

Análisis de auto-abastecimiento energético de edificaciones existentes.

Yinnette Adriana Fajardo López

Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia, yinerok_bm@hotmail.com

Rafael Andrés Rodríguez Pedraza

Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia, randres15@computer.org

Edwin Francisco Forero García

(Consejero Facultad)

Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia, edwinforero@usantotomas.edu.co

RESUMEN

Este artículo presenta el concepto de sostenibilidad en edificaciones que promueva un desarrollo equilibrado entre el medio ambiente, la sociedad y la economía, dentro del área de construcción y/o remodelación de edificios; en la búsqueda de ser más eficientes, en la reducción en explotación de materias primas, en el uso de materiales no reciclables y en el consumo de energía, se da inicio un completo análisis que tiene en cuenta los criterios e indicadores, regidos por normas, aplicados a nivel mundial para una correcta evaluación de eficiencia. El desarrollo de conocimiento en este contexto, permitirá que sea aplicado en la Universidad Santo Tomas, en la sede central en Bogotá, Colombia, con el fin de proyectarla como un edificio eficiente con aportes al desarrollo sostenible.

Palabras claves: Edificios verdes, indicadores de sostenibilidad, exergía, energía.

ABSTRACT

This paper presents the concept of sustainability in buildings, or green buildings, which promote a balanced development between environment, society and economy within the construction and remodeling of buildings; in search to be more efficient in the reduction in operation raw materials, the use of recyclable materials and energy consumed. These implies a complete analysis which takes into account the criteria and indicators, according to rules, applied globally to a proper assessment of efficiency. The development of knowledge in this context, allow it to be applied to the Santo Tomas University in Bogotá, Colombia, in order to project it as an efficient building which contributions to sustainable development.

Keywords: Green building, sustainability indicators, exergy, energy.

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad cada día se sumerge más y más en un mundo lleno de confort, que ha impulsado al mismo hombre ha desarrollar tecnologías que le permitan vivir mejor, tales como sistemas de circulación de agua, la luz, el aire acondicionado, los autos, entre otros. Toda esta revolución tecnológica ha provocado un gran desorden ambiental debido al mal uso de los recursos naturales que deteriora la biodiversidad del planeta y la economía mundial. Es por esta razón, que hoy en día toda industria busca la implementación de sistemas eficientes en sus áreas, permitiendo así reducir el impacto ambiental y fomentar el buen uso de los recursos; un gran ejemplo de esto es lo que se ha venido desarrollando desde hace 20 años en las construcciones y remodelaciones de edificios en todo el

mundo, donde a través de un estudio se establece un sistema de desarrollo sostenible, el cual debe adquirir una certificación LEED que apruebe la eficiencia de los diferentes sistemas de una edificación, promoviendo así el equilibrio entre la preservación del medio ambiente, las necesidades de la sociedad y la economía. A continuación se explica el proceso de evaluación y análisis para una edificación, buscando la aplicación en un entorno real.

2. CONCEPTOS DE SOSTENIBILIDAD EN EDIFICACIONES

El desarrollo urbano en la mayoría de los casos de las grandes y pequeñas ciudades en Colombia se realizó sin tener en cuenta el impacto ambiental que las edificaciones puedan generar. Hasta hace un par de décadas esto fue motivo de preocupación, sin embargo, las consideraciones ambientales que hoy en día se toman en cuenta para la construcción de un edificio son únicamente los efectos inmediatos tales como efectos visuales del entorno y algunas situaciones relacionadas con la capacidad de suministro de servicios públicos, impacto en el tráfico y otras. De esta forma se dejan de tener en cuenta los impactos que una nueva construcción puede llegar a tener sobre ecosistemas que se encuentran a kilómetros de distancia debido a los consumos energéticos; esto teniendo presente que las fuentes de energía eléctrica en nuestro país son principalmente hídricas y que las grandes centrales se encuentran a una distancia considerable de las ciudades y para su construcción fue necesario alterar la biodiversidad presente en estos sectores rurales. Además, es importante anotar que el abastecimiento de energía eléctrica genera pérdidas, entonces muchas veces se debe multiplicar por dos o por tres los costos energéticos primarios y sus correspondientes impactos ambientales para que cada usuario pueda contar con una luz encendida o del uso de un equipo de cómputo. Esta sostenibilidad energética es uno de los parámetros que actualmente se debería tener en cuenta para autorizar no solo la construcción de nuevas edificaciones sino la operación de las existentes.

Según la comisión Brundtland, la sostenibilidad se entiende como la utilización de los recursos disponibles sin afectar la existencia de generaciones futuras, es así como se deben establecer criterios de sostenibilidad energética para la operación de edificaciones. Los impactos que se están generando actualmente al entorno, con la utilización de energías fósiles primarias que se queman emitiendo CO₂ (Dióxido de Carbono) y la construcción de nuevos almacenamientos de energía potencial hídrica, están provocando el desplazamiento de comunidades, la extinción de especies animales y vegetales, el ser humano está destruyendo poco a poco las condiciones para la supervivencia en el planeta, al garantizar el suministro energético de la región. Tomando plena conciencia de la situación es entonces cuando se plantea la forma de reducir al máximo los impactos que se generan por la disponibilidad energética con la que contamos actualmente.

En este estado siempre se habla de uso de energías alternativas, algunas ya muy mencionadas y utilizadas que por este mismo hecho pueden dejar de considerarse como nuevas y pasar a ser convencionales, tales como la energía eólica, de gran explotación en Europa, Asia y Norteamérica y la solar donde aún la ciencia y la nanotecnología están en deuda de grandes desarrollos en términos de eficiencia. Sin embargo, existen otras tecnologías que pueden estar ya disponibles y al alcance de nuestras posibilidades económicas y tecnológicas, que pueden suplir de energía a edificaciones nuevas y existentes, solamente con realizar ajustes en los hábitos humanos y cambios tecnológicos en los sistemas de suministro y uso energético. Dentro de las tecnologías de generación se encuentran: la piezo-generación, los módulos TEG (Generador Termoeléctrico de Energía), celdas solares de alta eficiencia y las microturbinas eólicas de aprovechamiento de corrientes de aire urbanas. Estas tecnologías se documentan más adelante en este documento.

3. ESTADO ENERGÉTICO ACTUAL DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA

Desde hace un par de décadas se ha hablado en Colombia del concepto de “edificios inteligentes”, los cuales en una primera generación fueron dotados de algunos dispositivos y/o equipamientos para mejorar el grado de

confort y seguridad de la edificación, por ejemplo: ascensores de alta velocidad, sensores de movimientos, cámaras, comunicaciones satelitales, redes de fibra óptica, escaleras de emergencia presurizadas, redes contra incendio, etc. El inconveniente que se presenta en estos sistemas se debe a que en la mayoría de los casos esto implica un mayor costo energético y este siempre se suministra por medio de la red eléctrica creando la necesidad de nuevos proyectos energéticos los cuales causan impactos en su construcción y luego en su operación. Una segunda generación de edificaciones automatizadas se ha desarrollado bajo los conceptos de edificios verdes o sostenibles, en estas construcciones se contó con un criterio de ahorro energético por lo cual se implementaron dispositivos para recolección de aguas lluvias como en el caso de COMPENSAR, donde se utilizan estas aguas para limpieza y riego de jardines. Otros puntos de ahorro que se han tenido en cuenta para esta generación de edificios son la ventilación e iluminación natural, tal como el edificio “EL CUBO” de COLSUBSIDIO, lo que descarga de responsabilidades a las redes del sistema eléctrico. Además se mejoraron los niveles de seguridad tanto para acceso como para evacuación en casos de emergencia. En este momento ya se encuentran en marcha proyectos que están abriendo camino a una tercera generación de edificios que no solamente ahorran energía sino que también la generan utilizando tecnologías limpias para tal propósito, además se trabaja en la implementación de nuevas tecnologías de uso final de energía para incrementar los índices de ahorro, es el caso de los cambios en sistemas de iluminación. Colombia, actualmente está abriendo sus puertas a la promoción de un desarrollo sostenible.

4. CERTIFICADO LEED:

Las certificaciones LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible) de Edificios mundiales, es otorgada por el USGBC que es el departamento del U.S. Green Building Council, quien ha asumido la administración de este tipo de certificación.

Los edificios con certificación LEED son diseñados para:

- Un menor costo de operación y aumento en el valor de los activos.
- Reducir residuos llevados a los vertederos.
- Conservar la energía y el agua.
- Ser más seguros y saludables para los ocupantes.
- Minimizar las emisiones de gases nocivos para el medio ambiente.
- Demostrar un compromiso con el medio ambiente y con la responsabilidad social.

La edificación que cuente con este tipo de certificación está demostrando un compromiso de sostenibilidad al cumplir con los estándares más altos de eficiencia [4].

En Colombia se tienen edificaciones que han logrado certificarse como las mejores en rendimiento, eficiencia y diseño sostenible, un ejemplo de certificación LEED en Colombia es la Organización Bancolombia, el banco más grande y que atiende más de 6 millones de clientes entre individuales y corporativos, esta entidad financiera trasladó la mayoría de sus oficinas en la ciudad de Medellín, Colombia, donde se construyó un edificio con especificaciones que le permitieron obtener en enero del 2012 la certificación LEED Oro, siendo este el segundo mejor edificio de Latino América poniendo como primer lugar a el banco HSBC de Argentina. La edificación de Bancolombia fue diseñada bajo los estándares del USGBC, que adoptó cuatro principios que reflejan la cultura y personalidad de esta compañía financiera: flexibilidad, sostenibilidad, sencillez y sobriedad; y estas virtudes se reflejan en las siguientes características: Modularidad, iluminación natural, muebles sencillos, estructura expuesta, programa de arte, condiciones del sitio, eficiencia en agua, eficiencia en energía y atmosfera, materiales y recursos y calidad del medio ambiente. Todas estas son las características que cumplía esta edificación, lo que la llevó a tener una certificación LEED Oro otorgada por el USGBC (US Green Building Council).

En Colombia, ya se están realizando proyectos de construcción y remodelación con el fin de adquirir este tipo de certificaciones y así lograr un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, económicos y sociales, además de desarrollar edificaciones funcionales, estéticas y con sistemas de precaución de riesgos industriales en cualquier tipo de edificación [5].

Para la obtención de un certificado LEED se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- **Elegibilidad.** ¿Qué clasificación LEED se encuentra su organización? (LEED-EB, LEED-CI, LEED-RETA, LEED-SCHOOL, LEED-CS).
- **Registro.** Registro del proyecto, de acuerdo al ítem anterior.
- **Preparar Solicitud.** En esta parte se recomienda al equipo del proyecto que verifique cada crédito para garantizar que los detalles del edificio se han puesto de forma precisa y consistente. Con esto se podrá tener un ahorro de tiempo en el proceso de revisión.
- **Resolución de Créditos.** Quienes soliciten orientación técnica y administrativa sobre como los créditos LEED se aplican en el proyecto, pueden encontrar ayudas, buscando resoluciones de solicitudes de interpretación de créditos existentes o presentar una nueva solicitud de interpretación de créditos. El que quiera tener una interpretación de dichos créditos debe ser miembro USGBC, SpainGBC o administrador de un edificio con registro LEED.
- **Presentar solicitud.** Los componentes de una solicitud de certificación se realizan a través de LEED Online.
- **Revisar solicitud.** El GBCI garantiza que todas las revisiones de solicitud son de la más alta calidad. Pueden haber apelaciones, el cual el GBCI puede volver hacer una revisión dependiendo de unas condiciones dadas.
- **Certificación.** Se recibe el certificado y una placa para colocar en el edificio, recibirán toda la información necesaria para poder adquirir dicha certificación, las presentaciones de fotos y de marketing. Estarán dentro de la base de datos de edificios de alto rendimiento del ministerio de energía de EE.UU. [4].

5. METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PROPUESTAS

Colombia, por ser un país ubicado en la zona tropical, tiene en las edificaciones el mismo tipo de cargas todo el año, es decir, que los requerimientos energéticos no difieren en un alto porcentaje, por ejemplo, en zonas cálidas se tendrán sistemas de ventilación y aire acondicionado y en zonas frías sistemas de ventilación, aire acondicionado o calefacción, cuando estos se requieran. Esto facilita el análisis del sistema energético que de igual manera no cambia en tipos de fuentes de energía eléctrica, gas natural y suministro de agua.

Actualmente, para el desarrollo de una auditoría energética se puede establecer un modelo de análisis para una gran mayoría de edificaciones como el que se muestra en la figura 1:

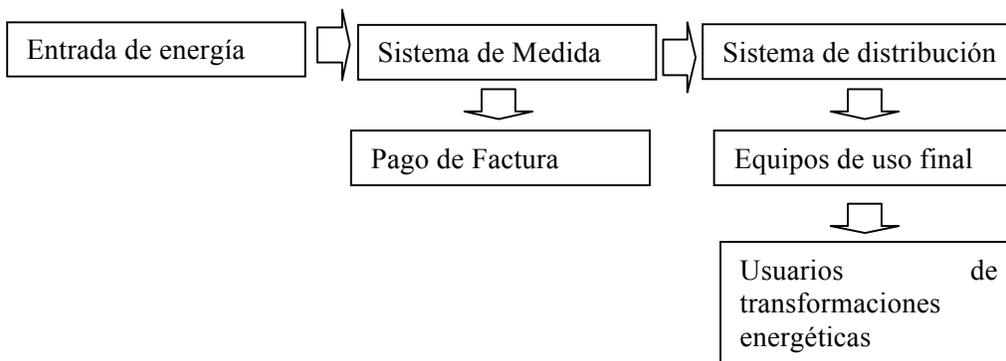


Figura 1. Modelo de análisis para una Auditoría Energética

En primera instancia se pueden ver las fuentes de energía que ingresen a la edificación, posteriormente se presenta un sistema de medida que permita determinar el consumo y la facturación, para el caso pueden ser medidores de caudal o de flujo eléctrico, este último medidor puede, dependiendo del tipo de cliente ante la empresa comercializadora de energía, discriminar entre potencias activa y reactiva, y en este caso se hace posible realizar un análisis de compensación de energía reactiva ya que físicamente se pueden utilizar dispositivos que disminuyen el consumo de energía.

Los sistemas internos de distribución de energía son susceptibles de mejora, principalmente si se incluye un programa de mantenimiento y control de fugas que permita mantenerlo en óptimas condiciones; en un sistema de distribución eléctrico es posible redimensionar en caso de tener pérdidas por regulación y desbalances de cargas. Los equipos de uso final pueden aún ser ineficientes energéticamente si se tienen sistemas de iluminación incandescentes o fluorescentes con balastos magnéticos, ya que dichos equipos deben de igual manera mantenerse en forma óptima para que las transformaciones energéticas (combustión, movimiento, fuerza e iluminación) sean eficientes.

Para promover eficazmente una conciencia ambiental y mejora en los sistemas energéticos puntuales o locales en cada una de las edificaciones existentes es necesario sensibilizar a los “gestores” energéticos, a los legisladores y gobernantes, a la academia, a empresarios e industriales y a los entes reguladores para que el trabajo conjunto termine en reducción efectiva de impactos sobre el entorno.

En la figura 2 se plantea un modelo al cual debería migrar la estructura energética de cualquier edificación, al igual que en el modelo tradicional se empieza por la fuente de suministro energético que es la red del sistema nacional, sin embargo, la diferencia se aprecia en que el sistema es bidireccional, pues en ciertos periodos y para algunas construcciones se puede evaluar la posibilidad de inyección de energía a la red. En este punto se hace la aclaración que en Colombia aún no se ha contemplado la factibilidad técnica de tener sistemas de generación distribuida y por ley no es permitido actuar como generadores sino se pertenece a un grupo específico de empresas.

Continuando con la presentación del modelo planteado se encuentra el sistema inteligente de medida, el cual toma este nombre por caracterizar de forma real las potencias consumidas por el sistema, hoy en día los sistemas de medición ignoran tipos de energías consumidas por equipos de uso final de tipo electrónico, los cuales tienen un comportamiento no lineal y generan consumos de potencias de distorsión, que se pueden cuantificar y porcentualmente pueden tener una importante participación en el total de potencias consumidas, para esto se recurre al estándar IEEE 1459.

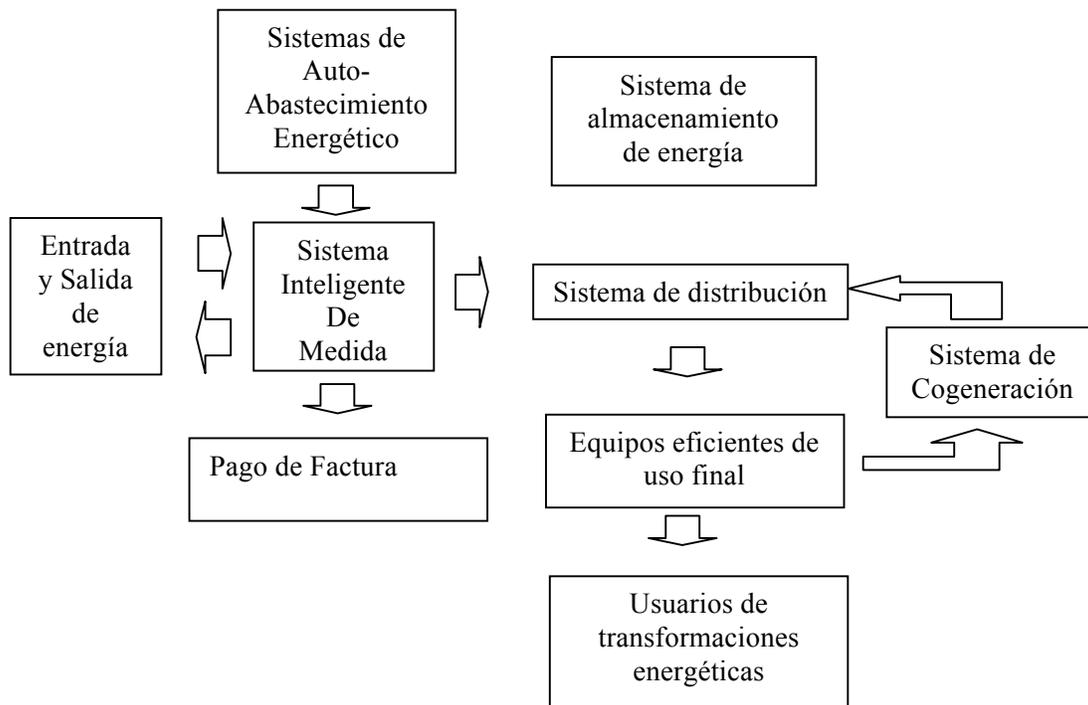


Figura 2. Estructura energética ideal para toda edificación.

Dentro del modelo propuesto se incluye un sistema de auto-abastecimiento energético, el cual estará compuesto por fuentes de energía que la misma edificación genere, como se mencionó anteriormente estas pueden ser, solar térmica, solar fotovoltaica, piezo-generación, eólica o módulos TEG, entre otros.

A la hora de realizar ahorros energéticos y reducir impactos, la tarea es buscar alternativas en fuentes de energía no convencionales y también recurrir a los avances tecnológicos para usar equipos de uso final eficientes. Por ejemplo, las tecnologías que se utilizan en iluminación deben ser LED, ya que sus consumos son mínimos comparados con bombillas ahorradoras, además los sistemas de distribución de energía deben estar adecuadamente monitoreados para desde un sistema de control establecer los estados y los consumos en tiempo real, el tratamiento de aguas lluvias y residuales también contribuyen al buen manejo del recurso hídrico, etc.

6. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD ESTABLECIDOS

El desarrollo sostenible siempre busca un equilibrio entre el medio ambiente, la sociedad y la economía de un país, permitiendo la preservación de los recursos naturales, la reducción del impacto ambiental y mejorar las condiciones de vida, salud y educación. Para lograr construcciones eficientes primeramente es necesario realizar una evaluación de sostenibilidad en las edificaciones, es necesario regirse bajo la normatividad que determina los parámetros, criterios e índices a tener en cuenta para un correcto análisis de un sistema, tales como: ASHRAE 90.1-2004 (Estados Unidos), EN 832 (Alemania), GB50189-2005 y GB/T50378-2006 (China), Code 19 (Irán), TS 825 (Turquía) y las normas ISO 14001 y 9164 [1].

Al comenzar el estudio de un nuevo proyecto o el mejoramiento de una edificación se deben tener en cuenta varios factores para que este tenga validez: la flexibilidad en el diseño de iluminación, una buena distribución de la energía, una eficiente red de datos, aire acondicionado y modificación de espacios de la edificación, además de

un estilo de diseño que cumpla la finalidad para la cual sea dada, logrando dar un aspecto especial, moderno y muy ordenado a la edificación. Por otra parte, la ubicación idealmente debe depender del tipo de empresa o industria, y es ideal contar con restricciones y políticas del parqueadero, zonas verdes, reutilización de aguas lluvias para sistemas de riego y aire acondicionado y espacio abierto de oficinas.

En cuanto al uso de recursos naturales, se puede contar con dispositivos automáticos para el ahorro de agua (sensores en lavamanos y sanitarios, orinales sin agua); y en cuanto a la energía, otro factor importante, es tener un control para el buen consumo energético, sistemas de iluminación automatizado, tipo de luminarias y lo más importante iluminación artificial en puestos de trabajo, sin olvidar el manejo de refrigerantes y el control en sistemas de aire acondicionado; adicionalmente tener en cuenta los productos utilizados para la limpieza, el manejo de enfermedades y el control de calidad del aire acondicionado. Esto es a groso modo lo que se tendría que diseñar o modificar para llegar a tener una certificación LEED, explicada anteriormente.

Al llevar a cabo una evaluación de sostenibilidad, es necesario conocer la energía consumida, es decir, la que realmente es aprovechada, esta es conocida como exergía que se define como “la cantidad de trabajo mecánico máximo que puede aprovecharse”, y que a diferencia de la energía depende del desequilibrio entre un sistema físico y su entorno, y así a partir de un análisis exergético realizar una óptima administración de recursos y un diagnóstico de consumo y uso de energía, teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad.

Los criterios de sostenibilidad bajo los cuales se debe regir un estudio son: el medio ambiente, económico, social, de seguridad y prevención de riesgos industriales, de funcionalidad y de estética; bajo los cuales se señalan los indicadores como directos (en función del impacto ambiental, del manejo de los residuos, de la salud y todos estos ámbitos sociales y ambientales) o indirectos (en relación con los materiales de construcción, de la ubicación, y todo lo relacionado con el diseño y construcción de la edificación). Estos indicadores de sostenibilidad son cualitativos, más a partir del manejo de variables y ecuaciones se pueden obtener valores y gráficas de la eficiencia y sostenibilidad del sistema y del edificio desde los diferentes criterios establecidos.

7. PROPUESTA METODOLÓGICA

En Colombia y en el mundo el tiempo promedio de vida de los edificios supera los cincuenta años y los existentes no serán reemplazados por el hecho mismo del impacto ambiental y económico que se generaría por una propuesta de renovación. Este hecho hace que se requiera una metodología que revise y gestione mejoras en la eficiencia energética de edificios ya construidos. Es importante tener en cuenta, en la mayoría de los casos, que el diseño y construcción original no permite realizar mejoras estructurales que propendan por un aprovechamiento natural de la energía como iluminación solar o de vientos como sistema de ventilación. Los sistemas de abastecimiento tales como agua, gas y electricidad para dichas construcciones aunque posiblemente cumplan con alguna normatividad constructiva no están pensados para ser eficientes.

Este trabajo define los indicadores de eficiencia para el sistema eléctrico del edificio de la sede central de la Universidad Santo Tomás en Bogotá, Colombia, esta es una construcción típica de edad considerable, donde por su uso la principal fuente de energía utilizada es de tipo eléctrico. La propuesta es representativa para utilizarla entonces en edificios de construidos para propósitos educativos.

Las principales transformaciones energéticas que se hacen en la edificación son para suplir necesidades de iluminación y alimentación de equipos de cómputo, en este sentido lo que se pretende es el análisis del servicio prestado con relación a la energía consumida para determinar qué tan eficiente se está siendo. La idea es poder tener un estimativo de la eficiencia actual para un posterior análisis en el caso de realizar mejoras en el sistema.

En forma general se puede definir un indicador de eficiencia que relaciona la energía consumida mes sobre el área construida como se indica en la ecuación 1

$$I_{General} = \frac{Energía[kWh_mes]}{Área[m^2]} \quad (1)$$

Sin embargo, los indicadores de consumo por transformación son igual o más importantes, pues estos definen el grado real de aprovechamiento de la energía independientemente de limitantes tecnológicas:

Indicador energético de Iluminación:

$$I_{iluminación} = \frac{Potencia - Instalada[kW] * 100}{Superficie Iluminación - mantenida[m^2 - Lux]} \quad (2)$$

Indicador energético de equipos de cómputo:

$$I_{cómputo} = \frac{Energía[kWh_mes]}{\# PCs * Horas_de_uso} \quad (3)$$

Se toman estos indicadores para realizar la evaluación de eficiencia del sistema eléctrico, por ser las cargas que representan un 95% del total de equipos utilizados. De igual forma se debe tener cuenta que se los índices individuales se toman por sectores, aulas, oficinas y laboratorios.

Bajo el modelo planteado en la figura 2 es posible obtener un indicador de sostenibilidad del edificio particular para este modelo de gestión, este se refiere entonces, al porcentaje de energía que la edificación es capaz de generar con referencia al total consumido.

$$I_{Sostenibilidad} = \frac{Energía_generada[kWh_mes]}{Energía_Total_Consumida[kWh_mes]} * 100 \quad (4)$$

8. RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha realizado un análisis y revisión sobre el estado actual de las edificaciones comerciales existentes en Colombia, encontrando que a lo largo de las dos últimas décadas ha existido la preocupación por automatizar los sistemas de abastecimiento, estas experiencias han servido para demostrar que es posible establecer mejoras y comodidades en edificaciones comerciales, sin embargo, inicialmente la preocupación no fue la sostenibilidad ni la eficiencia, sino generar comodidad para los usuarios.

Una parte del análisis que se hizo en la edificación de la sede central de la Universidad Santo Tomás fue la obtención de consumo y calidad energética que tiene la edificación en sus dos subestaciones según las normas nacionales e internacionales establecidas. Las medidas se hicieron con un instrumento de calidad de energía llamado POWERPAD 3945. El cual ofrece datos que se pueden observar en la Tabla 1.

	Hz (Hz)	Vrms (V)	Arms (A)	Urms (V) entre fase y fase	THD (%)	CF	UNB (%)	KF	POWER (KVA)	ENERGY (MVAh)	FP (%)
Subestación 1	59.991	121.936	211.611	211.948	2.555	1.374	0,4 IEEE	1.517	63.282	10.631	0.968
		122.465	201.356	211.544	2.592	1.377		1.699			
		121.609	236.847	210.499	2.692	1.371		1.1			
Subestación 2	59.991	122.621	127.519	212.225	2.619	1.380	0.193 IEEE	2.066	36.567	6.140	0.998
		122.530	85.5	212.410	2.647	1.381		4.084			
		122.856	139.855	212.876	2.751	1.380		1.774			

Tabla 1. Datos ofrecidos por el instrumento de calidad POWERPAD 3945.

Estos datos son importantes ya que dan un paso al futuro de la energía de la edificación y así analizar en que parte de la distribución eléctrica se puede instalar instrumentación de control de energía o incluso sistemas que permitan tener mayor eficiencia.

Estos tipos de medida son importantes para decisiones a tomar en un futuro y hacer que la edificación valla poco a poco logrando metas y llegar a obtener un tipo de certificación LEED.

Es posible modelar los sistemas energéticos de las edificaciones existentes para establecer el flujo coherente de energía y realizar un análisis del estado de consumo actual del edificio. De acuerdo con este modelo es posible proponer un nuevo sistema que mejore la eficiencia y la sostenibilidad de la edificación; en este sentido se puede ver la construcción como una fuente de energía para auto-abastecerse o para inyectar energía a la red. De igual manera es necesario un análisis sobre las mejoras en eficiencia de las transformaciones energéticas que se realicen en los equipos de uso final, además en los casos que sea posible realizar cogeneración contando para esto con un sistema de almacenamiento de energía.

Los indicadores de eficiencia y sostenibilidad del edificio se trabajan de acuerdo con la instalación bajo análisis. Para este trabajo se propusieron para las cargas más significativas de acuerdo con una inspección de las instalaciones.

REFERENCIAS

- [1] German A. Pinto Osma y Gabriel Ordoñez P., “Desarrollo sostenible en edificaciones”, Revista de la Facultad de Ingenierías Fisiomecánicas, 2010.
- [2] J. T. San-Jose, R. Losada, J. Cuadrado, I. Garrucho, Approach to the quantification of the sustainable value in industrial buildings, ELSEVIER, Building and Environment, 2008
- [3] Quian Ding, Quiaoling Tong, Hengqing Tong, Evaluation of Index for Green Zoology Building and Its Definite Algorithm in Path Analysis, IEEE, 2008.
- [4] <http://www.spaingbc.org/proceso-certificacion.php>
- [5] <http://www.vidamasverde.com/2012/edificio-bancolombia-obtuvo-certificacion-lead-gold/>

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.