

DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Juan Rafael Cervantes Vega
Eduardo Alonso Castillo Montemayor
Jorge Luis Arizpe Islas

RESUMEN

Con la finalidad de promover una nueva era de responsabilidad social en el área de **Desarrollo Sustentable**, se pretende socializar un sistema de contabilidad, reporte y evaluación de desempeño ambiental. Esto se puede lograr a través de diagnósticos de carga eléctrica e hidráulica en las escuelas preparatorias y en las facultades de la Institución o Empresa.

Para establecer una línea base e identificar, clasificar y tipificar el estado actual de la Institución se llevaran a cabo reportes de diagnóstico que permitan sugerir acciones correctivas para disminuir el impacto sobre el medio ambiente por el uso de energía eléctrica, agua y gas.

Finalmente, lo que se busca es evaluar el desempeño “ambiental” en el marco de responsabilidad social. Se trata de evaluar el desempeño ambiental de la Facultad en el contexto del cumplimiento de su responsabilidad social.

Palabras clave: *Desarrollo Sustentable, Responsabilidad Social, Diagnósticos Energéticos.*

INTRODUCCIÓN

Universidad sustentable y responsabilidad social

¿Es realmente necesario el Desarrollo Sustentable?

Prácticamente, en todos los países, desarrollados o en vías de desarrollo, el consumo promedio del ser humano y de acuerdo a su poder adquisitivo muestra tendencias crecientes en todos los órdenes. Por lo que, fluye más energía y materiales hoy que algunas décadas atrás, y es posible vaticinar para un futuro próximo que la tendencia de este consumo siga en continuo incremento.

En la Figura 1, se muestra como la totalidad de la energía y materiales que utiliza el ser humano para obtener algún tipo de bienestar, provienen de los recursos naturales finitos y de las capacidades de los ecosistemas de la Tierra, y que dicho sea de paso, también digieren los desechos.

Servicios ambientales de los ecosistemas.

- ✓ Producción de alimentos y disponibilidad de agua,
- ✓ Construcción de infraestructura habitacional,
- ✓ Producción de bienes y servicios,
- ✓ Transporte, etc.



Figura 1. Relaciones entre la demanda Humana y ecosistemas

Un indicador clave para la sustentabilidad es el concepto de “huella ecológica”, el cual indica el impacto ambiental generado por la demanda humana sobre los ecosistemas.

Para ejemplificar éste concepto observe la Figura 2, ahora considere una ciudad cubierta con un domo, cuya composición permita la refracción de la luz e impida que determinados gases, inherentes de la atmósfera planetaria, retengan parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación estelar. La superficie del domo deberá ser tal que asegure a la ciudad su aprovisionamiento de energía, agua, alimentos, etc., necesarios en toda actividad humana.

Los gases de efecto invernadero (GEI)²; tales como agua (H₂O), dióxido de carbón (CO₂), metano (CH₄), oxido de nitrógeno (N₂O), ozono (O₃) y compuestos clorofluorocarbonados (CFC) deberán ser contenidos dentro del domo y regulados mediante la acción de la vegetación, para evitar la concentración de éstos gases. De ésta forma, la superficie que se requiere será decenas o cientos de veces superior a la de la propia ciudad, para asegurar su mantenimiento, esto es la “huella ecológica”.

Al aplicar éste concepto a las principales ciudades en el mundo, los domos se sobre-pondrán los unos con otros, por lo que, la superficie necesaria para su supervivencia sería la misma para dos o más ciudades. Esto se explica en la Declaración del Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EMA). Es decir, solo se debería “gastar” lo que se “tiene”. Sin embargo, la huella ecológica, sin importar que tan grande sea la metrópoli, rebasa la capacidad de renovación de los recursos naturales, o dicho de otra forma, se ha excedido la biocapacidad de la biosfera, ver Figura 2.

JUSTIFICACIÓN

Por las razones ya mencionadas, la FIME y las Universidades de México en general, deben contribuir a que la huella ecológica de su ciudad disminuya y se amplíen o mejoren la capacidad de renovación en los ecosistemas.

Al considerar que la matrícula en las universidades tiende a crecer, esta contribución deberá incrementarse, ya que es espera un aumento en infraestructura; áreas ocupadas por inmuebles, vialidad, recreación, etc. Así como, mayores requerimientos energéticos, tales como: electricidad,

combustibles para el transporte y mayor volumen de agua necesaria para riego y para consumo humano.

De esta forma, la mejora en el desempeño ambiental en FIME y de las Universidades de México se vuelve imprescindible si realmente se desea reducir la huella ecológica en todas las ciudades y que no se vuelva un inconveniente o amenaza para el bien estar de las generaciones futuras. Por lo que, es de vital importancia el inculcar y socializar la cultura del Desarrollo Sustentable de las ciudades a través de las acciones realizadas en las Universidades.

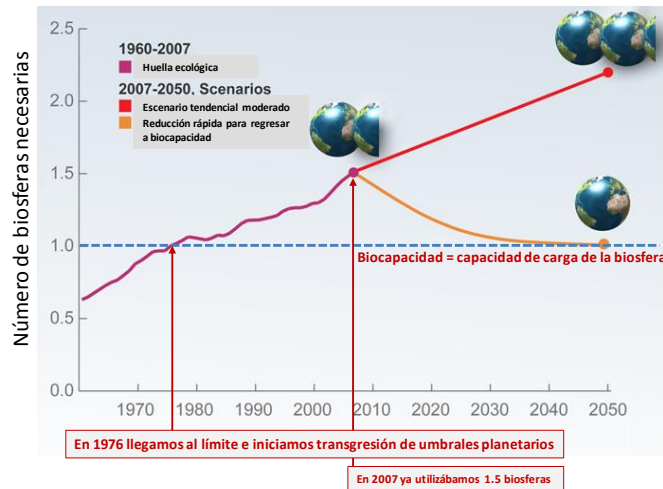


Figura 2. Huella Ecológica Mundial.

Responsabilidad Social en Universidades

¿Cómo se define responsabilidad social y cómo se relaciona con el Desarrollo Sustentable?

Los criterios de calidad, acreditaciones y certificaciones internacionales consideran la responsabilidad social y el Desarrollo Sustentable como piedras angulares en el buen desempeño de sus labores. Así mismo, la norma AA1000, de la guía G3/GRI, de los principios del Pacto mundial de las Naciones Unidas.

Típicamente, las instituciones o empresas que deseen obtener mayor prestigio por el reconocimiento a la calidad en el cumplimiento de su responsabilidad social, son asistidas por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). En este sentido la EMA proporciona información sobre sistemas de acreditación en México.

En la ISO 26000 2010 se consideran siete rubros indispensables en el cumplimiento de la responsabilidad social:

- ✓ gobernabilidad
- ✓ derechos humanos
- ✓ prácticas laborales
- ✓ **medio ambiente**
- ✓ prácticas de operación
- ✓ derechos del consumidor o destinatario del servicio
- ✓ y derechos de la comunidad.

Información, contabilidad y reporte de desempeño ambiental; Requerimientos energéticos y uso de agua y materiales

Evidentemente, en todo el mundo, el consumo promedio por persona se incrementa en todos los sentidos. Éste incremento se ha logrado a base de la sobre explotación de los recursos naturales, es decir de un uso no sostenible de los mismos y por lo que si tiene una degradación inminente en los ecosistemas, ver Figura 2.

Todo parece indicar que este flujo, con un subsecuente impacto ambiental, seguirá incrementándose en el futuro próximo. Es en este sentido que el incremento en el flujo de energía, agua y materiales per cápita a la vez acrecienta la **huella ecológica** de las poblaciones en el mundo, y la FIME no es la excepción a la regla debido a las necesidades de la sociedad, por lo que esto implica un futuro incremento en la matrícula.

Un incremento en la matrícula de la FIME implica un cambio en el uso de suelo, para el incremento de áreas construidas, inmuebles, vialidad, estacionamientos, áreas deportivas, etc. asociado a un mayor requerimiento energético, y de agua, así como de insumos, tal como los materiales escolares.

De esta forma, un mejoramiento en el desempeño ambiental de la FIME es indispensable si la Facultad asume su responsabilidad social de predicar con el ejemplo, y de apoyar el desarrollo de la cultura de la sustentabilidad ambiental en México.

Finalmente, es indispensable e impostergable el que la huella ecológica de las Universidades continúe su crecimiento, ya que de continuar con esta marcada tendencia se pone en peligro inminente a las futuras generaciones por escasez de agua, alimentos y servicios ambientales de los ecosistemas, indispensables para la economía y el bienestar humano, ver Figura 1.

Medición y Reporte del desempeño ambiental

Como punto de partida es posible llevar a cabo la contabilidad de los requerimientos energéticos (energía eléctrica, gas y agua), traducido en términos de consumo y gasto, mediante la recopilación de datos históricos revelados por los recibos correspondientes a las cuentas de electricidad, gas y agua en escuelas preparatorias, campus universitarios y facultades. Esto con la finalidad de poder determinar la correlación entre tasa de crecimiento poblacional de la institución y el incremento de estos insumos, así como de la infraestructura.

Un indicador general, que contribuya a la estimación de la huella de carbono, necesario para indicar estos incrementos es un reporte que indique las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por uso directo de energía eléctrica, y uso indirecto de la misma como el bombeo de agua, fabricación de inmuebles, etc.

Por lo que es necesario, la participación de todo el personal administrativo, docente y no docente, para que ayuden a determinar cuales son sus requerimientos energéticos (electricidad, gas, agua) y también la generación de residuos y que comprendan la importancia de traducir estos resultados en términos de GEI.

METODOLOGÍA

Diagnósticos Energéticos; Infraestructuras eléctricas y consumo de electricidad: flujo de energía

Una vez que todas las dependencias de la universidad cuenten con medidores de electricidad, agua y gas, será posible determinar cuales son las “entradas” de energía y a la “salida” se deberá asegurar

que las emisiones de GEI debidas a la generación de energía eléctrica, así como el manejo y uso de la misma se reduzcan considerablemente al utilizar fuentes de energía alternas e incluso erradicar contaminantes, ver figura 4.

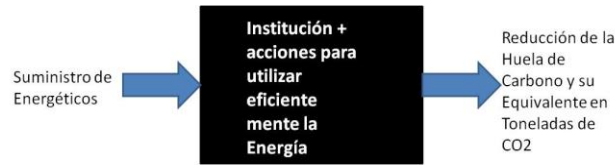


Figura 4. Flujo de energía en una Institución.

Por mencionar un ejemplo, en el año 2012 una universidad estatal puede utilizar aproximadamente 80 millones de kilowatts-hora, lo que se refleja en un gasto de 125MP, y al tomar en cuenta que por cada kW-hr se generan 0.80Kgr de gases de efecto invernadero y equivale a la tala de cuatro arboles o el consumo de 246 litros de petróleo, además de emitir a la atmosfera 0.596Kg de bióxido de carbono, entonces esto significa que se emitieron casi 48000Tons de CO₂ tan solo en una universidad.

Evidentemente, la propensión al incremento de matrícula en un futuro próximo hace que la tendencia del consumo de energía eléctrica este a la alza. Empero, al modificar los patrones de conducta y hábitos de consumo en los estudiantes, así como poner más atención en la adquisición de equipo de alta eficiencia energética, y el uso de aislamiento en inmuebles generará que dicha tendencia impacte positivamente en la huella ecológica. Mediante esta forma no solo se tendrá una disminución en los gastos asociados a la energía eléctrica sino que también se reducirá su huella de carbono.

Finalmente, es muy importante determinar ¿Dónde y cómo se utiliza la energía?

Usos de energía eléctrica en la Universidad

Es posible observar que el diagnóstico energético puede dividirse en dos grandes grupos, en el primero de ellos es posible obtener un ahorro significativo en muy poco tiempo con prácticamente nada de inversión. Este diagnóstico deberá estar orientado a determinar cuales son las áreas de oportunidad de mayor impacto y donde se obtendrán ahorros potenciales con un bajo costo en la implementación de la solución y menor tiempo de respuesta para la obtención de esos ahorros.

Algunos de los parámetros a evaluar en este nivel son; la utilización de energía eléctrica en iluminación, climatización y aislamiento térmico, por mencionar algunos de los más sobresalientes.

Características del primer diagnóstico son:

- ✓ Inspección visual de la dependencia y/o utilizando herramienta general,
- ✓ Bajo costo o prácticamente sin inversión,
- ✓ Estimación aproximados de "ahorros",
- ✓ Detección de áreas de oportunidad,
- ✓ Establecimiento de metas y objetivos generales y holísticos,
- ✓ Etc.

Iluminación

En éste rubro se pretende determinar mediante una inspección visual el estado de los luminarios y las lámparas instaladas, esto es, las condiciones generales del equipo de iluminación. Así mismo, la potencia de las lámparas, el tipo y la distribución de las luminarias, los niveles de iluminación, el tiempo de operación y encendido, tomando nota de las posibles fuentes de aportación de luz natural, ver Tabla 1.

Estimamos que una universidad, en su conjunto, está equipada con alrededor de miles de luminarias, incluidas todas las unidades administrativas y deportivas. Esta estimación se debe fundar en los diagnósticos eléctricos ya realizados, que totalizan las luminarias; de las cuales un porcentaje serán ahorradoras y otro por ciento no, lo cual constituye otro dato de línea base para contabilizar y reportar mejoras en el futuro.

Tabla 1. Características típicas de la iluminación en una dependencia.

Ubicación	Unidades	Watts	Tipo	Iluminación
Oficina Consejo Académico	1	4x32	T8	Satisfactoria
Oficina Mantenimiento	1	4x32	T8	Excesiva
Oficina Recursos Humanos	1	4x32	T8	Excesiva
Tutorías y Psicología	1	4x32	T8	Excesiva
Sala de maestros	4	3x32	T8	Excesiva
Comedor de maestros	1	3x32	T8	Satisfactoria
Of. Sala de maestros	1	3x32	T8	Satisfactoria
Prefectura	2	3x32	T8	Excesiva
Sala de investigación	6	2x39	T12	Excesiva
Baños Hombres	2	4x32	T8	Excesiva
Baños Mujeres	2	4x32	T8	Excesiva
Bodega	1	100	Incandescente	Insuficiente

Equipos de Aire Acondicionado

En los sistemas de refrigeración y climatización, lo que se desea determinar es:

- ✓ Estado de aislamiento térmico (en caso de existir),
- ✓ analizar y corregir de ser necesario el programa de mantenimiento,
- ✓ Registrar el horario y temperatura de operación de los equipos en general,
- ✓ Tipo de equipo,
- ✓ Fuentes de calor,
- ✓ Etc., ver Tabla 2.

Tabla 2. Categorías y características típicas de los equipos de aire acondicionado en una dependencia.

Ubicación	Unidades	Capacidad (tons)	Tipo/Modelo	Marca	Estado del Equipo
Biblioteca	1	5	Central/ 502P060511	Carrier	Bueno
Biblioteca	1	10	Central/ 50TFF012501	Carrier	Bueno
Aula	1	5	Central/ 502P060511	Carrier	Bueno
Pasillos	1	5	Central/ Ilegible	York	Bueno
Aula	1	5	Central/ JP048C00AAA1A	York	Bueno
Aula 17	1	4	Minisplit/ E11D048525B	York	Bueno

Los datos presentados en la Tabla 2, constituyen otro dato de línea base para contabilizar y reportar mejoras en el futuro.

Aislamiento térmico de inmuebles

En la FIME hasta la fecha, toda la construcción inmobiliaria carece de un aislamiento térmico apropiado, lo que implica utilizar prácticamente el triple de electricidad que el que se utilizaría si los inmuebles estuvieran térmicamente aislados. El costo adicional por un aislamiento térmico adecuado, en el momento de la construcción, es de alrededor del diez por ciento, que se recupera rápidamente (entre uno y dos años) gracias a que tanto el tonelaje en equipamiento de climatización como el gasto por pago de facturas de uso de electricidad se reducen a un tercio. Una vez recuperada la inversión el futuro se configura con un uso altamente eficiente de la energía y una reducción permanente de los pagos por electricidad.

En un segundo diagnóstico, se deberán alcanzar ahorros significativos aunque estos no serán a corto plazo, y algunas de las características de este son:

- ✓ Requerimiento detallado por dependencia de energéticos,
- ✓ Establecer metas y objetivos específicos,
- ✓ Inversión media y/o alta, así como determinación de pérdidas energéticas a detalle,
- ✓ Utilización de instrumentos y equipo especializado,
- ✓ Recursos Humanos y materiales,
- ✓ Justificación analítica de los proyectos.

Para realizar éste segundo diagnóstico deberá contarse con información mas especifica, como la siguiente:

- ✓ Recibos de energía eléctrica de por lo menos los dos últimos años,
- ✓ Inventario a detalle del equipo instalado,
- ✓ Patrón de hábitos de estudio (registro en bitácora semanal, quincenal, mensual, etc.),
- ✓ Localización geográfica de la dependencia,
- ✓ Infraestructura y distribución de áreas,
- ✓ Horario de trabajo,
- ✓ Etc.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Indicadores del uso eficiente de energía

Es indispensable realizar reportes de los diagnósticos de carga eléctrica e hidráulico de las escuelas preparatorias y facultades, como el que se realizó en la FIME, ya que al finalizar éstos diagnósticos se podrá disponer de una línea base, respecto de la cual es posible contabilizar y reportar avances en la aplicación de las recomendaciones y lineamientos técnicos en materia de uso eficiente de la energía eléctrica, así como también de gas y agua.

Ademas de esto, se utilizarán los siguientes indicadores, conforme se reúnan los datos fuente necesarios para su agregación:

- ✓ Kilowatt horas totales anuales por facultad o escuela preparatoria y por la universidad en su conjunto,
- ✓ Kilowatt horas por estudiante o miembro de la comunidad universitaria, por día y por año,
- ✓ Wattaje de luminarias por metro cuadrado en aulas y lugares de trabajo (DPEA),
- ✓ Luxes de luminarias a nivel de escritorio,
- ✓ Toneladas de climatización por metro cuadrado,
- ✓ Metros cuadrados construidos con aislamiento térmico adecuado,
- ✓ Porcentaje de investigación enfocado al Desarrollo Sustentable,
- ✓ Porcentaje del presupuesto asignado al Desarrollo Sustentable.

Esto con la finalidad de poder establecer un panorama general de las facultades frente a otras sin importar su matrícula, localización o área de trabajo

CONCLUSIONES

En base a levantamiento energético es posible identificar aquellas cargas eléctricas que demandan más energía, la cual típicamente es el equipo de refrigeración, y así es posible implementar alguna acción correctiva.

También, la iluminación puede ser evaluada y clasificada como satisfactoria o no satisfactoria en donde se encuentran dos niveles más que son el excesivo y el insuficiente, para esto se deberá contar con los datos de la Tabla 1 y compararlo con la Norma Oficial Mexicana NOM 025...¹⁵ que recomienda un mínimo de 300lux para aulas de clase y así poder recomendar un cambio de distribución, luminaria, lámpara o aprovechar mejor la aportaciones de luz natural. En este mismo rubro, pero desde la perspectiva energética se encuentra el DPEA¹⁴ que recomienda contar con un índice menor a los 16W/m² en las áreas iluminadas por luz artificial.

Finalmente, otro índice que se puede evaluar es el consumo promedio por estudiante que en general se mantiene en un valor cercano a 1.65 kilowatt horas diarios.

Algunas de estas recomendaciones estarán ambientadas al fomento de la cultura ambiental, tales como:

- ✓ Organizar horarios de trabajo para evitar mantener encendidos todo el día los equipos de aire acondicionado, computación e iluminación;
- ✓ Apagar equipos de aire acondicionados y luminarias al abandonar aulas de clase, cubículos u oficinas;
- ✓ Prescindir de la iluminación artificial y aprovechar la natural en las instalaciones cuya ubicación y amplios ventanales así lo permitan;
- ✓ Seleccionar temperaturas en los sistemas de climatización artificial de tal forma que en verano sea 24 grados y en invierno 18 grados;
- ✓ No conectar más de un aparato a cada toma eléctrica de pared, a fin de evitar sobrecarga en la instalación;
- ✓ Etc.

Mientras que otras recomendaciones tendrán base en sustitución o ajuste de equipos para mejorar la eficiencia energética, tales como:

- ✓ Sustituir equipos de baja eficiencia por otros de alta eficiencia;
- ✓ Utilizar detectores de presencia, temporizadores y automatización de equipos en general;
- ✓ Instalar detectores de presencia tipo infrarrojo (IR) en salas de juntas y baños;
- ✓ Sustituir las lámparas fluorescentes tipo T12 cuando concluyan su vida útil por lámparas tipo T8 de 4100°K y con un IRC de 85.
- ✓ Etc.

Así mismo, en el rubro de equipos de aire acondicionado será indispensable realizar algunas actividades adicionales al mantenimiento regular de los equipos, como lo son:

- ✓ Habilitar en los equipos de aire acondicionado una apertura parcial en el ducto de retorno para la entrada de aire nuevo;
- ✓ Dar mantenimiento al total de toneladas de aire acondicionado, constituidos por diversos equipos, por lo menos una vez al año por personal especializado y seguir llevando el registro de esto en bitácora;
- ✓ Instalar detectores de presencia y temporizadores para la automatización de equipos de aire acondicionado y así mejorar estrategias de operación;
- ✓ Mejorar el acondicionamiento térmico de los espacios (ATE) mediante la instalación de papel reflejante en ventanas y mantenimiento del aislamiento térmico.
- ✓ Etc.

Además de esto, es necesario elaborar un formato de reporte que las preparatorias, facultades y demás dependencias podrán llenar al menos cada seis meses, a efecto de evaluar cuánto mejora el desempeño ambiental de las mismas y de la universidad en su conjunto.

Con estas y otras acciones es posible reducir al menos un 15% en el consumo eléctrico mensual, comparado con el consumo del mismo mes del año anterior.

Sin embargo, esto es necesario pero no suficiente, ya que se deberá contar con un plan de seguimiento y reevaluación, es decir, una vez entregado el reporte semestral de desempeño, un organismo externo deberá evaluar los avances en el cumplimiento de las recomendaciones y revisará si existen nuevas ventanas de oportunidad.

Finalmente, otras tareas sustantivas que se vislumbran son;

- ✓ Desarrollo de políticas, programas y proyectos de infraestructura y gestión ambiental.
- ✓ Diseñar y operar programas para promover la responsabilidad social en las comunidades universitarias y la sociedad en general.
- ✓ Fomentar la participación social en la construcción de expresiones de cultura ambiental, socialmente responsable y democráticas.
- ✓ Formar recursos humanos ambientalmente calificados y fomentar la investigación en los temas de sustentabilidad.
- ✓ Capacitar y actualizar los recursos humanos en el rubro de Desarrollo Sostenible.
- ✓ Establecer alianzas estratégicas con agentes sociales locales, nacionales e internacionales, para impulsar la generación y aplicación del conocimiento y la tecnología sustentable.

BIBLIOGRAFÍAS Y REFERENCIAS

- Carl Folke, Asa Jansson, Jonas Larsson & Robert Costanza. 1997. *Ecosystem Appropriation by Cities*. En Royal Swedish Academy of Sciences (26, 169-172) Stockholm: Ambio.
- Anónimo (2005) *Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital natural y bienestar humano. Declaración del Consejo. Evaluación de los ecosistemas del Milenio*. PNUMA, Arendal, Noruega. 24 pp.
- T. E. Lovejoy. (2009). *Huella Mundial ¿Cabemos en el planeta?*. 2009, de Global Footprint Network Sitio web: http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/world_footprint/
- RG. (2001). *Guía para la elaboración de reportes de Sostenibilidad*. Febero 2009, de Global Reporting Initiative Sitio web: <http://www.accountability21.net/>
- G. Kell. (2010). *ANNUAL REVIEW OF BUSINESS POLICIES & ACTIONS TO ADVANCE SUSTAINABILITY*. 2011, de United Nations Global Compact Sitio web: <http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish.html>
- Standards ISO 26000. (Julio 2014). ISO 26000 - Social responsibility. 2010, de NOVA Scotia Canada Sitio web: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_and_leadership_standards/social_responsibility/sr_iso26000_overview.htm
- Ma. Isabel López Martínez. (2006). *La Acreditacion y sus beneficios*. 2014, de Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA) Sitio web: <http://www.ema.org.mx/>
- Alfaro/Limon/Martinez/ Tijerina. (2011). *Ambiente y sustentabilidad 1ª edición*. México : Editorial Patria.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004. (2004). *Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*. 2014, de Eficiencia Energética Sitio web: http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/NOM-007-ENER-2004.pdf.
- NOM-025-STPS-2008, *Condiciones de iluminación en los centros de trabajo..* (2004). *Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales..* 2014, de SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL Sitio web: www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf