con la finalidad de mostrar las inconsistencia de información para determinar los índices energéticos. Se observa que hay valores menores a 1,000 unidades, lo cual es probable que sí sean MWh/año, no obstante hay valores muy altos (73,827,830 MWh/año) que podrían poner en duda de que sean MWh/año ó kWh/año.

Uno de los principales datos a revisar son los valores y unidades registrados en los consumos de energía eléctrica. Se sugiere que el consumo de energía que ingrese el usuario sea en kWh/año, de tal manera que los usuarios puedan leer los valores de consumo en los recibos de energía eléctrica, evitando así, que el usuario realice conversiones de unidades.

<sup>11</sup> ICEE, Índice de Consumo de Energía Eléctrica expresado en (kWh/m<sup>2</sup>-año o MWh/m<sup>2</sup>-año) e indica la relación entre consumo total de energía eléctrica facturada en un año y la superficie construida.



Tabla 2-3 Ejemplo de Índices de Consumo de Energía Eléctrica de la base de datos de UPAC's

EMPRESA	Imuebles 2011	ENERGÍA (MWh/año)	SUPERFICIE (m2)	ICEE (MWh/m2-año)
ABSORMEX CMPC TISSUE S.A. DE C.V.	1	95,280,175	53,799	1,771
ABSORMEX CMPC TISSUE, S.A. DE C.V.	1	95,280,175	32,646	2,919
ACEITES GRASAS Y DERIVADOS S.A. DE C.V.	1	45,839	88,939	0.52
Administradora Moliere 222 S.A. de C.V.	1	8,238,900	113,199	72.78
Advanced Composites Mexicana, S.A. de C.V.	1	11,823,274	10,500	1,126
Alcoa Fastening Systems (Mexico I) S. de R.L. de C.V.	1	6,708,020	14,293	469
ALESTRA, S. DE R. L. DE C.V.	1	34,462	4	8,616
ALESTRA, S. DE R. L. DE C.V.	1	22,136	4	5,534
ALESTRA, S. DE R. L. DE C.V.	1	7,836	90	87.1
ALESTRA, S. DE R. L. DE C.V.	1	3,664	74	49.9
ALESTRA, S. DE R. L. DE C.V.	1	74,171	1,954	38.0
COLOMER S.A. DE C.V.	1	4,837	92	53
COLOMER S.A. DE C.V.	1	4,001	79	51
COLOMER S.A. DE C.V.	1	444	272	1.6
COLOMER S.A. DE C.V.	1	1,519	2,641	0.6
Comercializadora Porcicola Mexicana SA de CV	1	296,032	62	4,775
Comercializadora Porcicola Mexicana SA de CV	1	105,697	65	1,630
Comercializadora Porcicola Mexicana SA de CV	1	2,725	74	37
Comercializadora Porcicola Mexicana SA de CV	1	6,606	2,258	2.9
Comercializadora Porcicola Mexicana SA de CV	1	210	118	1.8
Green Energy Libramiento, S. de R.L. de C.V.	1	426,317	6,000	71
Grivatec, S. A. de C. V.	1	3,894,507	14,350	271
Grivatec, S. A. de C. V.	1	1,065,681	2,120	503
GRUPO PORCICOLA MEXICANO SA DE CV	1	370,113	1,794	206
GRUPO PORCICOLA MEXICANO SA DE CV	1	11,458	89	129
GRUPO PORCICOLA MEXICANO SA DE CV	1	19,351	778	25
GRUPO PORCICOLA MEXICANO SA DE CV	1	15,915	1,970	8.1
Hotel Nikko México	1	1,381	986	1.4
Industrias BM de Mexico, S.A. de C.V. Planta 1	1	9,239,146	7,849	1,177
INDUSTRIAS CANNON, S.A. DE C.V.	1	10,590,460	8,900	1,190
Industrias Cobitel, S.A. de C.V.	1	11,613,350	3,000	3,871
INDUSTRIAS DEL INTERIOR S DE RL DE CV	1	12,890,701	37,807	341
INDUSTRIAS DEL INTERIOR S DE RL DE CV	1	2,544,193	15,253	167
INTERPEC SAN MARCOS, S.A.	1	8,491	10,400	0.8
JABIL CIRCUIT DE CHIHUAHUA S. DE R.L. DE C.V.	1	30,635,300	100,000	306
JATCO MÉXICO S.A. DE C.V.	1	109,254,188	86,276	1,266
KERZNER PALMILLA HOTEL PARTNERS S DE RL DE CV	1	772,872	712	1,086
KERZNER PALMILLA HOTEL PARTNERS S DE RL DE CV	1	10,057,566	34,387	292
KERZNER PALMILLA HOTEL PARTNERS S DE RL DE CV	1	378	54	7.0
KERZNER PALMILLA HOTEL PARTNERS S DE RL DE CV	1	3,894	1,488	2.6
Minera Mexicana LaCienega S.A de C.V	1	73,827,830	1,200	61,523
MINERA SAN FRANCISCO DEL ORO, S.A. DE C.V.	1	60,227,761	42,878	1,405
Molinos Azteca SA de CV	1	20,773,247	31,933	651
Nemak SA planta Monclova	1	59,445	55,928	1.1
PAPELERA IRUÑA, S. A. DE C.V.	1	41,163,000	12,595	3,268
PETROLEOS MEXICANOS	1	291,014	250	1,164
PETROLEOS MEXICANOS	1	572,326	600	954
PETROLEOS MEXICANOS	1	106,705	1,000	107
PETROLEOS MEXICANOS	1	333,440	3,500	95
PETROLEOS MEXICANOS	1	74,691	900	83
<b>Total muestra</b>	<b>50</b>	<b>618,785,444</b>	<b>806,159</b>	<b>768</b>

Nota: El personal de CONUEE indicó que las unidades reportadas en esta tabla son MWh/año

De igual manera, hay superficies construidas de 4 a 1,000 m<sup>2</sup> con consumos de energía de miles de MWh/año, lo cual muestra que es muy probable que haya inconsistencias de información.

Por las razones anteriores, se tienen ICEE muy bajos o muy altos en términos de consumo eléctrico anual por metro cuadrado de superficie construida, por lo que se sugiere revisar y validar los valores de consumo de energía y sus unidades, así como las superficies construidas.

### 2.3 Procedimiento para revisar la BD de UPAC's y estructurarla con el objeto de aplicar Benchmarking en el futuro

Se recomienda realizar el siguiente procedimiento y cambios en la estructura de la BD de UPAC's, con el objeto de que en el futuro próximo se pueda expandir el sistema de Benchmarking a inmuebles del sector comercial:

- a) Establecer para cada uno de los inmuebles, una primera clasificación en función del "Manual de clasificación económica de las empresas" (véase Anexo 4.4)
  - Clase
  - Rama
  - Subrama
- b) Establecer una segunda clasificación o tipología que permita separar inmuebles del mismo tipo, por ejemplo:
  - Oficinas
  - Plantas de producción
    - Embotelladora
    - Electrónica
    - Producción de automóviles
    - Venta de automóviles
    - Corporativos
    - Centros comerciales
    - Comercializadoras
      - Tipos de comercializadora
  - Centrales camioneras
  - Aeropuertos
  - Cadenas de tiendas
- c) Asegurarse de que las unidades empleadas para indicar el consumo sean del mismo tipo y especificarlo en la BD
  - Solicitar que el registro del consumo de energía sea en "kWh" (tal como viene el recibo de energía) para evitar confusiones a los responsables
  - Revisar que no existan diferencias de cientos o miles de kWh/m<sup>2</sup>-año ó MWh/m<sup>2</sup>-año en los índices energéticos calculados
- d) Es necesario que los responsables de las empresas complementen la siguiente información (mismos datos solicitados en inmuebles de la APF) con la finalidad de que en el futuro se pueda expandir el sistema de Benchmarking a UPAC's:
  - Estado
  - Municipio
  - Región (norte, centro y sur)
  - Zona térmica
  - Tipo de empresa
  - Número de edificios

- Tarifa eléctrica
  - h/día de operación
  - Días de trabajo/semana
  - Número de empleados
  - Número de computadoras
  - Capacidad instalada de AA en TR
- e) Una vez que se tenga una clasificación específica, ordenar la clasificación de empresas e inmuebles para determinar las empresas que representan la mayoría del consumo de energía total (ejemplo 80%), además realizar el siguiente clasificación:
- Por tipo de empresa
  - Por región
  - Con o sin AA
- f) Programación de filtros que permitan incrementar la calidad de información que proporciona el usuario
- Asignar año de registro a la información que se está ingresando en el sistema (no permitir que ingresen sin registro “S/R”)
  - Alertas de que ingresaron consumos de energía pero no superficie construida o al contrario
  - Permitir el envío de información siempre y cuando exista información completa en los formularios previamente definidos
  - Permitir que el usuario incorpore sus inmuebles de manera desagregada, si es el caso de que la empresa tenga diferentes inmuebles en distintas ubicaciones
  - Ingreso de valores y unidades para los consumos de energía eléctrica
- g) Estimar indicadores energéticos por tipo de empresa, región y condiciones de operación del AA
- h) Seleccionar el tipo de empresas que sean representativas con respecto al consumo de energía y estén relacionadas con los sistemas de Benchmarking en inmuebles de oficinas.
- i) Desarrollar el sistema de Benchmarking para los tipos de empresas de mayor interés para la CONUEE, así como, desarrollar programas de eficiencia energética para estas empresas.

### **3 Revisar y adaptar el modelo de regresión múltiple desarrollado por el Instituto Nacional de Ecología (INE)**

Este capítulo tiene como objeto describir las actividades realizadas conjuntamente entre CONUEE, INE, GIZ y GOPA, para desarrollar el sistema de calificación que permitirá realizar las comparaciones entre inmuebles (Benchmarking) del mismo tipo registrados en la base de datos de la APF.

Asimismo, se indica la información que fue actualizada para llevar a cabo el análisis estadístico, los procedimientos de revisión y corrección de información, y el algoritmo para evaluar el desempeño energético de los inmuebles de oficinas.

#### **3.1 Incorporación de los Grados Día de Refrigeración y Calefacción con base a la herramienta desarrollada por Conavi**

Debido a que los consumos de energía de los inmuebles varían en función de la Zona Térmica y a que el procedimiento de análisis estadístico depende en gran medida de los conceptos de Grados Día de Refrigeración (GDR ó CDD) y Calefacción (GDC ó HDD), y debido a que Conavi desarrolló recientemente una herramienta que estima los grados día en función de tres estaciones meteorológicas más cercas al destino a analizar (criterio no empleado en la primera herramienta desarrollada por el INE), fue necesario realizar una actualización e incorporación de los valores anuales de estos dos datos, empleando una herramienta desarrollada por la Conavi.

Es importante mencionar que la herramienta de grados día de la Conavi basa su operación en las coordenadas geográficas del lugar a analizar, por lo que es necesario conocer la longitud, latitud y altitud de un lugar previamente definido. Posteriormente, la herramienta selecciona automáticamente las tres estaciones meteorológicas que tienen información de temperaturas y precipitación; con éstos últimos datos de temperatura, se determinan los grados día anuales de refrigeración y calefacción para un lugar en dónde no se tienen datos meteorológicos.

En el archivo Excel adjunto a este documento, se encuentra una relación de 32 entidades federativas y 190 localidades para las cuales se obtuvieron las coordenadas geográficas y se determinaron los GDR y GDC, empleando la herramienta de la Conavi. Cabe mencionar que será necesario en un próximo paso, determinar los grados día mencionados anteriormente para un mayor número de localidades.

En la Tabla 3-1 se indica una muestra de la información de los grados días de refrigeración y calefacción incorporados a la base de datos.

Tabla 3-1 Zona térmica, Grados Día de Refrigeración y Calefacción para 32 Entidades Federales

Entidad Federativa	MUNICIPIO	Localidad	Zona térmica	Zona climática	ANUAL HDD65	ANUAL CDD65
AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES	3C	Templado seco	2,646	1,832
	PABELLON DE ARTEAGA	PABELLON DE ARTEAGA	3C	Templado seco	2,386	2,074
BAJA CALIFORNIA	ENSENADA	ENSENADA	3C	Templado seco	1,811	1,091
	MEXICALI	MEXICALI	1	Cálido seco extremoso	1,260	4,908
	TECATE	TECATE	3B	Cálido Seco	2,445	2,087
	TIJUANA	TIJUANA	3B	Cálido Seco	1,790	1,864
BAJA CALIFORNIA SUR	COMONDU	COMONDU	3B	Cálido Seco	1,766	1,833
	LA PAZ	LA PAZ	1	Cálido Seco	630	4,545
	LORETO	LORETO	2	Cálido Seco	1,095	3,989
	MULEGE	MULEGE	2	Cálido Seco	1,014	4,059
CAMPECHE	CAMPECHE	CAMPECHE	1	Cálido semi-húmedo	38	5,687
	CARMEN	CARMEN	1	Cálido húmedo	0	6,267
	CHAMPOTON	CHAMPOTON	1	Cálido semi-húmedo	49	5,776
CHIASPAS	COMITAN DE DOMINGUEZ	COMITAN DE DOMINGUEZ	2	Templado seco	844	2,785
	SUCHIATE	SUCHIATE	1	Cálido semi-húmedo	0	7,002
	TAPACHULA	TAPACHULA	1	Cálido húmedo	0	5,741
	TUXTLA GUTIERREZ	TUXTLA GUTIERREZ	3C	Templado húmedo	789	2,099
CHIHUAHUA	BOCOYNA	BOCOYNA	4C	Semifrio-seco	4,342	1,124
	CAMARGO	CAMARGO	2	Cálido Seco	1,920	3,303
	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	3B	Templado seco	2,414	2,128
	CUAUHTEMOC	CUAUHTEMOC	4C	Templado seco	4,213	1,149
	OJINAGA	OJINAGA	2	Cálido Seco	2,271	3,130
	SAUCILLO	SAUCILLO	2	Cálido Seco	2,247	2,615
DISTRITO FEDERAL	ALVARO OBREGON	ALVARO OBREGON	3A	Templado	2,339	1,740
	AZCAPOTZALCO	AZCAPOTZALCO	3A	Templado	2,214	1,710
	BENITO JUAREZ	BENITO JUAREZ	3A	Templado	2,235	1,767
	COYOACAN	COYOACAN	3A	Templado	2,281	1,756
	TLAHUAC	TLAHUAC	3A	Templado	2,509	1,669
	TLALPAN	TLALPAN	3A	Templado	2,348	1,512
	VENUSTIANO CARRANZA	VENUSTIANO CARRANZA	3A	Templado	2,570	1,737
	XOCHIMILCO	XOCHIMILCO	3C	Templado	2,516	1,528
	GUERRERO	ACAPULCO DE JUAREZ	ACAPULCO DE JUAREZ	3A	Templado seco	1,869

Fuente: Elaboración propia empleando la herramienta de Conavi para determinar Zona Térmica y Grados Día de Refrigeración y Calefacción.

*Nota: En el archivo de Excel podrá consultar información para 32 entidades y 190 localidades, no obstante, será necesario integrar un mayor número de ciudades.*

### 3.2 Resumen de inmuebles APF que cuentan con información suficiente para implementar el procedimiento de análisis *Energy Star*®.

La Tabla 3-2 muestra los inmuebles que contienen – en principio - información suficiente para determinar el algoritmo de evaluación del desempeño energético, en función de los análisis estadísticos indicados por *Energy Star*®.

Tabla 3-2 Resumen de inmuebles que contienen información para realizar procedimientos estadísticos

Prioridad	Tipo de inmueble	No. Inmuebles	No. Edificios
1	Oficinas	655	1,550
2	Hospital	26	72
	HOSPITAL SIN/AT	6	13
Opcional	Cínica/Unidad de Medicina/Centro de Salud	128	248
3	Educación Superior/Centro de Investigación	51	421
	Educación Media/Técnica	46	282
	Educación elemental/Guardería/Jardín de Niños	15	53
Opcional	Museo	45	71
	Centro de capacitación	10	29
	Banco <sup>1</sup>	6	13
	Centro de información	6	8
<b>Grand Total</b>		<b>994</b>	<b>2,760</b>

Por convenir a los intereses del proyecto, se decidió iniciar el procedimiento para determinar los algoritmos siguiendo los procedimientos de *Energy Star*® para inmuebles de oficinas como prioridad 1, inmuebles de hospitales con prioridad 2 y Escuelas como prioridad 3. En el Capítulo 4 se indicarán los esfuerzos realizados para revisar la calidad de información de los inmuebles seleccionados, antes de realizar los análisis estadísticos correspondientes.

### 3.3 Análisis estadístico de la base de datos de oficinas

Después de una exhaustiva revisión de la calidad de información de los 655 inmuebles de oficinas de la APF, se encontró que 15% de los usuarios habían cometido errores al registrar los datos de sus consumos de energía, superficie construida o clasificación del inmueble; razón por la cual se corroboró y corrigió la información de inmuebles, cuando fue posible, para determinar el algoritmo que permitirá comparar los inmuebles del mismo tipo.

La Tabla 3-3 muestra el resultado estadístico de los 556 inmuebles. Las variables que resultaron significativas para pronosticar el consumo de energía por m<sup>2</sup> son las siguientes:

- Superficie construida en metros cuadrados
- Número de personas (Per)
- Número de computadoras (Comp)
- Grados día de Refrigeración (GDR)
- Grados día de Calefacción (GDC)
- Región APF (Reg)
- Aire Acondicionado (Si/No)
- Capacidad de AA en TR

Después de un extenso trabajo de estimación de ecuaciones y de pruebas de significancia con diferentes conjuntos de variables, la ecuación final obtenida fue la siguiente:

$$\text{kWh/m}^2\text{-año}_{\text{pronosticado}} = C0 + C1*\text{Comp} + C2*\text{Per} + C3*\text{TR} + C4*\text{Reg} + C5*\text{LN m}^2 + C6*\text{GDC} + C7*\text{GDR}$$

Nota:

$$\text{ICEE}_{\text{pronosticado}} = \text{kWh/m}^2\text{-año}_{\text{pronosticado}}$$

**C<sub>0</sub>** = Constante

**C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>, C<sub>i</sub>** = Coeficientes de correlación entre las variables independientes (Variable 1, Variable 2, Variable i) y la variable dependiente

Tabla 3-3 Resumen del análisis estadístico de 556 inmuebles de oficinas

Estadísticas de la regresión								
Coeficiente de correlación múltip	0.634854308							
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.403039993							
R <sup>2</sup> ajustado	0.395414591							
Error típico	53.42600935							
Observaciones	556							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	7	1056061	150865.8331	52.85492047	1.6141E-57			
Residuos	548	1564177	2854.338475					
Total	555	2620238						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-118.1991402	31.6626	-3.733083975	0.000208916	-180.394055	-56.00423	-180.394	-56.0042
COMP/100 m2	3.325414423	1.147639	2.897614736	0.003910507	1.071105376	5.5797235	1.071105	5.579723
PER/100 m2	2.981564885	1.24136	2.401853215	0.016644125	0.543158304	5.4199715	0.543158	5.419971
ANUAL CDD65	0.026347511	0.003505	7.51786783	2.28713E-13	0.019463315	0.0332317	0.019463	0.033232
Capacidad AA (TR)	0.038647275	0.010407	3.713528949	0.000225314	0.018204475	0.0590901	0.018204	0.05909
REGION(123)	10.87128649	4.30285	2.526531405	0.011799919	2.4191878	19.323385	2.419188	19.32339
LN(FT2)	7.441002309	2.69833	2.757632417	0.006016425	2.140666532	12.741338	2.140667	12.74134
ANUAL HDD65	0.013008684	0.005377	2.419263378	0.015876541	0.002446383	0.023571	0.002446	0.023571

Nota: Los análisis estadísticos de este estudio fueron realizados por el INE en conjunto con CONUEE y consultor

Los resultados de la ecuación obtenida por mínimos cuadrados ponderados aplicados al conjunto total de observaciones, con consumo anual de energía eléctrica como variable dependiente fueron:

Un modelo con un coeficiente de determinación de 0.4030 lo cual indica que este modelo explica el 40.30% de la varianza en el consumo anual de energía eléctrica en los edificios habilitados como oficinas o bancos.

A excepción del término constante, los signos de los coeficientes obtenidos son los correctos, pues se espera por ejemplo que mientras mayor número de personas haya por cada 100 m<sup>2</sup>, el edificio tenga mayor necesidad de consumo eléctrico para su operación e iluminación.

En este caso se puede decir que por cada computadora adicional por 100 m<sup>2</sup> en un edificio tipo oficina el **ICEE<sub>pronosticado</sub>** aumentará un 3.325 kWh/m<sup>2</sup>, o que por cada tonelada adicional en la capacidad del aire acondicionado se adicionará en promedio 0.0386 kWh/m<sup>2</sup> y que por cada unidad de grados días refrigeración que haya en la localidad, el consumo agregará en promedio 0.03625 kWh/m<sup>2</sup>.

Otra característica importante que se pudo apreciar en las estimaciones, fue que las ecuaciones siempre mostraron un intercepto negativo, el cual casi siempre resultó estadísticamente significativo, aunque su efecto termina diluyéndose con las demás variables explicativas. Por ello se decidió dejarlo en el modelo final. Una interpretación lógica de este valor es que cualquier inmueble para ser considerado oficina debe contar con un mínimo de las características que la ecuación requiere.

Se hicieron también pruebas de pronóstico con dicha ecuación y los resultados fueron buenos, ya que el promedio del consumo de energía eléctrica de los pronósticos se observó un 17% más alto que el promedio obtenido de la base de datos.

Para mayor detalle, consultar la metodología de evaluación de desempeño energético para Oficinas/Bancos en el Anexo 4.2.

En el Anexo 4.3 encontrará la memoria de cálculo del análisis estadístico realizado en los inmuebles de Oficinas/Bancos.

### 3.4 Análisis estadístico para hospitales y escuelas

De acuerdo con los análisis estadísticos de 160 inmuebles del sector salud (hospitales, unidades de medicina y clínicas), en donde las variables que resultaron significativas fueron el número de computadoras, región APF y GDR; y 112 escuelas (educación media y superior) en donde las variables significativas fueron únicamente los GDR y el nivel de educación; bajo estos escenarios resultaría poco sólido la construcción y uso de los algoritmos para estos inmuebles.

Lo anterior se debe a que en la actual base de datos contiene únicamente información de la operación de un inmueble (consumos de energía, superficie construida, etc.) y no información específica que describen las actividades dentro del inmueble (pacientes, número de camas, equipos especiales, etc. para hospitales y número de alumnos, turnos, niveles, talleres, área de alimentos, equipo especial, etc. para escuelas); por lo que se recomienda incorporar esta solicitud de información en los sistemas de captura que actualmente emplean los usuarios.

De acuerdo con los limitados resultados obtenidos en hospitales y escuelas, se recomienda continuar con los esfuerzos para mejorar y complementar la información para llevar a cabo un análisis estadístico que permita pronosticar de forma correcta, el comportamiento de consumo de energía en hospitales y escuelas.



#### 4 Desarrollo de una herramienta de Excel® que permite realizar automáticamente el Benchmarking

Con la finalidad de facilitar el procedimiento de comparación (Benchmarking) entre inmuebles del mismo tipo, se desarrolló una herramienta de Excel® que basa su operación en el ingreso de datos de entrada que alimentan de información al algoritmo obtenido del análisis estadístico desarrollado en conjunto con el INE, el cual se obtuvo siguiendo procedimientos de *Energy Star*® con variables de inmuebles de oficinas de la APF.

En este capítulo se describe el procedimiento de evaluación de desempeño energético que emplea la herramienta de Excel®, así como la metodología a seguir para ingresar la información que requiere el algoritmo para comparar el inmueble ingresado con los inmuebles de la base de datos, asignando una calificación de desempeño energético.

##### 4.1 Descripción general del método de evaluación de desempeño energético

El método de evaluación que utiliza la herramienta sustenta su operación en los principios de análisis estadísticos de *Energy Star*®<sup>12</sup>, el cual permite evaluar el desempeño energético conociendo las siguientes variables que influyen en consumo de energía para oficinas:

- Superficie construida en metros cuadrados
- Número de personas (trabajadores)
- Número de computadoras
- Horas de operación (h/día)
- Grados día de Refrigeración GDR ó CDD
- Grados día de Calefacción GDC ó HDD
- Tarifa eléctrica
- Región APF
- Aire Acondicionado (Sí/No)
- Capacidad de AA en TR

Los criterios de evaluación del modelo desarrollado en conjunto con el INE son los siguientes:

- Se evalúa el desempeño eléctrico de todo el inmueble
- La evaluación debe reflejar la facturación eléctrica real del consumo del inmueble
- La evaluación normaliza las características operativas del inmueble
- La evaluación se basa en grupo de datos de inmuebles del mismo tipo

La escala de calificaciones en este método es de 0 a 100 puntos. 50 puntos indican el consumo de energía que corresponde al valor promedio y 75 puntos o más indican que el inmueble presenta un

---

<sup>12</sup> ENERGY STAR® Performance Ratings Technical  
Methodology/General\_Overview\_tech\_methodology.pdf

buen uso de la energía y es candidato a recibir un reconocimiento de desempeño energético por parte de la CONUEE.

El método de evaluación está basado en análisis estadísticos (regresiones simples, regresiones múltiples), con los cuales se puede predecir los consumos de energía anual por metro cuadrado de superficie construida (variable dependiente) al analizar las variables independientes que influyen la variable dependiente. El resultado del análisis estadístico de la base de datos es una ecuación con la que se pronostica el consumo anual de energía por metro cuadrado de superficie construida de la siguiente manera:

$$\text{ICEE}_{\text{pronosticado}} = Co + C1 * \text{Variable 1} + C2 * \text{Variable 2} + Ci * \text{Variable i} \dots + e$$

Donde:

**ICEE<sub>pronosticado</sub>** = Variable dependiente en (kWh/m<sup>2</sup>-año)

**Co** = Constante

**C1 y C2, Ci** = Coeficientes de correlación entre las variables independientes (Variable 1, Variable 2, Variable i) y la variable dependiente

**Variable 1, Variable 2, Variable i** = se refiere a las variables independientes, superficie construida, número de computadoras, horario de uso, grados días de refrigeración y calefacción, etc.

**e** = Representa el término de error o perturbación de la estimación

Durante el análisis estadístico se analiza las variables independientes y se van eliminando las variables que no presentan significancia estadística en el consumo de energía hasta obtener la ecuación expresada anteriormente para pronosticar el consumo anual de energía por metro cuadrado de superficie construida.

Posteriormente, se obtienen una relación (índice) entre el **ICEE<sub>real</sub> en (kWh/m<sup>2</sup>-año)** y **ICEE<sub>pronosticado</sub> en (kWh/m<sup>2</sup>-año)** y se asigna una calificación que va de 0 a 100 puntos de acuerdo con el resultado de esta relación. Un inmueble es candidato a obtener un reconocimiento de desempeño energético por parte de la CONUEE únicamente cuando el resultado de la evaluación es mayor o igual a 75 puntos y cumplan con los requisitos que indique previamente la CONUEE.

En el Anexo 4.2. encontrará mayor detalle de la metodología de valuación desarrollada para determinar el algoritmo de evaluación de desempeño energético del los inmuebles. Asimismo, en el Anexo 4.3 se encuentra la memoria de cálculo del algoritmo desarrollado para evaluar inmuebles de Oficinas/Bancos.


## 4.2 Herramienta de Excel® (Benchmarking)

La Figura 1 muestra la pantalla de la herramienta de Benchmarking, la cual está integrada por las siguientes secciones:


- I. Ingreso de datos generales del inmueble
  - Dependencia
  - Nombre del inmueble
  - Clasificación
  - Contraseña (únicamente inmuebles APF)
  - Número de edificios dentro del inmueble
  - Área construida en metros cuadrados
  - Tarifa eléctrica
  - Tiempo operación (h/día)
  - Días de operación por semana (días/sem)
  - Inmueble con Aire Acondicionado (AA)
  - Capacidad AA (TR)
  - Número de personas
  - Número de computadoras
  - Consumo energía (kWh/año)
  - Selección de información para ubicar el inmueble
    - ✓ Entidad federativa
    - ✓ Delegación o municipio
  - Datos automáticos
    - ✓ Región APF
    - ✓ Zona térmica
    - ✓ Zona climática
    - ✓ Grados Día Calefacción (GDC ó HDD)
    - ✓ Grados Día Refrigeración (GDR CDD)
- II. Resultados del Benchmarking
  - Gráfica la calificación de desempeño energético del inmueble respecto a los inmuebles del mismo tipo
  - Resultados del desempeño energético de su inmueble
- III. Próximos pasos
  - Sí el inmueble obtiene calificación de desempeño energético entre 75 y 100 puntos
    - ✓ Despliega información para solicitar el reconocimiento por parte de la CONUEE
    - ✓ Guardar el archivo de Excel® en su disco duro y enviarla vía correo electrónico al personal que administra el PAE de la CONUEE
  - Sí el inmueble obtiene calificación de desempeño energético entre 0 y 75 puntos
    - ✓ Despliega información de medidas de ahorro de energía factibles de implementar en su inmueble

- ✓ Guardar información y enviarla a la CONUEE con el objeto de solicitar apoyo en acciones de ahorro de energía
- IV. Potenciales de ahorro de energía promedios identificados en diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo
  - Se despliegan porcentajes de ahorro promedio típicos, al implementar acciones de ahorro de energía comúnmente identificadas en los diagnósticos energéticos de inmuebles en condiciones similares de operación
- V. Medidas de ahorro de energía comunes identificadas en los diagnósticos energéticos
  - Se indican diferentes alternativas de ahorro de energía y sus porcentajes de ahorro promedio


Figura 4-1 Pantalla de la herramienta de Benchmarking en inmuebles




**SEMARNAT**




Instituto Nacional de Ecología



Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



CONUEE  
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía



**SENER**

---

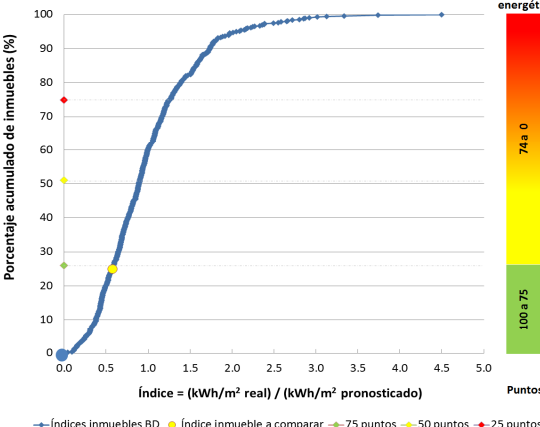
**Comparación de inmuebles**

**I. Ingreso de datos generales del inmueble**

Dependencia: <b>Instituto de Prueba</b>	Área construida (m <sup>2</sup> ): <b>2,270</b>
Nombre del inmueble: <b>Inmueble de Prueba</b>	Tarifa eléctrica: <b>OM</b>
Clasificación: <b>Oficinas</b>	Tiempo operación (h/día): <b>8</b>
Contraseña (únicamente inmuebles APF): <b>IXPRUEBA</b>	Días de operación por semana (días/sem): <b>5</b>
No. de edificios dentro del inmueble: <b>1</b>	Inmueble con Aire Acondicionado (AA): <b>SI</b>
Entidad federativa: <b>JALISCO</b>	Capacidad AA (TR): <b>37</b>
Delegación o municipio: <b>TLAQUEPAQUE</b>	Número de personas: <b>115</b>
Región APF: <b>CENTRO</b>	Número de computadoras: <b>113</b>
Zona térmica: <b>2</b>	Consumo de energía (kWh/año): <b>96,960</b>
Zona climática: <b>Templado</b>	Inmuebles de la base de datos: <b>557</b>
Grados Día Calefacción (anual HDD65): <b>977</b>	
Grados Día Refrigeración (anual CDD65): <b>2,955</b>	

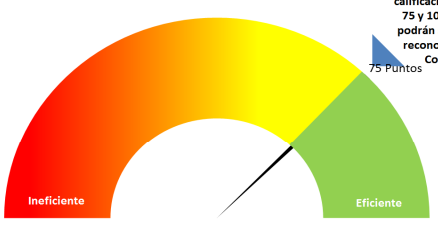
**II. Resultados Benchmarking**

**Índice y calificación de desempeño respecto a inmuebles del mismo tipo de la BD**



Desempeño energético: 74 a 0 (0 a 100)

**Desempeño energético de su inmueble**



Inmuebles con calificaciones entre 75 y 100 puntos, podrán solicitar el reconocimiento Conuee

Calificación de desempeño energético: **75**

**¡FELICIDADES!, Inmueble candidato a obtener reconocimiento de desempeño energético por parte de Conuee**

Resultados de desempeño energético de su inmueble	
Concepto	Valores
Índice: (kWh/m <sup>2</sup> -año) <sub>real</sub> / (kWh/m <sup>2</sup> -año) <sub>pronosticado</sub>	0.58
ICEE (kWh/m <sup>2</sup> -año)	42.7
Emisión de GEI (t CO <sub>2</sub> /año)	65

NOTA: El Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE en kWh/m<sup>2</sup>-año) del inmueble ingresado es comparado con inmuebles del mismo tipo, usando el procedimiento Conuee-INE® y empleando una escala de calificaciones de 0 a 100 puntos.

**III. Próximos pasos**

Si usted está interesado en obtener el reconocimiento de desempeño energético por parte de Conuee, le sugerimos registrar sus "Datos Generales", guardar el archivo de Excel y enviarlo a la siguiente dirección:  
erik.mendoza@conuee.gob.mx

**Datos de contacto:**

Nombre:

Teléfono:

e-mail:

Enviar información a Conuee

Manual de operación de la herramienta

Memoria de cálculo

**IV. Potenciales de ahorro de energía promedio identificados en diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo<sup>8</sup>**

Clasificación	Región APF	Aire Acondicionado (AA)	AE (%) Motores	AE (%) AA	AE (%) Ilum	AE (%) Otros	Ahorro Total (%)	TSR (años)	\$/kWh ahorrado/año
Oficinas	CENTRO	SI	0%	2.9%	16.3%	3.5%	<b>22.9%</b>	3.7	4.8

**V. Medidas de ahorro de energía comunes en los diagnósticos energéticos realizados en inmuebles del mismo tipo**

Medida de ahorro de energía	Potencial de AE (%)
Disminución de la carga térmica de un edificio por la implementación de parasoles	25.6
Reemplazo equipos de aire acondicionado ineficientes por eficientes	18.9
Sustitución de equipos fluorescentes T-12 y balastro electromagnético, por T-5 y balastro electrónico	15.3
Sustitución de equipos de aire acondicionado ineficientes por eficientes	11.8
Administración del movimiento de elevadores para reducir su uso en horarios no estratégicos	3.6
Implementación de un programa operativo de ahorro de energía en iluminación	3.0
Sustitución de motores de eficiencia estándar por eficientes premium	2.2

NOTAS:  
<sup>8</sup> Se refiere al modelo estadístico desarrollado en conjunto Conuee, INE, GIZ y GOPA, que sigue los procedimientos de Energy Star® para comparar el inmueble ingresado con los inmuebles del mismo tipo  
 AE= Ahorro de Energía  
 Otros = Ahorro de energía por sección de circuitos, campañas de ahorro, etc.  
<sup>6</sup> Valores indicativos: Si desea conocer las medidas de ahorro de energía en su inmueble y los potenciales de ahorro con precisión, recomendamos solicitar asesoría técnica con el personal de la Conuee

En el mismo archivo de Excel® de la Herramienta de Benchmarking, encontrará el Manual de operación, el cual explica la información requerida para el uso correcto de la misma.

#### 4.3 Gráficas propuestas para mostrar resultados del Benchmarking

Con el objeto de ubicar gráficamente la comparación entre el inmueble ingresado y los inmuebles del mismo tipo registrados en la base de datos, se realizaron las siguientes propuestas, antes de seleccionar las gráficas mostradas en la figura 4-1:

Figura 4-2 Escala vertical para mostrar la calificación del desempeño energético

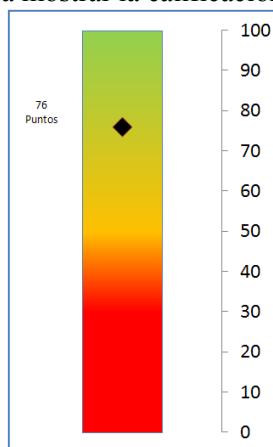


Figura 4-3 Escala tipo europeo para mostrar la calificación de desempeño energético

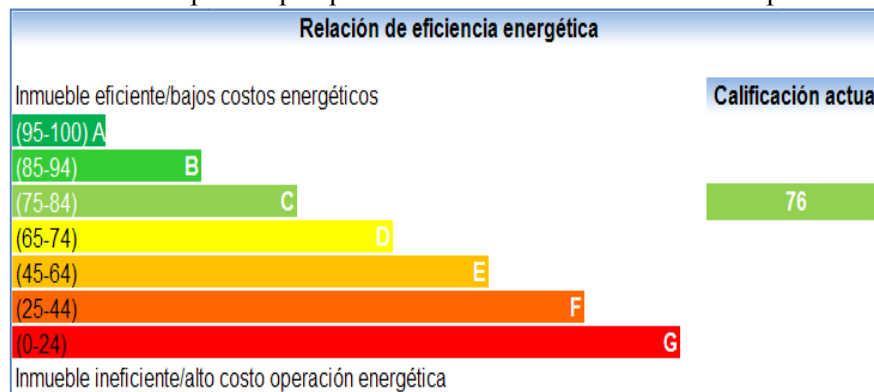
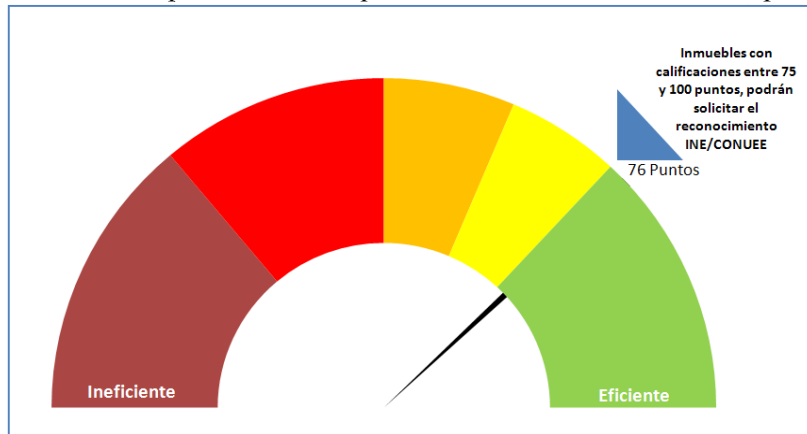
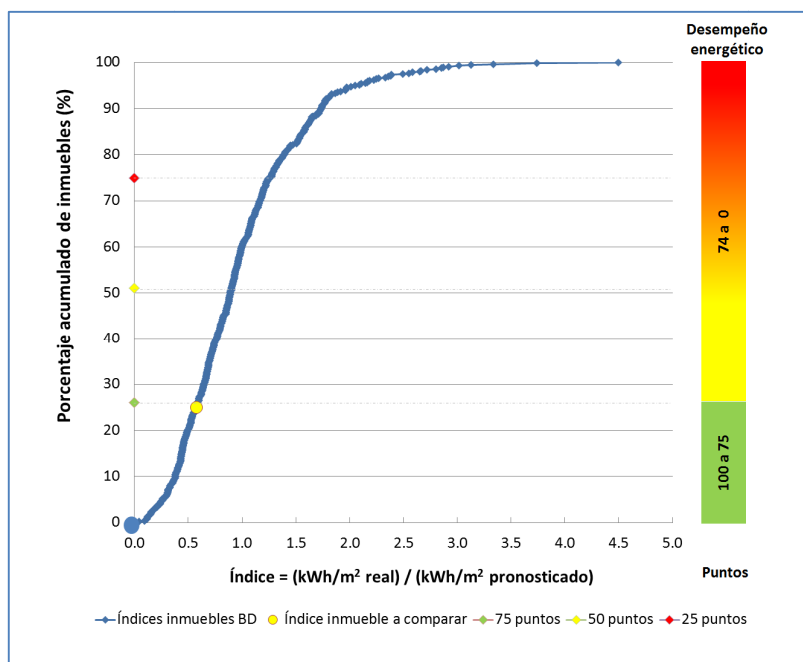


Figura 4-4 Gráfica tipo velocímetro que indica la calificación de desempeño energético



Nota: Esta gráfica “tipo velocímetro” fue seleccionada en consenso entre CONUEE-INE-GIZ.

Figura 4-5 Gráfica seleccionada para ubicar los resultados del inmueble comparado



La Figura 4-5 muestra la gráfica seleccionada en consenso con CONUEE-INE-GIZ, de tal manera que el usuario puede ubicar el inmueble comparado de acuerdo con el resultado del “índice” obtenido, el cual es el resultado indirecto de la calificación de desempeño energético de la comparación con inmuebles del mismo tipo.

De la Figura 4.5, se puede interpretar que la curva en color azul es la línea base de eficiencia energética de los inmuebles de la BD en función del “índice” determinado con el algoritmo explicado en el Capítulo 4.1. El punto amarillo representa el inmueble a comparar con el resto de los inmuebles del mismo tipo y tiene un índice de 0.58, el cual está en el rango del 26% de inmuebles con calificaciones entre 75 y 100 puntos; la calificación de desempeño energético del inmueble comparado corresponde a un valor de 75 puntos. Las marcas indicadas en el eje Y indican los límites de las calificaciones a 75, 50, 25 y 0 puntos de abajo hacia arriba.

## **5 Preparar y llevar a cabo un taller dirigido a operadores de los inmuebles de la APF**

Se prepararon los contenidos de un taller dirigido a operadores de los inmuebles de la APF y consultores externos con el objeto de capacitarlos en el uso de la herramienta y procedimiento de evaluación.

A continuación se indican los principales temas del taller de capacitación:

- Desarrollo del análisis estadístico para determinar el algoritmo de comparación
  - ✓ Procedimiento *Energy Star*®
  - ✓ Base de datos y procedimiento para determinar el algoritmo
  - ✓ Algoritmo de oficinas
- Herramienta de Benchmarking de oficinas
  - ✓ Ingreso de datos
  - ✓ Resultados e interpretación
  - ✓ Recomendaciones generales
- Reconocimiento de desempeño energético por parte de CONUEE
  - ✓ Requisitos previos indicados por CONUEE

La presentación que contiene los puntos antes indicados, se encuentra disponible en formato PowerPoint adjunto a este documento.

## **6 Sugerencias generales para facilitar la operación del programa de la APF y de UPAC's**

A continuación se indican las sugerencias generales para facilitar la operación de Programa de Ahorro de Energía (PAE), de la herramienta de Benchmarking y proceso del reconocimiento de desempeño energético a inmuebles de la APF y de UPAC's:

- a) Incrementar la calidad de información ingresada por los usuarios
  - ✓ Programar filtros para que la información de la BD sea confiable
  - ✓ Programar sistema para que despliegue información y el usuario seleccione la información que se requiere, minimizando errores de captura.



- ✓ No permitir el envío de información hasta completar la información mínima necesaria para el análisis
- b) Integrar la información requerida (en los sistemas actuales de captura) para realizar análisis estadísticos de acuerdo con el tipo de inmueble
  - ✓ Solicitar a los usuarios de hospitales y escuelas, la información requerida para realizar análisis estadísticos indicados en el Capítulo 3 y 4.
- c) Incrementar la confiabilidad de los resultados obtenidos de la BD
  - ✓ Establecer análisis de indicadores que permiten identificar errores e inconsistencia de información
  - ✓ Sistematizar el análisis de información y eliminación de datos con inconsistencias
- d) Incrementar la calidad de medidas de ahorro de energía y resultados de los DE
  - ✓ Capacitación a los responsables de los inmuebles en la realización de DE
  - ✓ Difundir los formatos establecidos para indicar los resultados del DE
  - ✓ Orientar a los responsables de los inmuebles, en los temas y actividades mínimas requeridas del DE
  - ✓ Contratar los servicios de consultores especializados en eficiencia energética
- e) Estructurar y complementar la BD de UPAC's
  - ✓ Establecer categorías de inmuebles usando la clasificación económica de las empresas
  - ✓ Definir categorías a consideración de la CONUEE para facilitar la operación de la BD y análisis estadísticos para expandir el Benchmarking
  - ✓ Programar filtros para que la información de la BD se confiable
  - ✓ Minimizar errores que los usuarios puedan tener en el manejo de unidades de energía
  - ✓ Establecer indicadores que permitan identificar inconsistencias de información
- f) Sistematizar la generación de reportes de las bases de datos
  - ✓ Información de consumos de energía e información general de los inmuebles
  - ✓ Resultados de los diagnósticos energéticos
  - ✓ Detectar inconsistencia de información
  - ✓ Programar pantallas para seguimiento anual por inmueble o conjunto de inmuebles
  - ✓ Generar alarmas y mensajes automáticos sí hace falta información relevante o sí se detectan inconsistencias de datos
- g) Desarrollar la aplicación de la herramienta en Internet e Intranet
  - ✓ Herramienta disponible para público en general
  - ✓ Herramienta exclusiva para CONUEE-INE que permita operar y administrar el programa de reconocimientos de desempeño energético
  - ✓ Establecer una sección que permita crear una base de datos con la información que ingresen los usuarios
- h) Complementar la base de datos de entidades federativas y ciudades con información de los GDR y GDC que emplea la herramienta para su análisis
  - ✓ Opción 1. Integrar a la herramienta de Benchmarking, la herramienta de Conavi para determinar automáticamente la información correspondiente de GDR y GDC

- ✓ Opción 2. Complementar el catalogo de entidades y ciudades de la herramienta de Benchmarking, e implica usar la herramienta de Conavi para cada ciudad que se requiera e integrarla al mencionado catálogo
- ✓ Opción 3. integrar una BD de tal manera que el usuario ingrese únicamente el Código Postal (CP) y de manera automática despliegue la información de zona térmica, grados-días de refrigeración y de calefacción. Esta actividad permitirá generar un mapa de gran utilidad con información de zonas térmicas a nivel nacional.

## Referencias

Benchmarking Energy consumption in buildings: Preliminary Data Analysis, September 2011  
*Data\_Analysis-Report No. 1042.pdf*

ENERGY STAR® Performance Ratings Technical Methodology  
*Energy Star Metodologia-ratings.pdf*

ENERGY STAR® Performance Ratings Technical Methodology for Office, Bank/Financial Institution, and Courthouse  
*office\_tech\_desc.pdf*

ENERGY STAR® Performance Ratings Technical Methodology.  
*General\_Overview\_tech\_methodology.pdf*

ENERGY STAR® Portfolio Manager Data Collection Worksheet  
*PM\_Data\_Collection\_Worksheet.doc*

Grados-día para México, [una estimación necesaria](#), Ing. Odón de Buen R.

Guidelines for Energy Management Overview.  
*Energy star 1.pdf*

Herramienta de Excel Desarrollada por Conavi, para estimar Grados Día de Refrigeración y Calefacción y definir Zona Térmica y Climática

Manual de clasificación económica de empresas

Parque eólico Bii Nee Stipa II en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México  
*ESS\_Bii\_Nee\_Stipa\_II\_(BNS2\_Wind\_Power\_Loan).pdf*  
Noticias: [El financiero](#) y [AFP y Notimex](#)

PEPS CASE STUDY, Energy Efficiency in Federal Public Buildings in Mexico

Performance Benchmarking for Commercial Buildings in India - Report No.1032, June 2010  
*Performance Based Rating and Energy Benchmarking- Report No.1032.pdf*

Performance Based Rating and Energy Performance Benchmarking for Commercial Buildings in India - Report No.1032, June 2010

Portal de desempeño energético INE-CONUEE, <http://www.layerlin.com.mx/ine/index.php>

## Anexos

A continuación se enlistan los Anexos entregados en versión electrónica:

- 1.1 Estatus de la Base de Datos (1 de junio de 2012)
- 1.2. Relación de ICEE por clasificación de inmueble, región APF e inmuebles con y sin AA
- 1.3. Procedimiento para revisar la BD de los diagnósticos energéticos y obtención de los indicadores para extrapolar en la BD de la APF
- 1.4. Resultado de la revisión de los Diagnósticos Energéticos (DE) entregados a CONUEE e indicadores empleados para extrapolar resultados a la Base de Datos (BD)
- 1.5. Criterios para ponderar potenciales de ahorro e inversión a la BD de la APF en función de los resultados promedio de los DE
- 1.6. Precios medios de energía eléctrica empleados para el cálculo de potenciales en la APF
- 1.7. Medidas de Ahorro de Energía comunes en los 41 diagnósticos energéticos revisados por la componente GIZ
- 1.8. Resumen de los beneficios y potenciales del programa APF
2. 1. Estatus de la Base de Datos (BD) de UPAC's al 1 de junio de 2012
- 2.2. Análisis de índices energéticos de UPAC's 2011 (Inconsistencia de información en consumo de energía y superficies)
- 2.3. Análisis de índices energéticos de UPACs 2011 (BD al 1 de junio de 2012)
- 2.4. Procedimiento para revisar la BD de UPAC's y estructurarla con el objeto de aplicar Benchmarking en el futuro
- 3.1. Incorporación de Grados Día de Refrigeración y Calefacción con base a las coordenadas geográficas de la localidad y temperatura de referencia a 65° F (HDD y CDD)
- 3.1.1. Incorporación de los Grados Día de Refrigeración y Calefacción
- 3.2. Resumen de inmuebles APF que cuentan con información requerida para implementar el procedimiento de análisis *Energy Star*®
- 3.2.1. Oficinas/Bancos y otros tipos de inmuebles registrados en la BD de CONUEE que cuentan con la información para seguir el procedimiento de Benchmarking *Energy Star*®
- 3.2.2. Relación de Hospitales y clínicas encontradas en la BD de CONUEE
- 3.3. Algoritmo de oficinas y asignación de calificaciones a todos los edificios de oficinas y bancos de la BD
- 3.4. Algoritmo de hospitales
- 3.5. Algoritmo de escuelas
- 4.1. Herramienta de Excel® para realizar el Benchmarking
- 4.2. Metodología de evaluación de desempeño energético para Oficinas/Bancos
- 4.3. Memoria de cálculo del análisis estadístico de Oficinas/Bancos
- 4.4. Manual de clasificación económica de las empresas
- 4.5. Presentación del Taller de capacitación de la Herramienta en Excel®

De igual manera, se anexan en versión electrónica los archivos indicados en las referencias.