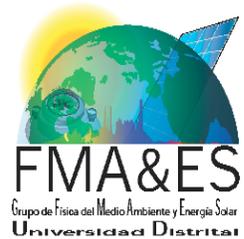




# ESTIMACIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA E IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL EDIFICIO MACARENA B - UNIVERSIDAD DISTRITAL FJC



A. Camacho

[ingenierokamacho@yahoo.com](mailto:ingenierokamacho@yahoo.com)

Facultad de Ciencias y Educación

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá D. C Colombia

**RESUMEN:** *Este informe de pasantía presenta las actividades desarrolladas para determinar el comportamiento del consumo de energía en el edificio de laboratorios Macarena B de la Universidad Distrital y proponer medidas tendientes al mejoramiento en la dinámica de consumo, aprovechamiento y uso de energía. Medidas y propuestas que a su vez puedan ser replicadas en otros edificios, instituciones y sectores, para así lograr repercutir en la calidad de vida de la población del Distrito capital, y en general la de Colombia.*

**PALABRAS CLAVE:** Energía, consumo, inspección, oportunidades.

## APORTE:

Este trabajo aporta a los estudios comparativos sobre la eficiencia y consumo de energía en la Universidad Distrital a través de la cooperación entre PIGA y el grupo de investigación Física del Medio Ambiente y Energía Solar – GIFMAES tendiente a la estimación de parámetros de consumo energético en el edificio Macarena B con miras a proponer la aplicación de fuentes de energía renovables.

## 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la energía eléctrica es una de las principales necesidades para el sostenimiento de la vida moderna. Ya sea en la industria, la educación, la vías, vehículos, aviones, el gobierno, o en los hogares, en general cualquier actividad humana requiere de energía eléctrica; según estudios de la IEA (International Energy Agency) entre los años 2008 y 2035 la

demanda de energía se incrementará un 36% como consecuencia del desarrollo de economías emergentes; las cuales, se proyecta, crecerán un 93% en dicho periodo (Agency, 2010). Este ritmo de crecimiento de la demanda

requiere el aseguramiento de las fuentes necesarias para la generación de energía así como un mejor uso y aprovechamiento de la misma. En tal sentido es importante desde la academia y en particular desde el Grupo de Investigación GIFMAES, cuantificar y estudiar aspectos del impacto ambiental generados por el crecimiento de la demanda energética, así como proponer soluciones que promuevan acciones concretas y la aplicación de soluciones alternativas y sustentables como la energía renovable.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las actividades realizadas en el desarrollo de la pasantía, los resultados obtenidos y su análisis respectivo.

### 2.1 Levantamiento de información.

El edificio de laboratorios Macarena B de la Universidad se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá – Barrio la Macarena, con la dirección catastral Kr 4 No 26a-40, a continuación se presenta la ubicación geográfica del edificio:



Figura 1. Ubicación Macarena B. Universidad Distrital FJC

Las coordenadas de ubicación son: 4°36'49.1"N - 74°03'55.2"W, en este edificio cuya dedicación es dotacional educativa, funcionan los laboratorios de Biología y Química, y están ubicados grupos de investigación de Licenciatura en Biología y Licenciatura en Química de la Universidad Distrital FJC.

La actividad de levantamiento de información consistió en recorridos por las instalaciones del edificio piso por piso, nivel por nivel, recolectando la información correspondiente a equipos, luminarias y dispositivos que en cada sitio generan consumo de energía eléctrica, consignando datos de ubicación, equipo, cantidad, potencia, tiempo de uso y consumo.

Adicional a la información adquirida en la inspección, se revisa el consumo facturado por la empresa comercializadora de energía. En tal sentido, a continuación en la Tabla 1, se presentan los valores de referencia de consumo de los últimos tres años tomados de la factura de Codensa (DISTRITAL, 2013):

Tabla 1. CONSUMO REGISTRADO EN LA FACTURA 2011-2012-2013.

MES	CONSUMO 2011 (kWh)	CONSUMO 2012 (kWh)	CONSUMO 2013 (kWh)
ENERO	8.280.0	10.440.0	9.120.0
FEBRERO	16.560.0	11.760.0	16.920.0
MARZO	16.680.0	14.280.0	17.640.0
ABRIL	15.720.0	17.640.0	23.040.0
MAYO	16.920.0	15.480.0	22.440.0
JUNIO	12.120.0	15.480.0	22.440.0
JULIO	10.800.0	13.440.0	17.640.0
AGOSTO	17.880.0	14.280.0	20.040.0
SEPTIEMBRE	19.200.0	17.160.0	22.440.0
OCTUBRE	3.552.0	16.560.0	21.000.0
NOVIEMBRE	4.380.0	15.360.0	20.760.0
DICIEMBRE	13.320.0	10.320.0	14.040.0
PROMEDIO	12.951.0	14.350.0	18.960.0

A continuación en la Figura 3 se presenta gráficamente el comportamiento del consumo presentado en la Tabla 1:

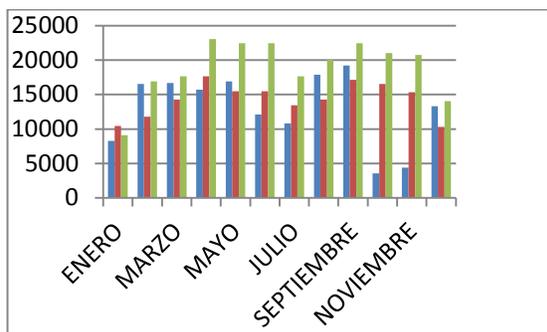


Figura 2. Consumo facturado 2011-2012-2013.

Al analizar brevemente el comportamiento del consumo se evidencia:

- Un incremento considerable en el consumo entre el año 2012 y 2013, razón por la cual sería conveniente revisar cambios en los equipos o instalaciones, así como modificaciones en los hábitos de consumo comparando 2012 y 2013, lo cual supera el alcance de este trabajo, sin embargo queda sugerido para análisis posteriores.
- Picos en el consumo entre la etapa media y final de cada semestre lectivo, lo cual puede sugerir momentos de ocupación máxima de espacios y equipos en el edificio.

## 2.2 Estudio consumo diferenciado.

Una vez obtenida y tabulada la información levantada a través de inspección en sitio y del historial de consumo y facturación para el lugar sujeto de estudio, la siguiente actividad consiste en agrupar la información por características de dispositivos y equipos, pisos o niveles y analizar con ello los principales componentes que afectan positiva o negativamente el consumo de energía eléctrica en el edificio, a fin de identificar ejes comunes en el consumo tanto por lugares, conjunto de equipos o el comportamiento de usuarios (Thumann Albert, 2010).

Así se procede a agrupar la información por fuentes de consumo (ISO, 2011). Se tiene de una parte la sumatoria de los consumos generados por cuenta de equipos de refrigeración, compuestos básicamente por neveras ubicadas en todos los pisos cuya finalidad es mantener muestras o materiales de laboratorio. Por otra parte se encuentran agrupados los consumos de equipos de laboratorio entre los que se encuentran: microscopios, estereoscopios, cámaras de crecimiento, hornos de secado, cámaras de electroforesis, cabinas de bioseguridad, espectrofotómetro, termocicladoras, cámaras de flujo laminar, entre las que se pueden destacar debido a su consumo, otra fuente de consumo es la iluminación, este se obtiene de la sumatoria de consumos generados por el inventario y características de las lámparas encontradas en el proceso de inspección. Por último, se encuentra el grupo de equipos electrónicos entre los que se cuentan: cámaras de seguridad, televisores, UPS, impresoras y computadoras, entre otras.

Con esta agrupación por fuentes de consumo es posible analizar el peso de cada fuente sobre el consumo total considerado para el edificio, información que será relevante en el momento de identificar oportunidades de mejora y recomendaciones (Thumann Albert, 2010), así:

Tabla 2. CONSUMO POR PISOS O NIVELES.

NIVEL	CONSUMO (kWh/día)	CONSUMO (kWh/mes)
SOTANO INT	8.2	246.7
SOTANO EXT	2.6	79.2
SOTANO 1	32.6	977.6
1	19.0	570.7
2	142.4	4270.7
3	27.6	828.3
4	71.7	2152.4
5	23.0	691.0
6	123.9	3715.6
7	82.8	2482.7
8	41.0	1230.4
<b>TOTAL</b>	<b>574.8</b>	<b>17245.2</b>

A continuación en la Figura 3 se muestra gráficamente el comportamiento diferenciado por niveles en el edificio:

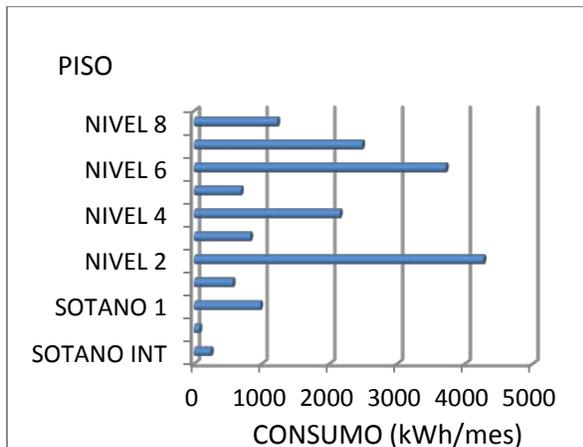


Figura 3. Consumo diferenciado por niveles del edificio.

Con la información organizada de esta manera se puede evaluar el comportamiento del consumo (UPME, 2007), el peso de cada fuente sobre el total y evidenciar algunas alternativas de mejora preliminares, en tal sentido se encuentra que un 36.7% del consumo es debido a los equipos especializados de laboratorio, seguido por un 30.4% correspondiente a equipos electrónicos, luego un 24.4% de consumo debido a equipos de refrigeración y un 8.4% debido a iluminación, tal como se muestra en la Figura 4:

### EDIF. MACARENA B CONSUMO TOTAL (kWh/mes)

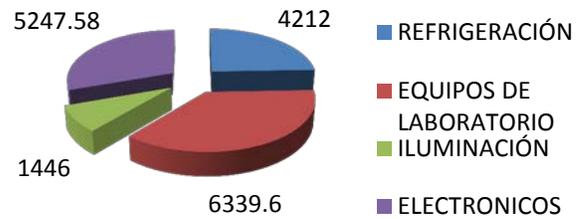


Figura 4. Consumo diferenciado por fuentes de consumo.

Este comportamiento revela que el mayor peso en el consumo de energía del edificio es debido a los equipos especializados de laboratorio, dado que la mayoría de ellos presentan potencias elevadas y tiempos extendidos de funcionamiento es importante evaluar con mayor detalle su funcionamiento, de igual forma para cada una de las fuentes de consumo es necesario identificar alternativas, a continuación se presenta el diagnóstico derivado de la información presentada hasta el momento.

### 2.3 Diagnóstico energético.

El diagnóstico energético parte del estudio y análisis de los flujos de energía en el edificio, con el objeto de buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida (Thumann Albert, 2010). Partiendo de la información recolectada se encuentran los siguientes comportamientos en el consumo:

- El consumo de energía facturado se ha incrementado de forma significativa comparando los valores registrados entre el 2011 y el 2013.
- El consumo facturado presenta dos picos en el año, en el primer semestre entre Marzo – Mayo y en el segundo semestre Septiembre – Noviembre.
- Los niveles del edificio en los cuales se registra el mayor consumo son: Nivel 2,6 y 7 respectivamente.
- El 36.7% del consumo es debido a los equipos especializados de laboratorio, el 30.4% corresponde a equipos electrónicos, 24.4% a equipos de refrigeración y un 8.4% debido a iluminación.

Al evaluar el aporte por fuentes de consumo al total de energía consumida, se encuentra: en primer lugar, el aporte debido a los equipos especializados, de ellos habría que verificar en detalle las condiciones de funcionamiento; en segundo lugar, los equipos electrónicos de los cuales se tendría que verificar política de uso y en especial las condiciones de funcionamiento de UPS; en tercer lugar, sobre los equipos de refrigeración sería vital realizar un censo, verificar los hábitos de su uso y mantenimientos realizados; finalmente, frente a la iluminación como es conocido, implementar un programa de sustitución por lámparas ahorradoras. En suma en el numeral siguiente se presenta en detalle cada una de las propuestas para el mejoramiento de la eficiencia energética acorde con los ejes de análisis delimitados aquí.

## 2.4 Oportunidades de mejora.

Los factores determinantes en el consumo están determinados por los siguientes aspectos:

1. El comportamiento de las fuentes de consumo.
2. Hábitos de los usuarios.
3. Tráfico y uso de las instalaciones.

En estos tres aspectos se basan las oportunidades de mejora que es posible desarrollar para mejorar la eficiencia energética del edificio de laboratorios Macarena B de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital, así:

1. El comportamiento de las fuentes de consumo: A continuación se presentan las medidas propuestas para mejorar la eficiencia y reducir el consumo para cada una de dichas fuentes (Valencia, 2011).
  - a) Equipos de Laboratorio: Como primer medida se hace necesario realizar el inventario de equipos, identificando tiempo de uso, tomando las medidas de potencia, corriente y voltaje consumidos de forma instantánea para ser comparados con los parámetros estándar de funcionamiento de cada equipo.
  - b) Equipos electrónicos: Es necesario formular una política de funcionamiento para dichos equipos, es decir, horarios de funcionamiento, tiempo máximo de funcionamiento al día, para el caso de UPS realizar inventario, medición y programa de mantenimiento.
  - c) Equipos de refrigeración: Al igual que los equipos de laboratorio es de vital importancia garantizar las condiciones estándar de funcionamiento para lo cual debe proceder el mismo paso, inventario, medidas y programa de mantenimiento y sustitución.
  - d) Equipos de iluminación: Pese a ser el ítem con menor peso en el consumo, las posibles medidas a adoptar ofrecen muchas oportunidades de mejora, entre las que se encuentran, estudiar el mejor aprovechamiento de la luz natural, sustitución de luminarias por otras de mejor rendimiento, empleo de detectores de presencia, regulación del nivel de iluminación en función del nivel de iluminación natural, instalación de equipos de regulación y control, empleo de pinturas y colores que favorezcan el ahorro en iluminación, utilización de balastos adecuados y mantenimiento de los mismos, sistema de desconexión central de la iluminación en cada unidad o local, entre otras.

## 2.5 Aprovechamiento de energías renovables.

Este trabajo busca desarrollar una primera etapa de estudio que permita ubicar las posibilidades de uso de energía renovable en el edificio, esto a través del estudio de consumos presentados, en posteriores trabajos se propone comparar dichos consumos con los registros y cálculos de potencial de energía renovable.

Teniendo en cuenta lo anterior, como parte de las oportunidades de mejora que se pueden recomendar tomando como referencia el levantamiento de información realizado y su respectiva identificación por fuentes de consumo, es posible estudiar la sustitución de fuente de energía convencional por alguna de tipo renovable que esté en condiciones de satisfacer la demanda exigida, para tal fin contando con las mediciones de radiación solar, así como velocidades del viento en el edificio de laboratorios macarena B, se plantea como oportunidad de mejora estudiar la viabilidad de implementar un sistema de generación de energía a partir de fuentes renovables, cuyo objetivo sea satisfacer la demanda de energía para los equipos de laboratorio, equipos electrónicos, de refrigeración o de iluminación que se encuentran en el edificio Macarena B.

En tal sentido el cálculo del potencial renovable, comparado con los consumos discriminados en las fuentes de consumo puede arrojar resultados sobre la viabilidad de un proyecto en dicha dirección.

## 3 CONCLUSIONES

Para este trabajo se usó de forma sistemática una metodología para la recolección de datos que permitiera organizar, estudiar y analizar la información correspondiente al consumo de energía eléctrica en el edificio de laboratorios de la Mac - B.

Este trabajo permitió desarrollar y mejorar las habilidades y herramientas básicas adquiridas durante la formación profesional, sin embargo, fue necesario ampliar conocimientos y conceptos en especial sobre eficiencia energética y análisis de consumos de energía.

La programación, diseño y ejecución de la toma de datos permitió la adquisición de habilidades necesarias para enfrentar proyectos y responsabilidades propias del ejercicio profesional.

Con la información obtenida se logró desarrollar una base de análisis para calcular y comparar consumos de energía por fuentes de consumo, pisos, momentos del año y tipo de equipos.

Con la información obtenida y su respectivo análisis se identificaron hipótesis y oportunidades de mejora de la eficiencia energética del edificio, a partir de lo cual se presentan una serie de recomendaciones que pueden ser profundizadas y aplicadas a fin de solucionar un problema concreto, en este caso la reducción del consumo de energía eléctrica.

Con el trabajo realizado se abre la posibilidad para realizar estudios de características similares en otros edificios o infraestructura de la Universidad, además con la información obtenida se puede explorar el uso de energías renovables como respuesta y fuente de suplencia de la demanda de energía medida y caracterizada en el presente trabajo.

Finalmente se propone articular la experiencia adquirida en el desarrollo, medidas y oportunidades alcanzadas en esta pasantía, a través de un prototipo de Programa Gestión de la Energía para el edificio de laboratorios Macarena B.

## 4 BIBLIOGRAFIA

Agency, I. E. (9 de Noviembre de 2010). : <http://www.iea.org>. Recuperado el 31 de Agosto de 2013, de <http://www.iea.org>

California, C. E. (2010). Guía Práctica para el Ahorro de Energía en la Industria. Mexicali Baja California: CONAE.

DISTRITAL, P. U. (11 de Septiembre de 2013). Historico de consumo de energía eléctrica Macarena B 2011, 2012, 2013. Bogotá D.C: PIGA.

Energía, M. d. (2010). Resolución número 018-0919 Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa PROURE. Bogotá Colombia.: MME.

EPM. (2012). Uso inteligente de la energía eléctrica Banco de recomendaciones. Medellin: EPM.

ISO. (2011). ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso. Ginebra Suiza.: ISO.

Thumann Albert, Y. W. (2010). Handbook of Energy Audits. Florida USA: Fairmont Press, 7th edition.

UPME, U. d. (2007). Guía Didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas. Bogotá DC: UPME.

Valencia, U. P. (2011). Buenas prácticas ambientales para el ahorro de energía eléctrica. Valencia España.: UPV.