

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA
EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DEL DISEÑO DE
PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Autores

ADRIANA MARCELA MENESES PRADO

RODRIGO RAFAEL BELTRÁN BUELVAS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2012

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA
EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DEL DISEÑO DE
PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Electricista

Autores

ADRIANA MARCELA MENESES PRADO

RODRIGO RAFAEL BELTRÁN BUELVAS

Director:
Manuel José Ortiz Rangel

Codirector:
Gabriel Ordoñez Plata

Codirector:
Javier Eslava



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2012

DEDICATORIA

A Dios, por todo lo recibido.

A mi madre, Alcira Buelvas Guerrero

*Por ser una guerrera y abrirse paso ante las adversidades, por brindarme su amor,
apoyo incondicional, y por hacer de mí un hombre de bien.*

A mi padre, Rodrigo Beltrán Ramírez (Q.E.P.D)

*Por quererme y cuidarme siempre, y por enseñarme a tratar de ser siempre mejor,
a que hay que luchar, querer la vida y trabajar para cumplir las metas.*

A mi hermana Gisell, por brindarme su cariño en todo momento.

A mi hermano Nelson.

*A mis tíos, abuelos, primos y demás familiares, por darme consejos para salir
adelante y hacer mi vida feliz, a pesar de la distancia.*

A mi tierra, San Jacinto, por permitirme nacer en ella.

*A mis amigos, compañeros, a Tunar-t UIS, por acompañarme durante todos estos
años de carrera universitaria, criticarme, aguantarme, hacerme reír, cantar,
hacerme más responsable, mejor persona y mejor profesional.*

RODRIGO

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

DEDICATORIA

A Mi padre Rafael Meneses; mi amigo mi confidente, mi cómplice; la persona que nunca me juzga y siempre está dispuesto apoyarme en todas mis proyectos y propósitos. Gracias mi gordo bello por tener las palabras adecuadas en el momento indicado.

A Mi querida madre, Nohora Prado, que siempre con su amor desinteresado estuvo en todos los momentos importantes a lo largo de este camino, por ser el soporte de mi familia y la mejor jefe de hogar que se pueda tener. Gracias mamá por enseñarme a ser disciplinada y autosuficiente.

A Mi hermanita la razón principal que me nace hacer las cosas bien , gracias por ser tan espacialmente especial, porque a demás de ser mi hermana es mi amiga , en la única que confié ciegamente .

A La nonita mas linda del mundo que tiene línea directa con Dios, gracias mi amor por darme la seguridad para hacer todas las cosas que me propongo, porque sé que cuando tu intercedes por mí con el de arriba todo me sale bien.

Los amo con toda mi alma y corazón.

Adriana Marcela Meneses Prado

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestros padres, hermanos, familiares, amigos, y compañeros de estudio, por acompañarnos a lo largo de nuestra vida, y durante esta etapa universitaria, y por la colaboración que cualquiera de ellos brindó a la elaboración del presente trabajo. Por apoyarnos en las buenas y en las malas y por su importancia en nuestra formación personal y profesional.

A nuestro director de proyecto, el Ing. Manuel José Ortiz Rangel, por permitirnos trabajar a su lado, brindarnos su experiencia y tiempo, guiarnos y apoyarnos durante cada una de las etapas de desarrollo del presente proyecto.

Al Doctor Gabriel Ordoñez Plata, por su colaboración dentro de las aulas y posteriormente en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Javier Eslava, profesional de la división de Planta Física UIS, por su colaboración y asesoría en nuestro trabajo.

A los ingenieros Alvaro Bernal, Juan Miguel Ortiz, Benjamín Pico, Jabid Quiroga, de las divisiones, direcciones y unidades administrativas UIS, por brindarnos la información necesaria para elaborar este trabajo y por su continua colaboración.

A nuestros profesores de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, por brindarnos sus conocimientos, ayudarnos a ser responsables, pacientes, tolerantes, a trabajar bajo presión y contribuir a nuestra formación como ingenieros.

Al apoyo mutuo que nos brindamos como amigos y compañeros de proyecto.

Rodrigo Beltrán, Adriana Meneses.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
JUSTIFICACIÓN	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1. OBJETIVOS	28
1.1. OBJETIVO GENERAL	28
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
2. MARCO CONCEPTUAL	29
3. MARCO REGLAMENTARIO	34
3.1. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)	34
3.2. REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETILAP)	35
3.2. DECRETO 3683 DEL 2003	36
3.3. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050	37
3.4. NORMA ISO 50001	38
3.5. PROGRAMA CONOCE	39
3.6. PROGRAMA DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA Y FUENTES NO CONVENCIONALES – PROURE	44
3.7. CERTIFICACIÓN LEED	52
3.8. ENTORNO INTERNACIONAL	53
4. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS EN EL ENFOQUE URE DE LOS DISEÑOS ELÉCTRICOS PREVIAMENTE CONTRATADOS POR LA UIS	56
4.1. INVESTIGACIÓN SOBRE LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES EN MATERIA DEL URE	57
4.1.1. Dirección de Contratación	58
4.1.2. Planeación	59
4.1.3. División de servicios de información (DSI)	59
4.1.4. División Mantenimiento Tecnológico (DMT)	59
4.1.5. División de planta física (DPF)	60
4.1.6. PROGRAMA DE URE EN LA UIS	62

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

4.1.7.	Conclusiones sobre políticas institucionales URE en proyectos de diseño eléctrico.	66
4.2.	RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS DISEÑO ELÉCTRICOS EJECUTADOS EN LA UIS.	69
4.2.1.	LICITACIONES PÚBLICAS EFECTUADAS POR LA UIS QUE CONTIENEN COMPONENTES DE OBRAS ELÉCTRICAS:	69
4.3.	RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS TRABAJOS DE GRADO RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA URE.	77
5.	DEFINICIÓN DE LOS ASPECTOS ADICIONALES QUE SE DEBEN INCLUIR EN LOS DISEÑOS DE ACUERDO CON EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES Y EL ENFOQUE URE.	81
5.1.	CONSIDERACIONES PRELIMINARES.	81
5.2.	ESTUDIO DE LAS EXIGENCIAS LEGALES E INSTITUCIONALES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES QUE SE DEBEN INCORPORAR EN LOS DISEÑOS ELÉCTRICOS.	84
5.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL ENFOQUE URE A IMPLEMENTAR EN LOS NUEVOS DISEÑOS ELÉCTRICOS DE LA UIS.	85
5.3.1.	RECOMENDACIONES GENERALES.	87
5.3.2.	RECOMENDACIONES SOBRE CONDUCTORES.	90
5.3.3.	ETIQUETADO ENERGÉTICO DE EQUIPOS	91
5.3.4.	TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE POTENCIA.	102
5.3.5.	MOTORES ELÉCTRICOS	106
5.3.6.	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.	111
5.3.7.	CLIMATIZACIÓN.	145
5.3.8.	SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADO DE EDIFICACIONES	156
5.3.9.	CALIDAD DE LA ENERGÍA	170
5.3.10.	RAEE.	173
5.3.11.	FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES.	182
5.4.	ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO.	186
6.	OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	189
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
	BIBLIOGRAFÍA	197
	ANEXOS	203

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Proyección de la Reducción de Consumo de Energía Eléctrica - Sector Comercial, Público y Servicios.....	45
Tabla 2. Plan de Acción URE en la UIS.....	65
Tabla 3. Síntesis comparativa de aspectos técnicos de diseño relacionados con URE	73
Tabla 4. Resumen pautas de selección de equipos en base a etiqueta de Eficiencia energética.	101
Tabla 5. Cuadro comparativo transformadores en aceite y transformadores secos.	103
Tabla 6. Aplicaciones de regulación de velocidad según tipo de mecanismo.....	109
Tabla 7. Fuentes de iluminación eficientes recomendadas.....	116
Tabla 8. Características y área de aplicación tipos de luminarias.....	121
Tabla 9. Características de iluminancia, IRC, deslumbramiento y VEEI recomendados para ambientes UIS.....	123
Tabla 10. Características de uso de sistemas de alumbrado recomendados.....	131
Tabla 11. Clasificación de las cubiertas verdes.....	154
Tabla 12. Programa de disposición de equipos UIS.....	177
Tabla 13. Proveedores de sistemas fotovoltaicos	185
Tabla 14. Porcentaje de componentes sobre el monto total contratado en proyectos estudiados	217

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Requisitos generales de las instalaciones eléctricas de acuerdo con el RETIE.....	24
Figura 2. Esquema del Uso racional de la energía.....	33
Figura 3. Objetivo norma ISO 50001.	38
Figura 4. Etiquetas de Eficiencia energética en el Mundo.....	42
Figura 5. Ejemplo de Etiqueta Energética	43
Figura 6. Explicación de la Etiqueta Energética.	44
Figura 7. Gráfica PROURE.....	45
Figura 8. Tiempos de implementación ciclo PROURE.....	50
Figura 9. Tiempos de implementación subprogramas estratégicos PROURE.....	51
Figura 10. Mapa resumen información reuniones	61
Figura 11. Carga instalada sede Principal UIS.	64
Figura 12. Esquema de mejoramiento continuo: Ciclo PHVA	83
Figura 13. Ciclo de gestión de la eficiencia energética	84
Figura 14. Cuadro de ahorros comparativos	93
Figura 15. Etiqueta energética para fuentes luminosas	94
Figura 16. Motor de alta eficiencia.....	96
Figura 17. Etiqueta energética para motores eléctricos.	97
Figura 18. Etiqueta energética para equipos de aire acondicionado.	99
Figura 20. Aspectos necesarios para el diseño de un sistema de iluminación eficiente.....	114
Figura 21. Luminarias recomendadas para centros de docencia.....	119
Figura 22. Distribución luminarias para aprovechamiento luz natural.	130
Figura 23. Iluminación encendida con buena presencia de iluminación natural en las instalaciones de los laboratorios pesados, UIS. 1	133
Figura 24. Iluminación encendida con buena presencia de iluminación natural en las instalaciones de los laboratorios pesados, UIS. 2	133
Figura 25. Estructura de un sistema automático de control de iluminación.	138
Figura 26. Valores típicos para la eficiencia de fuentes luminosas.....	141
Figura 27. Configuraciones tecnología LED con difusores, lentes, reflectores.....	142
Figura 28. Carga instalada en KW, de equipos de aire acondicionado sede central UIS.....	146
Figura 29. Techos verdes a implementar en Colegio San José, Barranquilla, Colombia.	152
Figura 30. Vista proyectada de la cubierta verde a dos niveles en el Edificio de Eléctrica I.....	155
Figura 31. Estructura de un sistema de gestión de edificaciones	160
Figura 32. Tecnologías integradas de sistemas de gestión energética de edificios.	165
Figura 33. Crecimiento de computadores obsoletos a nivel mundial	174
Figura 34. Fases del ciclo de vida de un producto	179
Figura 35. Sello de NO toxicidad de los productos.....	180

LISTA DE ANEXOS.

Pág.

Anexo A. SOPORTE DE LAS REUNIONES EJECUTADAS EN LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS Y DIVISIONES UIS.....	203
Anexo B. RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS A LOS CRITERIOS URE EN LOS DISEÑOS.....	210
Anexo C. PLANTILLA DE ESPECIFICACIÓN DE FUENTES LUMINOSAS USADAS EN EL DISEÑO.....	214
Anexo D. INSTRUMENTO DE VERIFICACIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS ENFOCADOS HACIA URE.....	216
Anexo E. PORCENTAJES DEL MONTO CONTRATADO EN LICITACIONES 2005-2011 RELACIONADAS CON OBRAS ELÉCTRICAS, DESTINADO A SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, CLIMATIZACIÓN Y TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS.....	217

ABREVIACIONES IMPORTANTES

AEE (Aparatos eléctricos y Electrónicos)

BMS (Building Management System - Sistema de gestión de edificaciones)

CONOCE (Programa Colombiano de Normalización, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía).

CREG (Comisión Reguladora de Energía Y Gas)

EE (Eficiencia energética)

FENC (Fuentes de Energía No Convencionales)

GEI (Gases Efecto Invernadero)

ICETEX (Instituto Colombiano de Créditos y Estudios Técnicos en el Exterior)

IEA (International Energy Agency-agencia de energía internacional)

LED (Diodo emisor de luz)

LFC (Lámpara fluorescente compacta)

NTC (Norma Técnica Colombiana)

OLADE (Organización Latinoamericana de energía)

PROURE (Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales)

RAEE (Residuos de Aparatos eléctricos y Electrónicos)

RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)

RETILAP (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público)

SGIE (sistema de gestión integral de energía)

UAA (Unidades académico administrativas)

UPME (Unidad de Planeación Minero Energética)

URE (Uso racional y eficiente de la energía)

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DEL DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS.*

AUTORES: ADRIANA MARCELA MENESES PRADO
RODRIGO RAFAEL BELTRÁN BUELVAS**

PALABRAS CLAVE: URE, BMS, EE, ILUMINACIÓN EFICIENTE, HVAC, RAEE.

En el presente trabajo se entrega como resultado final, un manual con pautas de diseño eléctrico enfocadas hacia el uso racional y eficiente de la energía URE, que constituye una herramienta guía para contribuir al ahorro energético mediante la incorporación de componentes técnicos en los diseños por parte de los diseñadores de proyectos eléctricos nuevos y repotenciados de la UIS. Dicho documento representa un apoyo para las labores de gestión ambiental de la Universidad y para el ejercicio eficiente de las actividades de las unidades académico-administrativas, las divisiones de Planta Física, Mantenimiento tecnológico, servicios de información y demás instancias involucradas en el desarrollo de proyectos eléctricos.

La realización del trabajo investigativo se fundamentó en la necesidad de establecer y unificar criterios de diseño que aseguren el cumplimiento de la normatividad colombiana vigente y las políticas institucionales, permitan incorporar componentes que mejoren la eficiencia, y reduzcan el consumo de los sistemas y artefactos eléctricos de la UIS. Para cumplir este objetivo se realizó una indagación de los aspectos principales mencionados, que condicionan la realización de diseños eléctricos para la Universidad y los elementos técnicos en materia URE claves que éstos deben incluir; posteriormente se caracterizan los principales componentes URE que los autores establecieron como necesarios para la elaboración de un instrumento de pautas técnicas de diseño, y finalmente se muestra una herramienta guía evaluable, que permita verificar y cuantificar el potencial de ahorro energético y económico de los proyectos ejecutados con los diseños ejecutados de acuerdo a los criterios definidos. Éste instrumento está estructurado con las pautas a seguir en de cero a cinco años, cinco a diez años, y diez años en adelante, que permiten que al alcanzar los tiempos acordados, la UIS posea criterios que garanticen URE y EE en los proyectos eléctricos que en ella se ejecuten.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Ing. Manuel José Ortiz Rangel. Codirectores: PhD. Gabriel Ordoñez Plata, Ing. Javier Eslava.

ABSTRACT

TITLE: STUDY BASED IN THE RATIONAL AND EFFICIENT USE OF ENERGY TO THE ESTABLISHMENT OF DESIGN'S TECHNICAL COMPONENTS OF NEW AND ENHANCED ELECTRICAL PROYECTS IN UIS. *

AUTHORS: ADRIANA MARCELA MENESES PRADO
RODRIGO RAFAEL BELTRAN BUELVAS**

KEYWORDS: RUE, BMS, EE, EFFICIENT LIGHTNING, HVAC, RAEF.

In the current work, as a final result, is delivered a manual with electrical design's guidelines focused on the rational and efficient use of energy, which is a guiding tool for saving energy, through the incorporation of technical components in the designs, by the designers of new and enhanced electrical projects at UIS. This document plays a supporting role to the labors of environmental management of the University and to the efficient exercise of the academic-administrative units' activities; to the physical plant's division, to technological maintenance division, to the information services division and other dependences involved in the development of electrical projects.

The making of this investigative work was based on the need to establish and unify design criteria that assure the accomplishment of the current Colombian regulations and institutional policies, allow to incorporate components that improve the efficiency, and reduce the consumption of the systems and electrical artifacts of UIS. To fulfill this objective was made an inquiry of the main aspects that condition the implementation of electrical designs in the University and the technical key elements in the RUE theme that they must include to accomplish their final purpose; after that, are characterized the main RUE components that the authors establish as needed to the elaboration of an instrument with technical design's guides; and finally an evaluable guiding tool that allow to verify and quantify the potential saving of money and energy of the projects executed with the designs made taking into account the defined criteria. This instrument is structured with the guides to follow from zero to five years, five to ten years, ten years and on, that at the achieve of the agreed times, allow UIS to have criteria that guarantee RUE and energy efficiency in the electrical projects that are executed in it.

* Graduation Project.

** Physics Mechanical Engineering Faculty. Electric, Electronic and telecommunications Engineering School.
Director: Ing. Manuel José Ortiz Rangel. Co Directors: PhD. Gabriel Ordoñez Plata, Ing. Javier Eslava.

INTRODUCCIÓN

Factores como la cultura de consumo actual, el rápido crecimiento poblacional, los hábitos de consumo y la dependencia excesiva de combustibles derivados del petróleo, han resultado en un aumento del consumo energético mundial (se prevé un incremento de un 50% durante los próximos 25 años¹), en la escasez de los recursos utilizados², así como en un preocupante problema medioambiental reflejado en el agotamiento de las fuentes energéticas no renovables y en el fenómeno de calentamiento global, dada la emisión excesiva de partículas contaminantes y que aceleran el efecto invernadero. Según datos oficiales el aumento en las temperaturas mundiales podría llegar a 6° C para fines del presente siglo [1], lo cual generaría un impacto considerable en la dinámica climática mundial.

La ausencia de planificación de las acciones realizadas por la humanidad y el olvidar la importancia de pensar en el futuro, ha desembocado en procesos no sostenibles, perjudiciales para el ambiente y para nosotros mismos, pues la crisis energética se ve reflejada en materia social, política, a nivel macro y microeconómico, causando conflictos entre territorios, modificando la calidad de vida, restringiendo las oportunidades de crecimiento, la competitividad de los mercados, y aumentando el costo de los combustibles y facturas eléctricas.

¹ Fuente: International Energy Agency (IEA)

² Las reservas probadas de petróleo se estiman en $1300 \cdot 10^3$ millones de barriles, siendo su horizonte temporal 41 años, y localizándose un 95% de este valor en sólo 20 países. BP, International energy agency: Statistical review of world energy, full report, 2010. U.S Energy information administration.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Para buscar un desarrollo sostenible, garantizar un suministro energético, mitigar el impacto de la explotación de recursos y hacer de los procesos sistemas eficientes, el uso racional y eficiente de la energía (URE)[2] se perfila como una alternativa viable [3], la cual no sólo contempla la elaboración de parámetros cualitativos, sino también de herramientas técnicas aplicables y cuantificables que sirven como indicadores más precisos que los tradicionales económicos, demográficos o sociales, para medir la incidencia del consumo actual en las reservas energéticas, la calidad de los procesos, precio de los recursos, desde la explotación hasta el usuario final, para así tomar medidas correctivas.

El enfoque URE está siendo utilizado en muchos países en el mundo, a partir de los diversos protocolos, acuerdos y normativas internacionales. Las medidas aplicables al sector eléctrico son comunes en los diversos territorios, aún estando supeditadas a aspectos geográficos, climáticos y económicos; aunque en la mayoría de los casos carecen de obligatoriedad o de una legislación adecuada que permita implementarlos correctamente o en la proporción requerida para disminuir considerablemente el consumo y aumentar la eficiencia energética (EE).

El enfoque URE contempla medidas variadas, que van desde hábitos de consumo y medidas locales, hasta sistemas de gran tamaño, implementación de sistemas de medición, control, diseño efectivo, etiquetado de equipos eficientes, redes inteligentes y fuentes no convencionales de energía, siendo todas ellas de competencia multidisciplinaria pues para su aplicación es necesario una interacción entre aspectos eléctricos³, civiles, sociales, económicos, químicos y termodinámicos, entre otros, lo que indica que todos los flancos de acción deben ser cubiertos, siendo la regulación y normalización un primer paso para tal fin.

³ Si bien todos los aspectos indicados contribuyen al Uso Racional y eficiente de la Energía, son los correspondientes a la parte eléctrica nuestro campo de acción y los principales a desarrollar a lo largo del presente documento.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

En este sentido, la legislación colombiana actualmente incorpora parámetros y aspectos importantes que se deben incluir en los proyectos de diseño eléctrico con el fin de asegurar una correcta prestación del servicio, y la seguridad de todos los usuarios y personas involucradas con el mantenimiento [4]. A su vez se está buscando que el uso racional de la energía haga parte de dichos diseños y sea realizada una gestión integral en este aspecto [5].

La Universidad industrial de Santander UIS, como institución educativa líder en los procesos de formación profesional a nivel nacional y dada su naturaleza institucional de orden territorial atiende las exigencias del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y la norma NTC 2050 para el diseño y construcción de los proyectos eléctricos. Adicionalmente como institución debe incorporar políticas y parámetros de diseño en enfoque URE en sus proyectos para adoptar estándares o pautas de diseño de los proyectos eléctricos en un contexto actual que garantice la alineación de los proyectos en el contexto del URE y la racionalización de los costos involucrados en toda la cadena energética.

A partir de estas consideraciones, en el siguiente documento se plantea un estudio basado en el uso racional y eficiente de energía para el establecimiento de los componentes técnicos del diseño de proyectos eléctricos nuevos y repotenciados en la UIS. El propósito del proyecto es la definición de pautas de diseño que sigan el enfoque en uso racional de la energía para definir y estandarizar componentes técnicos para lograr una uniformidad en las características de los proyectos que abarcan los diferentes entornos en la Universidad industrial de Santander.

JUSTIFICACIÓN

Como una parte clave del nuevo pensamiento energético mundial, que ha hecho básico planear correctamente las acciones a tomar en cuanto a los recursos naturales actuales, para asegurar su disponibilidad y nuestro bienestar al largo plazo, es importante que las aplicaciones básicas del URE estén presentes en cada uno de los estamentos donde se realice consumo energético, por lo que todos los usuarios, entidades y gobiernos deben seguir un patrón de crecimiento y desarrollo orientado hacia el mismo objetivo. Considerando además que debido a las pérdidas de los sistemas de generación, transmisión y distribución, por cada unidad energética ahorrada en el consumo final se evita producir tres, dicho enfoque se ratifica como la principal herramienta de ahorro a pequeña, mediana y gran escala. Así, aunque las acciones tomadas puedan considerarse insuficientes, éstas en realidad ejercen un impacto positivo mucho mayor, y si se busca la implementación masiva de las mismas, basándose además en casos exitosos aún siendo de pequeña envergadura, se logrará un resultado apreciable.

Sin embargo, aún se presenta un desconocimiento del significativo aporte de la implementación de políticas URE al medio ambiente, y según lo muestran los resultados de un estudio realizado por la Organización Latinoamérica de Energía (OLADE), de no haberse adoptado medidas en el campo del uso eficiente, el consumo de energía a nivel mundial sería un 25% mayor que el actual, con las consecuentes implicaciones ambientales [6].

Según estas consideraciones, el URE es de vital importancia en toda institución debido al efecto social, económico y ambiental que tiene a lo largo de la cadena

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

energética que empieza con la generación de energía y termina en las instalaciones de uso final, en las cuales los diseñadores pueden ejercer mayor impacto y promover proyectos eléctricos orientados hacia el desarrollo sostenible. La Ley 697 del 2001 del Ministerio de Minas y Energía promueve y establece las normas y la infraestructura necesaria para crear la estructura legal, técnica, económica y financiera para lograr el desarrollo de proyectos concretos, a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia URE, el conocimiento y la utilización de formas alternativas de energía.

Las entidades estatales, tienen la obligación de acoger los requisitos legales, normativos y reglamentarios vigentes en sus políticas administrativas y operativas [5]; para promover estas políticas se deben realizar investigaciones y proyectos que propicien la adopción de una cultura de responsabilidad social en todos los aspectos de la organización. Sin embargo, a pesar de que muchos de los aspectos mencionados, y otros que se desarrollarán más adelante en el documento, han sido implementados ampliamente a nivel mundial y son sugeridos por la normativa colombiana, la misma ley no tiene dichas medidas como elementos obligatorios en la elaboración de proyectos, de tal forma que el URE queda relegado a un segundo plano al momento de diseñar y establecer parámetros técnicos de diseño. Hay que tener en cuenta que según el diseño realizado por el proyectista, se hará mayor o menor el consumo energético del mismo y se definirá el desempeño de las edificaciones y planta física durante los años de funcionamiento (40, 50 o 70) con la dificultad que representa la introducción de cambios considerables luego de la ejecución del mismo.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

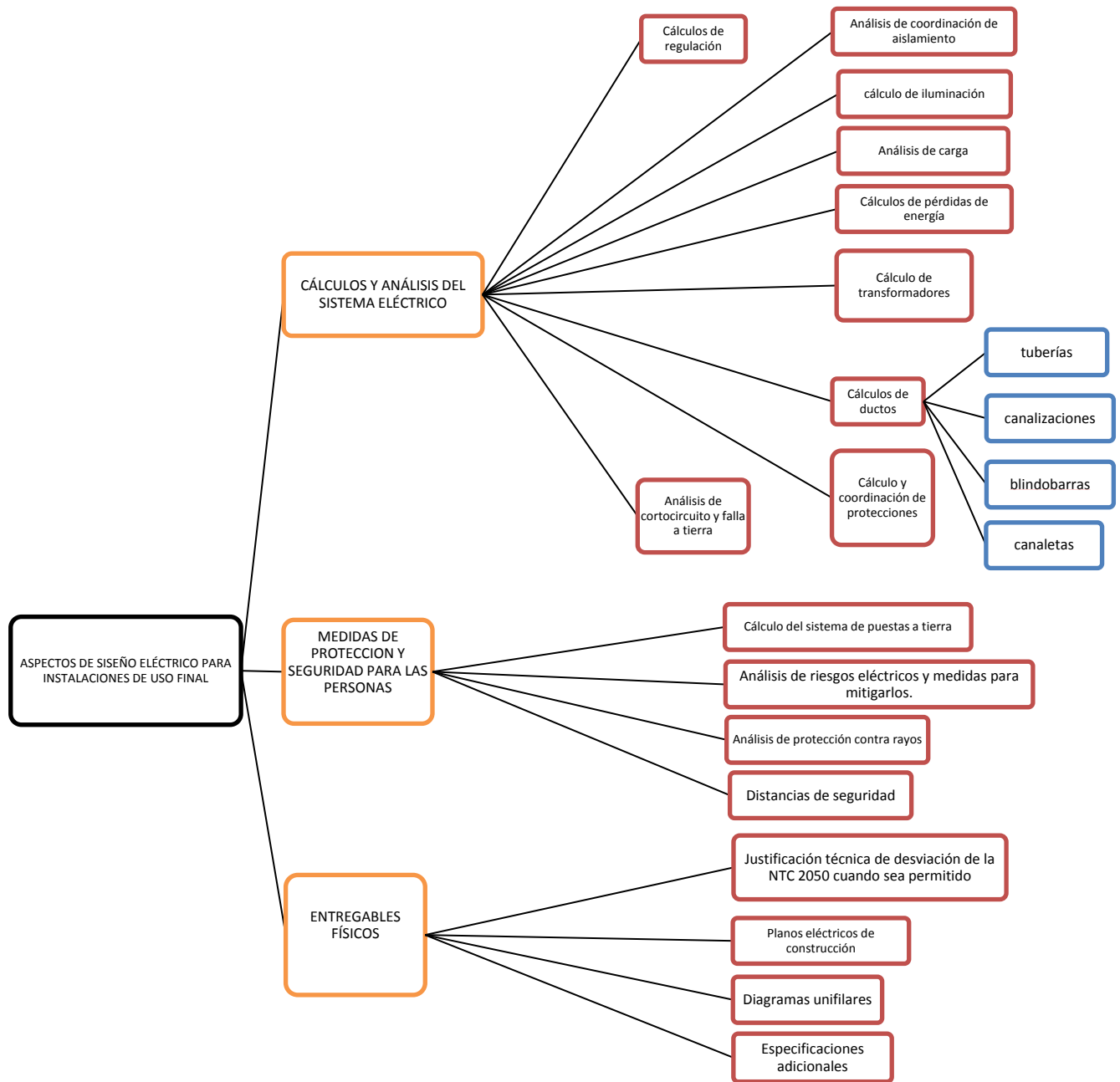
Estos hechos motivaron la idea del estudio, cuyo propósito final es proveer un manual de diseño para las instalaciones nuevas y repotenciadas de la UIS que permita estandarizar los requisitos técnicos especificados en las convocatorias. Con dicho documento se pretende brindar una herramienta a la Universidad para que pueda exigir la incorporación de criterios URE desde el mismo diseño de los proyectos eléctricos que en ella se contraten, brindándole las pautas más adecuadas de acuerdo a sus necesidades, actividades, la infraestructura que maneja y su dinámica de trabajo, de tal forma que puedan realizar un aporte al ahorro energético, se superen las principales limitantes del desarrollo URE, y para que los esfuerzos al respecto sean reconocidos por la UIS al momento de adjudicar los proyectos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el marco normativo y legal que rige los procesos y el diseño de las instalaciones eléctricas en Colombia, se debe cumplir una serie de aspectos básicos para que sean consideradas seguras para los operarios y los usuarios, además de cumplir con los objetivos funcionales. En la figura 1, se indican los aspectos de obligatorio cumplimiento que deben incluir las instalaciones, de acuerdo con la más reciente actualización del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), específicamente en el artículo 8, numeral 8.1 [4].

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 1. Requisitos generales de las instalaciones eléctricas de acuerdo con el RETIE.



Fuente: Autores⁴.

⁴La información de la figura es basada en la información consignada en la referencia [4], RETIE.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Se advierte que dentro de los requisitos indicados en el marco reglamentario vigente no es explícito involucrar el **uso racional y eficiente de la energía** como componente esencial de los cálculos y memorias de los diseños. Si bien en Colombia se tienen políticas al respecto debido a su relevancia, aún sigue faltando una aplicación completa de los criterios URE en los diseños eléctricos.

Por ejemplo, en 2001, Colombia estableció la Eficiencia Energética (EE) como una prioridad nacional a través de la “Ley de la Promoción de la Eficiencia Energética y las Energías Renovables” [7], la cual, entre otras cosas, provee un marco para diseñar e implementar el “Programa Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y para las Energías Renovables” (*PROURE*)” [5].

El RETIE establece la realización de cálculos con criterios de mayor economía y recomienda la eficiencia de algunos requisitos a cumplir por las empresas e instituciones [4]. Debido a esto, los diseñadores tradicionalmente se limitan al cumplimiento de los requisitos técnicos mínimos y generalmente se pierde la noción del URE como práctica desde el diseño eléctrico, olvidando que aplicando dichos criterios y recomendaciones se logra un mejoramiento en la eficiencia de los procesos así como un ahorro económico apreciable. Dado que Colombia está comprometida con la conservación del medio ambiente local y global, controlando las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la reducción de las descargas en el nivel local [8]; y que el uso eficiente de la energía en las instalaciones es un factor clave para mejorar la relación costo-efectividad de la economía nacional y controlar los costos de energía de los sectores comerciales, público y residencial, las acciones de los diseñadores deben ser congruentes con las políticas del gobierno nacional en materia energética.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Si bien el enfoque URE es considerado en algunos casos económicamente inviable, si se logran establecer puntos clave para aplicarlo, genera beneficios a corto, mediano y largo plazo, los cuales se quedan pequeños comparándolos con los medioambientales y energéticos por medio de una aplicación y conciencia masiva del URE [9].

En muchos casos los diseñadores no aplican el conocimiento técnico sobre EE necesario, y no analizan las oportunidades, costos y beneficios de las tecnologías de EE y de gestión de la energía en edificios, por lo cual no hay tendencia hacia la aplicación de políticas URE que ayuden a EE. Asimismo, la falta de estándares y de su aplicación constituye la principal barrera técnica para la implementación de estas políticas de manera general en el país y en todas las instituciones. Sin referencias específicas relacionadas con la calidad y el funcionamiento de los equipamientos, equipos y los edificios, no tendrá lugar ninguna transformación de mercado hacia soluciones y tecnologías de eficiencia energética. [8]

En este orden de ideas, si bien por ley hay criterios a cumplir, cada diseñador escoge los materiales, aparatos, disposiciones más útiles y menos costosas, según su punto de vista, que vayan acorde a lo dictado por el reglamento, lo cual conlleva a una gran variedad de criterios de diseño para una misma entidad, organización o institución cuando ésta contrata servicios para cada una de sus divisiones por separado de acuerdo a criterios de mayor economía y a cumplimiento de requisitos de diseño, tal como sucede en la UIS. Además de la limitada definición de estándares en la aplicación de pautas de diseño, no se exigen criterios sobre los requisitos legales que ayuden al URE y al rendimiento óptimo de las instalaciones eléctricas.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

La UIS y demás instituciones de formación superior están llamadas a sentar precedentes para las entidades del sector productivo sobre la importancia de incorporar la eficiencia energética y el enfoque URE en todos los procesos de aprendizaje, administrativos y logísticos, partiendo de pautas estandarizadas de diseño de proyectos eléctricos según las necesidades o políticas institucionales, y buscando siempre el mayor rendimiento energético.

Basados en las situaciones mencionadas, se propone como alternativa para solucionar estos aspectos una propuesta que propicie la estandarizar de los procesos de diseño eléctrico en la UIS, por medio de pautas de diseño eléctrico que vayan orientadas y clasificadas según los diversos ambientes que se tienen en el campus universitario y los tipos de proyectos que se manejen en él. Sin embargo dichas pautas de diseño irán enfocadas hacia el URE teniendo en cuenta el cumplimiento de los requisitos mínimos legales aunque tratando de exceder la norma y asegurar el mayor rendimiento energético posible que pueda obtenerse al ejecutar tanto proyectos nuevos como repotenciados.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Definir las pautas de diseño en el enfoque URE de acuerdo con el marco legal, normativo, reglamentario y según las políticas de las unidades administrativas de la UIS involucradas en los diseños eléctricos (División de Planta Física, División de Mantenimiento Tecnológico, Planeación y Contratación).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los componentes técnicos en el enfoque URE de los diseños eléctricos previamente contratados por la UIS.
- Definir los aspectos adicionales que se deben incluir en los diseños de acuerdo con el marco normativo nacional, las políticas institucionales y el enfoque URE.
- Construir un manual para el diseño de los sistemas eléctricos en la UIS de acuerdo al enfoque URE.

2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se definen los conceptos claves que se utilizaron en el presente documento, con el fin de facilitar la comprensión de los contenidos al lector:

Balasto: unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido. El balasto puede constar de uno o más componentes. Puede incluir también medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, prevenir el arranque en frío, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radio interferencia.

[10]

Certificados: equipos o materiales incluidos en un certificado publicado por un organismo certificador aceptado ante la autoridad competente y que se dedica a la evaluación de productos, que mantiene inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales certificados. Ese certificado indica si el equipo o material cumple unas normas debidamente establecidas o si ha sido probado y encontrado apto para su uso de una manera determinada. [11]

Depreciación lumínica: disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa. [10]

Deslumbramiento: sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad

visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo. [10]

Eficiencia Energética (EE): es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. [12]

Eficacia luminosa de una fuente: relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio(lm/W).[10]

Flujo luminoso (Φ): cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm). [10]

Impacto ambiental: hay impacto ambiental cuando una acción o actividad desencadena una alteración, negativa o positiva, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. [13]

Inmótica: la Inmótica incorpora a los edificios de uso terciario o industrial (oficinas, edificios corporativos, hoteles, ayuntamientos, bancos, empresas y similares) sistemas de automatización y control electrónico, con el objetivo de gestión técnica para el ahorro energético, el confort y la seguridad. [14]

Instalación Eléctrica: conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica. [4]

Índice de reproducción cromática (IRC): las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el “Índice de Reproducción Cromática” (IRC) ó CRI (“Color Rendering Index”). Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que presentan iluminados por una “luz de referencia”. Los espectros de las bombillas incandescentes o de la luz del día contienen todas las radiaciones del espectro visible y se les considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática [10].

Intensidad luminosa: flujo luminoso emitido en una dirección determinada por una luz que no tiene una distribución uniforme. Unidad: candela (Cd). [10]

Luminancia (L): en un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m²). Bajo el concepto de intensidad luminosa, la luminancia puede expresarse como: [10]

$$L = \frac{(dl dA)}{\cos \phi}$$

Luminaria: aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

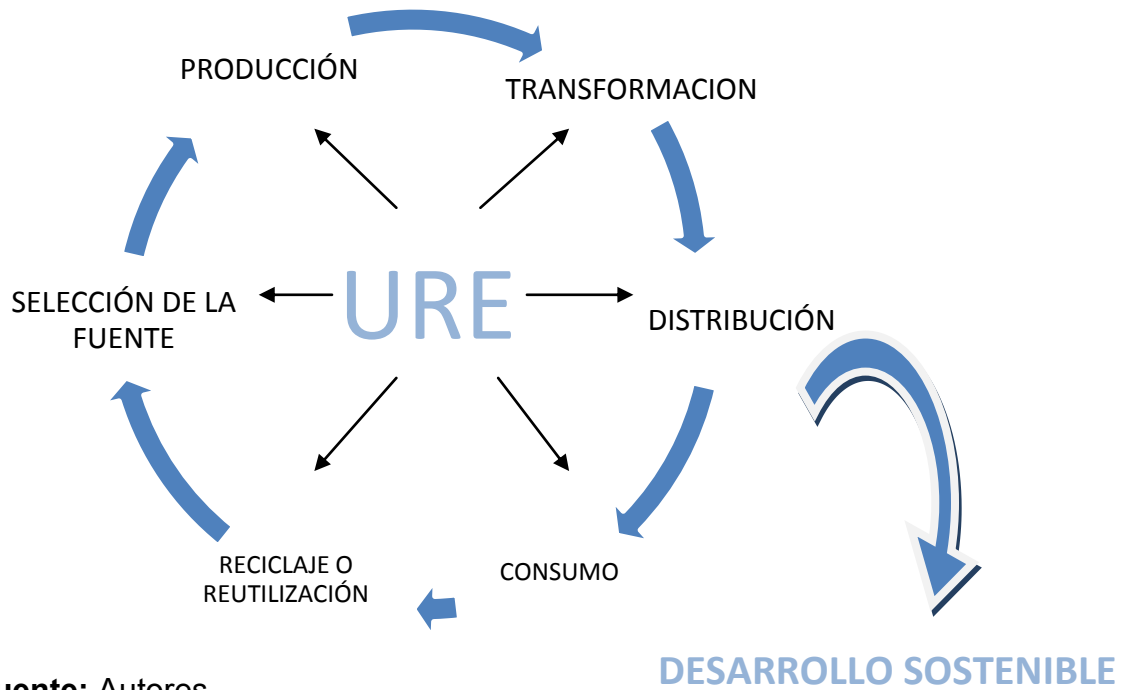
bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Nivel de iluminación: nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen. Unidad: lux = lm/m². **[10]**

Niveles Mínimos de iluminación mantenidos: son los niveles de iluminación adecuados a la tarea que se realiza en un local o en una vía. Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener los valores de iluminación mantenidos y tendrán que sustituirse las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que la tarea se pueda desarrollar según las necesidades visuales. No son niveles de diseño, cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establecen niveles de iluminación superiores, según los ciclos de mantenimiento del local o de la vía, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelo. **[10]**

Uso racional de la energía (URE): “Utilización de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, la transformación, el transporte, la distribución y el consumo (incluyendo su reutilización cuando sea posible), buscando en todas y cada una de las actividades de la cadena, el desarrollo sostenible.” **(Ley 697 de 2001) [7].**

Figura 2. Esquema del Uso racional de la energía.



Valor de eficiencia energética de la instalación VEII. Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes. [10]

3. MARCO REGLAMENTARIO

3.1. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la fiabilidad y la calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento.

En este Reglamento Técnico se han reunido los preceptos esenciales de las normas técnicas definiendo el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las empresas de servicios públicos y los usuarios, con especial enfoque en los problemas de inseguridad de estos últimos y los aspectos que se refieren a la intervención del Gobierno en caso de infracciones y al procedimiento pertinente.

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos. Igualmente, este reglamento propicia el **URE** como una forma de protección al medio ambiente y garantía del abastecimiento energético que requiere el país. **[4]**

3.2. REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETILAP)

Este Reglamento Técnico tiene por objeto fundamental establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

El RETILAP establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, y dentro de estos últimos los de alumbrado público, en el territorio Colombiano, inculcando el **URE** en iluminación. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas. **[10]**

El reglamento igualmente es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en los sistemas de iluminación interior y exterior, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La seguridad nacional en términos de garantizar el abastecimiento energético mediante uso de sistemas y productos que apliquen el URE.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.
- La protección del Medio Ambiente.

3.2. DECRETO 3683 DEL 2003

El objetivo del decreto es reglamentar el uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. **[15]**

Además de reglamentar la ley 697 del 2001⁵ se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía, CIURE, con el fin de asesorar y apoyar al Ministerio de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre el URE y demás formas de energía no convencionales en el sistema interconectado nacional y en las zonas no interconectadas.

La CIURE debe velar por el cumplimiento de los lineamientos generales del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No

⁵ La Ley 697 declara el uso racional y eficiente de la energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Convencionales, PROURE. Para el diseño de éste, el Ministerio de Minas y Energía tendrá en cuenta aspectos sociales, ambientales, culturales, informativos, financieros y técnicos. De igual manera concreta aspectos como la financiación, estímulos para la investigación y educación, reconocimientos a entidades públicas o privadas, instituciones y personas que promuevan el uso racional y eficiente de la energía y fuentes no convencionales.

3.3. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050

La Norma Técnica Colombiana NTC 2050, basada en el National Electrical Code (NEC) es un instructivo fundamental para el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas para los profesionales que se desempeñan en esta área. El objetivo de esta norma es la protección de las personas y de los bienes materiales frente a cualquier riesgo que pueda surgir por el uso de la electricidad.

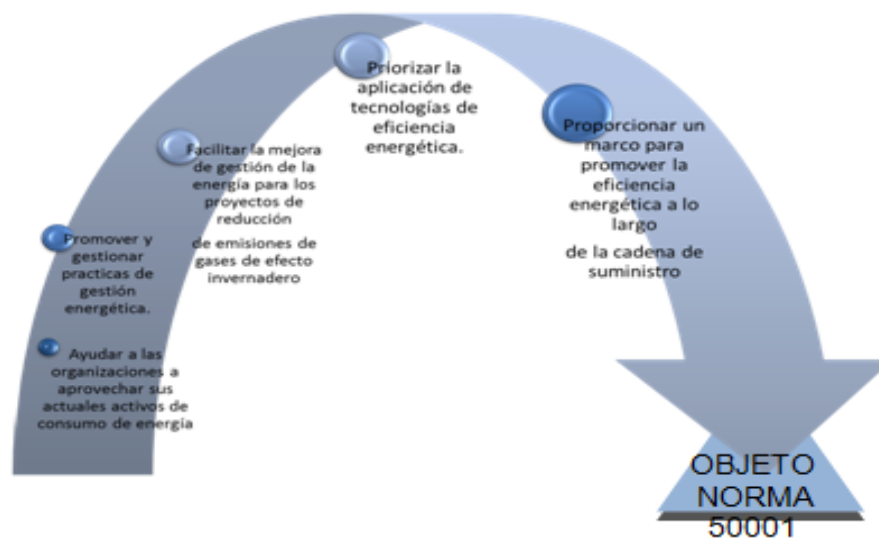
El cumplimiento de las disposiciones de seguridad y mantenimiento presentes en la NTC 2050 dará lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Este código está hecho para que resulte adecuada su utilización por organismos que tengan jurisdicción legal sobre las instalaciones eléctricas y para ser aplicado por personal autorizado. La autoridad que tenga jurisdicción sobre el cumplimiento de este código debe ser responsable de interpretar las reglas, de decidir la aprobación de los equipos y materiales y de conceder los permisos especiales que contemplan algunas de ellas **[11]**.

3.4. NORMA ISO 50001

La norma ISO 50001 pretende que las **organizaciones del sector público**⁶ y privado promuevan planes de acción enfocados a aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar el rendimiento proporcionando beneficios rápidos, aumentando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía , lo que reduce tanto los costos como el consumo. También Contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos de su uso en todo el mundo como el calentamiento global. Organizaciones multinacionales con esta norma tendrán acceso a un estándar único y estructurado para la implementación de una metodología lógica y coherente para desarrollar mejoras en materia energética en toda la organización [16].

Figura 3. Objetivo norma ISO 50001.



Fuente: Autores.

⁶ Se considera importante la inclusión de esta norma dada la naturaleza pública de la UIS y la importancia de buscar en ella el cumplimiento de criterios de eficiencia energética.

3.5. PROGRAMA CONOCE

En el contexto de eficiencia energética se ubica el Programa Colombiano de Normalización, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía PROGRAMA CONOCE que nace como soporte a la resolución 097 del 2000 expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) que determina establecer pautas de diseño, normalización y uso eficiente de equipos y aparatos eléctricos y electrónicos. El programa Conoce es una herramienta que propende por el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales en toda la cadena energética, como mecanismo práctico para el establecimiento de condiciones de mercado que promuevan la penetración de tecnología energéticamente eficiente y como estrategia para la generación de cultura URE en la ciudadanía colombiana.[17]

Es importante destacar que el objetivo es mejorar los indicadores energéticos en los usos finales, es decir, obtener una misma unidad de servicio prestado con menor consumo de energía sin perjuicio de la capacidad productiva y la calidad del servicio. Desde la perspectiva de desarrollo social el programa se convierte en un significativo aporte al fortalecimiento de la cultura de los ciudadanos colombianos respecto al buen manejo y las buenas costumbres de consumo de energía, fortalecimiento en su capacidad productiva, mejora en la calidad de vida y disminución en las facturas de energía; es claro que estas acciones inciden favorablemente en las proyecciones de demanda energética para Colombia.

En numerosos países del mundo se ha utilizado el esquema de etiquetado y normalización como mecanismos para inducir al consumidor de equipos eléctricos a utilizar los más eficientes disponibles en el mercado. Para ello se utilizan

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

etiquetas informativas que dan cuenta del rango de consumo de energía del aparato que permite compararlo con otros.

En los países Latinoamericanos se han realizado avances en el etiquetado energético⁷ hace ya varios años. Los pioneros fueron Brasil (1984) y México (1992). En los años noventa países como Colombia, Perú, Venezuela y Argentina incorporan el etiquetado energético como un aspecto voluntario, y en la última década se ha realizado la concretización y creación de nuevas en este ámbito en Argentina, Uruguay, Chile, países andinos y Centroamérica.

- Brasil posee actualmente la “Lei de Eficiência Energética 10.295/2001” el cual es un mandato del gobierno para ordenar Normas de Desempeño Energético Mínimo (MEPS), que están establecidas para Motores eléctricos trifásicos, Lámparas fluorescentes compactas, refrigeradores y congeladores, estufas a gas natural, acondicionadores de aire y calentadores de agua a gas natural. A su vez se encuentran en fase de etiquetado los hornos microondas, los sistemas solares, fotovoltaicos, eólicos, y hornos eléctricos.[18]
- México posee las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Eficiencia Energética, las cuales son normas obligatorias que incluyen procedimientos de ensayo, normas de Desempeño Energético Mínimo (MEPS) y requerimientos de etiquetado. Entre los grupos de equipos y sistemas regulados se encuentran refrigeradores, aires acondicionados, lámparas, motores, sistemas de bombeo, sistemas de alumbrado y aislantes térmicos y envolventes para edificaciones.[18]

⁷ Brasil, Argentina, Chile, Colombia y la mayoría de países latinoamericanos se basan en el mismo modelo de etiquetado (modelo de la Unión Europea), el cual es mostrado en el presente documento. México, Centroamérica, Jamaica y Venezuela, han seguido el modelo estadounidense. [referencia 18]

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Venezuela posee la norma COVENIN 3235:1999, referente al etiquetado obligatorio de refrigeradores y congeladores, y en el 2006 estableció la Misión Revolución Energética que contempla la sustitución masiva de lámparas incandescentes y la elaboración de normas de eficiencia energética.**[18]**
- Perú por su parte posee el Decreto Supremo 053-2007-EM/2007, el cual es un mandato del Ministerio de Energía y Minas MEM para elaborar e implementar etiquetado obligatorio para artefactos y equipos por medio de guías de consumo y etiquetado, elaboradas para varios equipos.**[18]**
- Ecuador en el año 2007 estableció la Elaboración de métodos de ensayo y normas de etiquetado para refrigeradores / congeladores y para LFC's (MEER – INEN).**[18]**
- .Argentina, desde 2003 realizó la (Re-)iniciación del Programa de Normas y Etiquetado por medio de la elaboración e implementación de normas de etiquetado obligatorio para refrigeradores y congeladores, lámparas incandescentes y fluorescentes, acondicionadores de aire, motores eléctricos trifásicos y lavadoras de ropa, así como también prohibió la comercialización de lámparas incandescentes a partir de 2011.**[18]**
- Chile, por medio del Programa de Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética (PNNEE), establece el etiquetado obligatorio para refrigeradores, lámparas incandescentes y fluorescentes, motores eléctricos, hornos microondas, equipos electrónicos, lavadoras de ropa, aires acondicionados y balastos. A su vez está impulsando la sustitución de lámparas incandescentes y dando incentivos para la sustitución de motores eléctricos ineficientes.**[18]**
- Uruguay posee desde 2009, Decretos de etiquetado obligatorio para artefactos eléctricos y a gas, LFC's, colectores solares y edificios.**[18]**
- Países centroamericanos y del Caribe como Costa Rica, honduras, Nicaragua, Cuba y Jamaica, también tienen normativa relacionada con etiquetado energético de equipos.**[18]**

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

En la figura 4 se muestran las diversas etiquetas de EE a nivel mundial:

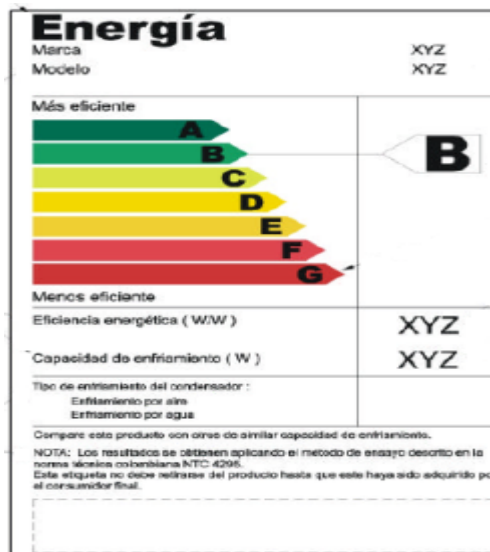
Figura 4. Etiquetas de Eficiencia energética en el Mundo.



Fuente: Referencia [18].

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Figura 5. Ejemplo de Etiqueta Energética



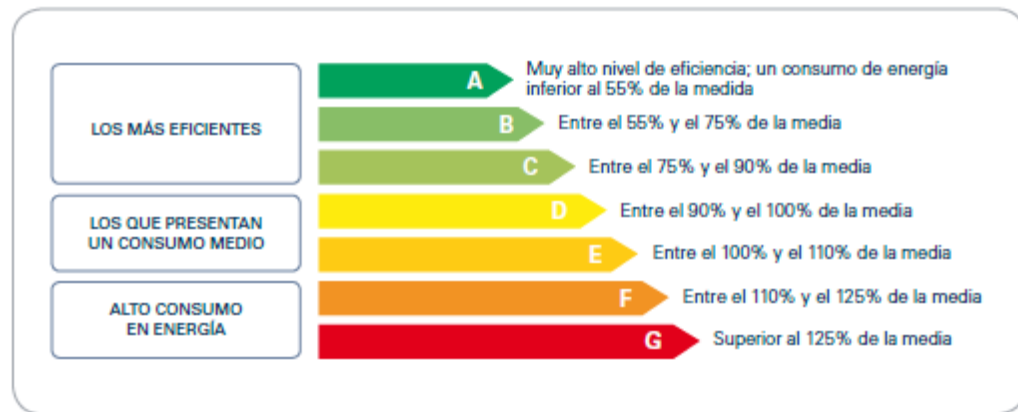
Fuente: NTC 4366.

En Colombia, las NTC se basan en las etiquetas de rangos discretos, que son las utilizadas en la Unión Europea. La etiqueta de rangos discretos presenta una clasificación que va desde el rango A hasta el G, siendo A el más eficiente y G el menos. En la figura 5 se muestra la etiqueta implementada en el país.

A través de la implementación de la etiqueta energética se pretende promover la eficiencia en los equipos, siendo esta una herramienta que funciona como un canal de información entre el fabricante y el consumidor. La etiqueta debe brindar una oportuna y confiable información relacionada con el desempeño energético del equipo, cumpliendo a cabalidad con el contenido y dimensiones reglamentarias para un entendimiento efectivo por parte del usuario final; esto con el propósito de crear “conciencia” en el consumidor para que él mismo logre cambiar hábitos de consumo energético y se pueda lograr una disminución considerable en este aspecto.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 6. Explicación de la Etiqueta Energética.



Fuente: Referencia [17].

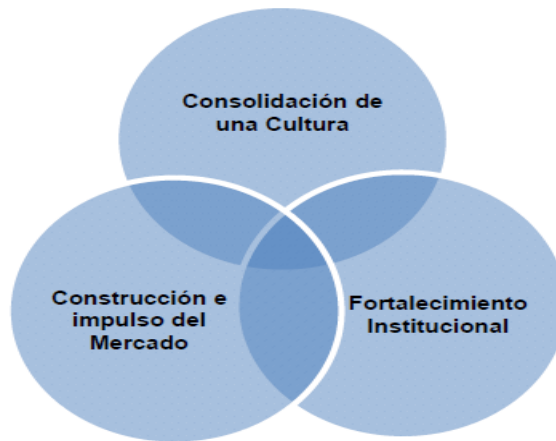
A su vez los fabricantes incentivados por estas preferencias del consumidor, colocarán en el mercado productos cada vez más eficientes, aumentando la competitividad e impulsando la implementación de últimas tecnologías. Esta cadena orientada hacia un consumo eficaz permitirá que al cabo de algunos años los equipos menos eficientes hayan salido del mercado.

3.6. PROGRAMA DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA Y FUENTES NO CONVENCIONALES – PROURE

El objetivo principal del PROURE es promover el Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, que contribuya a asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 7. Gráfica PROURE



Fuente: Referencia [5].

El plan de acción 2010-2015 del programa, tiene dentro de sus metas la reducción de Consumo de Energía Eléctrica de los sectores Comercial, Público y Servicios; la proyección de la reducción de consumo energético del sector en el año 2015 sería de 2,66 %, y anualmente como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 1. Proyección de la Reducción de Consumo de Energía Eléctrica - Sector Comercial, Público y Servicios

AÑO	META ANUAL (%)	META ACUMULADA (%)
1	0,19	0,19
2	0,21	0,4
3	0,27	0,67
4	0,37	1,04
5	0,53	1,57
6	1,09	2,66

Fuente: Referencia [5].

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

El plan de acción 2010-2015 del programa contiene los siguientes subprogramas estratégicos:

3.6.1. Fortalecimiento institucional

El Gobierno Nacional, las Empresas de Servicios Públicos, COLCIENCIAS, el ICETEX, la CREG, la UPME, y de forma indirecta las entidades de la CIURE tienen responsabilidades específicas con el desarrollo del uso racional y eficiente de la energía. Se aspira vincular los distintos agentes públicos como privados de los diferentes sectores del desarrollo nacional con el fin de desarrollar políticas de eficiencia energética integrales.

3.6.2. Educación y fortalecimiento de capacidades en Investigación, desarrollo tecnológico e innovación- I+D+i y gestión del conocimiento.

La educación y el fortalecimiento de capacidades de investigación e innovación, constituyen pilares fundamentales para la consolidación de una cultura en Eficiencia Energética, en todos los ámbitos y niveles del conocimiento. Desde la formación básica hasta la avanzada, pasando por la formación tecnológica, de competencias laborales, la investigación en las Universidades y la gestión del conocimiento en las industrias y en general en el sector productivo [5]. La segunda etapa promueve la implementación de programas académicos que incorporen URE y FNCE en los diferentes niveles educativos de la población colombiana, también contempla la capacitación de los docentes en la temática URE.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Las actividades destacadas a realizar en el subprograma que atañen a los objetivos del presente documento se muestran a continuación:

- Formar docentes en temas de eficiencia energética y FNCE con apoyo de un plan de incentivos.
- Orientar la formación al desarrollo y gestión de proyectos, mediante cátedras y proyectos específicos en las carreras de ingeniería que conlleven el entendimiento de la relación fundamental entre el conocimiento y las soluciones a problemas concretos que se presentan en el país.
- Promover especializaciones y maestrías con investigación en fuentes renovables, tecnologías limpias de transformación de energía, sistemas y aplicaciones pasivas de FNCE, contribuyendo a la consolidación de capacidades de vigilancia, asimilación y negociación de tecnologías.
- Incluir aspectos relacionados con planeamiento, regulación, verificación y diseño de políticas en la formación avanzada en eficiencia energética y FNCE.

3.6.3. Estrategia Financiera e impulso al mercado

La estrategia financiera constituye uno de los aspectos de mayor relevancia en el PROURE para el desarrollo de las estrategias y subprogramas que contribuyen en la consolidación de las condiciones para la ejecución de los proyectos y acciones con impacto en los sectores de consumo, el cumplimiento de metas y el impulso a un mercado de bienes y servicios.

3.6.4. Protección al consumidor y derecho a la información

De acuerdo con la ley 697 de 2001 y el decreto 3683 de 2003, se debe impulsar las medidas y programas de certificación, normalización y etiquetado. También se debe promover el reglamento técnico para uso obligatorio de la etiqueta como uno de los mecanismos más eficaces y de mayor impacto en toda la cadena productiva, desde el fabricante hasta el usuario final, con el objetivo de informar al comprador sobre los rangos de eficiencia de la tecnología, para que éste a su vez pueda tomar la mejor decisión en la sustitución y adquisición de los electrodomésticos o equipos de uso final con criterios de desempeño y consumo energético.

Las actividades destacadas a realizar en el subprograma que atañen a los objetivos del presente documento se muestran a continuación:

- Concertar con los fabricantes la gradualidad en la aplicación de la etiqueta para cumplir con los estándares internacionales de eficiencia energética.
- Difundir de manera permanente el uso de la etiqueta de eficiencia energética con el fin de orientar al usuario final hacia una compra eficiente de equipos y desarrollar proyectos piloto.
- Consolidar en el país una red de laboratorios con fabricantes y Universidades para las pruebas, los ensayos y las certificaciones con alto nivel de conocimiento y capacitación.
- Desarrollar el Reglamento Técnico de Etiquetado, crear normas y estándares en equipos de uso final térmico.

3.6.5. Gestión y seguimiento de metas e indicadores.

Tiene como finalidad realizar el seguimiento de las metas y verificación de impacto del PROURE. En consecuencia, se requiere medir y evaluar periódicamente el comportamiento de las variables de control y en general de las acciones en relación con las estrategias y los objetivos. Las actividades destacadas a realizar en el subprograma que atañen a los objetivos del presente documento se muestran a continuación:

- Diseñar indicadores de eficiencia por procesos y usos finales, por tecnologías y de medición de impacto.
- Diseñar protocolos e instrumentos para la recolección y análisis de la información con el fin de alimentar los indicadores.
- Implementar, por parte de la UPME, programas de gestión de indicadores y caracterizar los sectores de consumo.

3.6.6. Promoción del uso de Fuentes No Convencionales de Energía.

El Subprograma busca promover los usos y la participación de las fuentes no convencionales de energía en la canasta energética nacional con criterios de diversificación, complementariedad y seguridad, en consonancia con la disponibilidad y factibilidad de explotación de los recursos y la utilización de tecnologías de transformación más apropiadas a nuestras condiciones económicas, sociales, productivas y ambientales [5]. Las actividades destacadas a

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

realizar en el subprograma que atañen a los objetivos del presente documento se muestran a continuación:

- Caracterizar el potencial de energía solar y de energía geotérmica en Colombia con el fin de promover el desarrollo de soluciones energéticas.
- Implementar un programa de medición y registro de vientos en los sitios identificados con un potencial alto con el fin de estimar la energía aprovechable.
- Promover la formación avanzada y la investigación aplicada en las Universidades y centros de investigación.

El PROURE contempla según sus objetivos y subprogramas estratégicos tiempos de implementación entre los años 2010 a 2015, según las etapas y subprogramas indicados en las figuras 8 y 9.

Figura 8. Tiempos de implementación ciclo PROURE.

Etapas de Ciclo del PROURE	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Creación de las condiciones institucionales, consolidación de acuerdos y compromisos, proclamación y difusión del PROURE						
Impulso de los sub - programas estratégicos						
Condiciones para el desarrollo de programas y proyectos						
Verificación de impacto y sostenibilidad del programa nacional						

Fuente: Referencia [5].

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 9. Tiempos de implementación subprogramas estratégicos PROURE.

Sub Programa Estratégico	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
SPE_1 Fortalecimiento institucional	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					
SPE_2 Educación y fortalecimiento de capacidades en Investigación, desarrollo tecnológico e innovación-I+D+i y gestión del conocimiento	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					
SPE_3 Estrategia Financiera e impulso al mercado	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					
SPE_4 Protección al consumidor y derecho a la Información	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					
SPE_5 Gestión y seguimiento de Potenciales, metas e indicadores	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					
SPE_6 Promoción del uso de Fuentes No Convencionales de Energía	[Barra de implementación completa de Año 1 a Año 6]					

Fuente: Referencia [5].

Se consideró importante citar la información de la proyección que tiene el país en cuanto a eficiencia energética, la línea de acción a ejecutarse en los diferentes ámbitos que pueden promover el uso racional de la energía y la relación que tienen directamente con la Universidad, con el propósito de afianzar las políticas en materia de eficiencia que paulatinamente está implementando la Universidad en su programa URE destinado básicamente al aprovechamiento sostenible de la energía eléctrica y otras fuentes de energía en las instalaciones de la Universidad; En este sentido, se recomienda fortalecer las líneas de acción del programa URE de la institución incluyendo las líneas de acción del programa PROURE que tienen relación directa con la misma por tratarse de una institución educativa de carácter estatal que promueve el desarrollo de la investigación e incentiva políticas de desarrollo sostenible en sus programas de formación.

3.7. CERTIFICACIÓN LEED

LEED son las siglas en inglés de “Leadership in Energy and Environmental Design” que traduce Líder en Diseño Energético y Ambiental, el nombre completo del sistema es LEED Green Building Rating System que traduce Sistema de Calificación de la Edificación Verde LEED. Es un programa prioritario del US GBC (US Green Building Council), representando todos los segmentos del sector de la construcción y ha estado abierto al escrutinio público. Es un sistema voluntario de calificación de edificaciones basado en el consenso del mercado y en tecnología existente probada; evalúa el desempeño ambiental sobre el ciclo vital de una edificación vista y entendida como un todo, proporcionando un estándar definitivo para lo que se entiende como "edificación verde".

El LEED es un sistema autónomo diseñado para edificaciones residenciales comerciales, institucionales, y edificaciones altas nuevas y existentes. El sistema de calificación de edificaciones está estructurado sobre seis capítulos que sintetizan lo que se entiende por edificación verde. Estos capítulos son: Lotes Sostenibles, Eficiencia del Agua, Energía & Atmósfera, Materiales & Recursos, Calidad del Medio Ambiente Interior e Innovaciones & Proceso de Diseño. **[19]**

Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales. Cada uno de los capítulos indicados otorgan créditos que deben ser justificados para poder obtener cierto puntaje; el objetivo es alcanzar el mayor número de puntos y obtener una certificación. De acuerdo con dicho puntaje existen cuatro niveles de certificación:

certificado (LEED Certificate), plata (LEED Silver), oro (LEED Gold) y platino (LEED Platinum).

La certificación, de uso voluntario, tiene el objetivo de avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción. **[20]**

3.8. ENTORNO INTERNACIONAL

Dado que la problemática energética es un asunto mundial, además de las normas internacionales y convenios en materia medioambiental suscritos alrededor del mundo, cada país ha buscado la forma de implementar reglamentación y medidas que fomenten el URE en los diversos eslabones de la cadena energética.

Las acciones tomadas a nivel internacional sirven de punto de partida para aquellas que pueden ser usadas en Colombia adaptándolas a nuestras necesidades; los casos exitosos registrados de igual manera sirven de prueba sobre la factibilidad y eficacia que tienen tanto las exigencias legales en materia URE, como los avances tecnológicos, criterios que aumentan la EE, empleo de fuentes no convencionales de energía y la creación de una cultura de diseño y consumo enfocada hacia el desarrollo sostenible. A continuación mostramos algunos casos notables:

En Europa, el libro verde establece la dependencia de la Unión Europea (UE) de los recursos energéticos para la calidad de vida de sus habitantes, y la importancia

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

de adoptar medidas para reducir la demanda energética y limitar las emisiones GEI[21]. España por su parte tiene un Código Técnico de la Edificación (CTE), que establece un marco regulatorio con disposiciones sobre el diseño, construcción, mantenimiento y conservación de edificaciones fomentando la eficiencia energética como parte vital para el cumplimiento de lo dispuesto en el protocolo de Kioto [22], y en el plan de ahorro y eficiencia energética de la nación.

En ese país también se tienen medidas complementarias con exigencias de eficiencia para los equipos de carácter térmico y para la iluminación; de igual manera tiene en materia URE un programa de energías renovables (PER), que proyecta un cubrimiento del 22.7% de la demanda energética total por medio de fuentes de energía de este tipo para el 2020, así como políticas de generación en edificios con una contribución fotovoltaica mínima con posibilidad de ampliación [23].

En Latinoamérica, por ejemplo, Chile tiene dentro de sus estrategias enfocadas hacia URE un Programa País de eficiencia energética (PPEE), el cual en base a un análisis detallado del panorama energético internacional y nacional, está dirigido a consolidar el uso eficiente de la energía como una fuente que contribuya al desarrollo energético chileno; dicho programa contempla actividades de regulación, educación, entrenamiento, información, difusión e incentivos económicos orientados hacia la EE, además de etiquetado de equipos eficientes, actualización tecnológica y demás restricciones de carácter técnico[24]. Cabe resaltar que todas las medidas contempladas en el PPEE representan un trabajo conjunto por parte del sector privado, Universidades y miembros del entorno educativo, reconociendo la influencia de estas instituciones en la política de desarrollo energético nacional.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Por su lado, la república Argentina, como parte de su política ambiental y energética tiene un programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos(PAEEP), el cual identifica las posibilidades de ahorro y eficiencia en los edificios públicos, y las medidas estratégicas y técnicas más adecuadas para desarrollar dichos potenciales[25].

Toda la reglamentación a nivel internacional encaminada al fomento de la EE y del URE, las acciones tomadas al respecto, y el establecimiento de parámetros desde el diseño hasta el uso final, sirven como un precedente importante, el cual reafirma el propósito de presente documento, no sólo como trabajo investigativo, sino también como base para establecer alternativas aplicables en el mercado, las cuales brindan resultados efectivos en materia ambiental y económica.

4. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS EN EL ENFOQUE URE DE LOS DISEÑOS ELÉCTRICOS PREVIAMENTE CONTRATADOS POR LA UIS.

Para la elaboración del presente documento y el cumplimiento de los objetivos planteados, se desarrolló el proyecto en tres etapas: la primera corresponde a la indagación sobre los parámetros técnicos y de URE involucrados en los diseños eléctricos contratados por la UIS, y sobre las políticas institucionales para promover y exigir el ahorro energético y los adelantos en materia URE contemplados en trabajos de investigación previos, que permitan evaluar los componentes que se han tenido en cuenta actualmente por la UIS en sus proyectos eléctricos. Esta primera parte es consistente con el cumplimiento del primer objetivo específico del trabajo de investigación. La siguiente etapa consiste en la caracterización de los componentes técnicos principales que se exigen en el marco reglamentario vigente y que se recomiendan incluir en los diseños eléctricos, de acuerdo con las exigencias legales e institucionales, así como la identificación de los componentes del enfoque URE aplicables a los diseños y proyectos eléctricos ejecutados en la UIS. La tercera parte corresponde a la definición de los principales aspectos a tener en cuenta en los diseños que ejecute la UIS en el futuro, así como los tiempos de implementación de estos requisitos de acuerdo a las diversas restricciones económicas, técnicas, legales, normativas, etc. El resultado de las tres etapas se sintetiza en la elaboración de un instrumento que permita verificar el cumplimiento de los criterios y las recomendaciones por parte de los funcionarios adscritos a las unidades administrativas involucradas en la ejecución de los diseños de proyectos eléctricos nuevos y repotenciados que sean contratados por la UIS.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

En el presente, y en los siguientes capítulos se explicarán detalladamente las etapas ejecutadas, las cuales se discriminan según cada uno de los objetivos planteados y las acciones llevadas a cabo para cumplirlos. De igual manera se indicarán los resultados obtenidos en la recopilación de información, desarrollo y culminación del trabajo.

Para identificar las oportunidades de incorporar componentes URE en los diseños eléctricos contratados por la UIS, se propuso efectuar una consulta sobre políticas institucionales al respecto con funcionarios adscritos a las unidades administrativas involucradas en la gestión técnica de los proyectos desde su etapa conceptual hasta las instancias previas a contratación mediante los mecanismos que prevé la ley Colombiana. Adicionalmente se describen los hallazgos más relevantes identificados en la información disponible en la página WEB de la UIS con respecto a los componentes técnicos de los diseños eléctricos recientes de las nuevas edificaciones o la repotenciación de edificaciones existentes en las sedes de la UIS.

4.1. INVESTIGACIÓN SOBRE LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES EN MATERIA DEL URE.

Con el fin de conocer las políticas institucionales con respecto al URE en los proyectos de diseño eléctrico, se realizaron reuniones en las diferentes divisiones y unidades administrativas (UA) que permitieron adquirir la perspectiva del ciclo de los proyectos de inversión desde la concepción de los proyectos eléctricos, hasta su contratación y ejecución. Para lo cual fue necesario identificar los siguientes aspectos:

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Conocer las labores que ejecuta cada unidad y división administrativa.
- Identificar el papel e incidencia de cada unidad administrativa en los proyectos eléctricos y en la definición de los parámetros de diseño.
- Conocer las políticas URE adoptadas por la Universidad.
- Identificar las interacciones entre las diversas unidades y divisiones durante la planeación, ejecución y posterior puesta en funcionamiento de los proyectos eléctricos.

A continuación se presenta una síntesis de las reuniones efectuadas con funcionarios de las unidades administrativas de la UIS y los aspectos principales que se recopilaron de estas. Copias de los registros de las reuniones efectuadas se adjuntan en el **anexo A** del presente documento:

4.1.1. Dirección de Contratación: en reunión con el ingeniero Álvaro Bernal de Contratación y Proyectos de Inversión, se recibió un listado de convocatorias y licitaciones desde el año 2005 hasta el 2011 referentes al área eléctrica, el cual se analiza más adelante. De igual manera el Ing. Bernal expuso el rol que desempeña la Dirección de Contratación y Proyectos de Inversión en el proceso de adjudicación de los contratos mediante las diferentes alternativas que la UIS dispone como entidad oficial, indicando que la misma establece y publica requisitos generales legales y técnicos de las convocatorias y licitaciones, previa verificación de dichos aspectos; esta dirección realiza la adjudicación de los contratos, pero no está relacionada con la definición de los parámetros técnicos de los diseños eléctricos o las pautas URE.

- 4.1.2. Planeación:** el ingeniero Juan Miguel Ortiz, Profesional de Planeación, indicó que el papel de esta unidad administrativa es la asesoría a las unidades académico-administrativas en la formulación de proyectos de inversión emitiendo conceptos al respecto y evaluando su viabilidad. Adicionalmente manifestó que la definición de los parámetros técnicos de los proyectos de diseño eléctrico es inherente la división de planta física. La oficina Planeación no ha establecido criterios URE como exigencias institucionales, dado que tales medidas son aplicadas según criterio de cada diseñador, se advierte por parte del funcionario de esta unidad administrativa la importancia del adoptar medidas en este enfoque para lograr una reducción de los costos de operación y mantenimiento.
- 4.1.3. División de servicios de información (DSI):** El ingeniero Benjamín Pico indicó que el papel de la DSI en los proyectos de diseño eléctrico se limita a especificar las características que deben cumplir los diseños de redes de comunicación realizados por diseñadores eléctricos de acuerdo con la normativa pertinente [26]. Asimismo indicó que los diseños de comunicaciones involucran como aspecto primordial la calidad de la transmisión de datos y voz. El ahorro energético no es un factor relevante por el nivel de potencia de los equipos de comunicaciones.
- 4.1.4. División Mantenimiento Tecnológico (DMT):** El responsable de esta unidad administrativa, Ingeniero Jabid Eduardo Quiroga Méndez expuso que la DMT está encargada de la gestión, reparación y conservación de los bienes tecnológicos, aunque brinda soporte en la instalación, control y supervisión de nuevos equipos. No se encuentra directamente involucrada con la compra de equipos, con los parámetros, proyectos de diseño eléctrico o criterios URE, ni con la disposición final de productos al cumplir

su vida útil, aunque emite conceptos técnicos sobre la compra, está en conocimiento de la importancia del URE en las instalaciones⁸ y analiza según la relación Costo/beneficio cuándo se debe dar de baja un equipo.

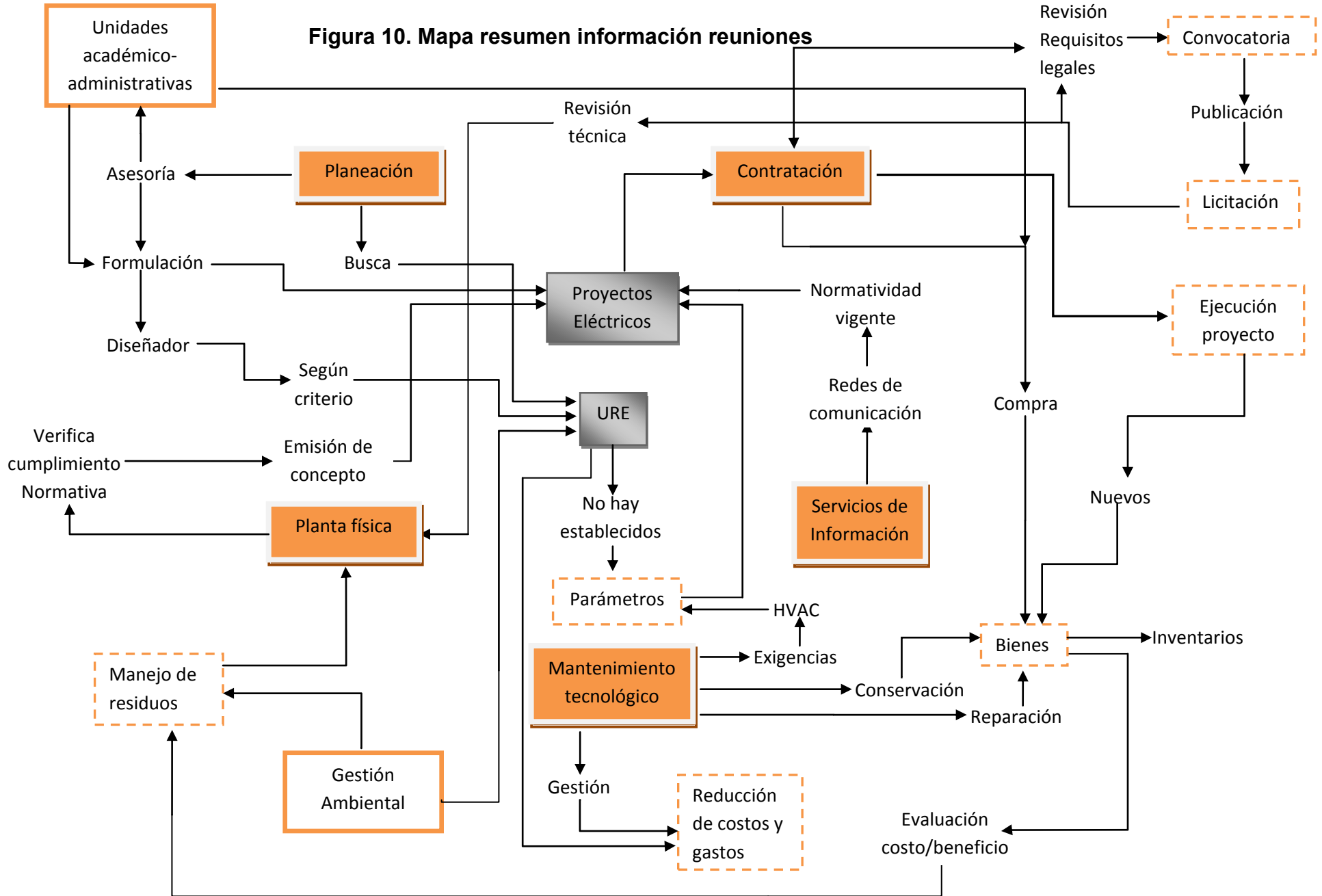
4.1.5. División de planta física (DPF): el ingeniero Javier Eslava indicó que esta división ejerce el papel relacionado con proyectos eléctricos, revisando que las especificaciones y características de los diseños cumplan con la normatividad vigente (RETIE, NTC 2050, NTC 4552, norma ESSA, guía contratistas UIS), pues no se cuenta con estándares institucionales en materia técnica o URE que deban ser cumplidas en los diseños aparte de las normas del sector eléctrico. Una vez los proyectos son ejecutados, la DPF no está al tanto de las modificaciones realizadas durante la misma sino hasta la fase de revisión final, así como de los términos finales de ejecución, lo cual es un obstáculo en labores de mantenimiento y reestructuración de las instalaciones eléctricas, aunque se esté trabajando actualmente al respecto.

Otro aspecto importante evidenciado en la reunión es el cumplimiento informal del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público debido a su reciente aplicación y la falta de estándares institucionales al respecto. También se pudo identificar que esta división es la encargada del mantenimiento y reparación de los equipos de las instalaciones eléctricas, en base a las peticiones de las diferentes unidades académico-administrativas, aún faltando un plan debidamente establecido de acuerdo a períodos de seguimiento, limpieza o reemplazo de elementos.

⁸ La DMT está ejerciendo un trabajo con el comité ambiental y otras unidades académico-administrativas para buscar alternativas que reduzcan el consumo, como parte de los **programas del sistema de gestión ambiental UIS**, y, de manera preliminar, estableciendo criterios de selección de equipos de climatización limitando los elementos contaminantes y especificando niveles muy discretos de eficiencia.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 10. Mapa resumen información reuniones



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

En la figura 10 se muestra un cuadro resumen que sintetiza la información obtenida por medio de las reuniones en las unidades entrevistadas⁹.

Las funciones de estas dependencias de la Universidad, así como la operación e interacción de las UAA, no se limitan a las enunciadas anteriormente, debido a que el objeto de las reuniones efectuadas está exclusivamente ligado a los proyectos de diseño eléctrico y el URE en los mismos, y la indagación realizada se fundamentó en saber el papel de cada una en estas, más que en todos los procesos llevados a cabo en cada dependencia. Sin embargo, como complemento se referencia un documento con las actividades realizadas por cada división y su interacción con las UAA [26], y se invita al lector a remitirse a la página de la UIS para obtener mayor información [27].

4.1.6. PROGRAMA DE URE EN LA UIS.

Una de las iniciativas identificadas en la UIS se encuentra en el Sistema de Gestión Ambiental, el cual involucra el programa URE como estrategia diseñada para desarrollar e implementar alternativas para el uso racional de la energía Eléctrica y otras fuentes de energía [28].

Las pautas para la ejecución del programa URE en la UIS son [28]:

- Sensibilizar la comunidad universitaria en el aprovechamiento sostenible mediante la incorporación de buenas prácticas de uso de la energía.

⁹**Fuente:** Autores

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Desarrollar e implementar proyectos de evaluación de tecnologías limpias y uso de energías renovables las cuales serán resultado de la aplicación del conocimiento específico de las diversas áreas del saber existentes en la academia.
- Aplicar directrices de uso eficiente de la energía en nuevos proyectos y contratación de bienes y servicios en la Universidad¹⁰.
- Incluir actividades rutinarias de medición, mantenimiento y remplazo de elementos y equipos por dispositivos ahorradores en las áreas donde se requiera.

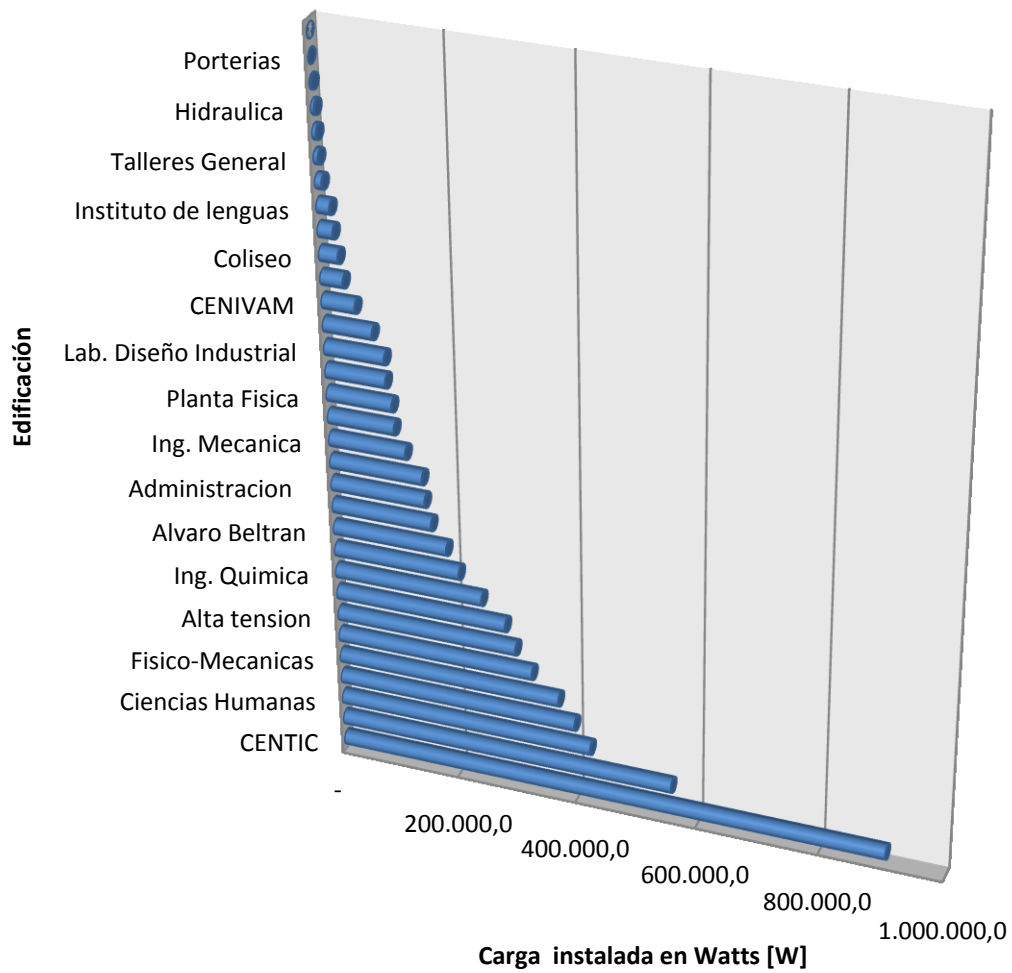
Para el desarrollo del programa URE, se tuvo conocimiento, que el primer paso ha sido la realización de un diagnóstico de las condiciones energéticas actuales, a través de un inventario de la carga energética instalada en la sede central, facultad de salud y sede Guatiguará de la UIS; dicha acción ha sido dirigida por el comité ambiental, con el apoyo de la división de mantenimiento tecnológico, como iniciativa para el establecimiento de datos concretos sobre la carga que maneja cada edificio, en la búsqueda de identificar e implementar tecnologías que permitan monitorear y controlar el uso de la energía. La carga total que maneja cada edificación¹¹ se puede observar en el siguiente gráfico:

¹⁰ Es observable que el presente trabajo y manual adjunto son unas herramientas de apoyo para la ejecución el programa URE de la Universidad Industrial de Santander.

¹¹ Dicho inventario contempla cargas como iluminación, equipos de ofimática, aires acondicionados, motores eléctricos y elementos de laboratorio.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 11. Carga instalada sede Principal UIS.



Fuente: Autores, basado en datos referencia [29].

Para completar las medidas planteadas en el programa URE, serán realizadas una serie de acciones y proyectos de acuerdo a un cronograma establecido, las cuales se observan en la siguiente tabla, con el responsable y la fecha de su ejecución:

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Tabla 2. Plan de Acción URE en la UIS

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE EJECUCIÓN
Realización de un diagnóstico sobre el consumo de energía eléctrica y otras fuentes de energía	Líder Recursos Tecnológicos Coordinador Ambiental	Año 2011
Sustitución y/o eliminación de aires acondicionados	Líder Recursos Tecnológicos	Julio 2011- Julio 2012
Establecimiento y socialización de políticas para uso de aires acondicionados	Líder Recursos Tecnológicos Coordinador Ambiental	Año 2011
Definición de criterios de utilización de luminarias en nuevos proyectos y reemplazo de las existentes por modelos que garanticen uso eficiente de la energía	Líder Recursos Tecnológicos Líder Contratación Líder Planeación Institucional Coordinador Ambiental	Julio 2011- Julio 2012
Plan de modernización, independización y automatización de circuitos	Líder Recursos Físicos	Julio 2011- Julio 2012
Mantenimiento de redes eléctricas	Líder Recursos Físicos	Año 2011
Monitoreo y seguimiento al consumo de energía eléctrica	Líder Recursos Tecnológicos Coordinador Ambiental Líder Recursos Físicos	Año 2011
Sensibilización sobre el uso y ahorro de energía	Coordinador HSEQ Coordinador Ambiental Profesionales de apoyo en el SGA	Julio 2011 – Julio 2012
Proyecto modelo del edificio inteligente en uso racional de la energía	Director Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones	Año 2012
Promover proyectos relacionados con uso de energías alternativas que puedan ser implementadas en la universidad	Coordinador Ambiental	Julio 2011 – Julio 2012

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Manual de gestión integrado [28]

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

La UIS debe adoptar y garantizar el cumplimiento de los requisitos legales nacionales en cuanto a política ambiental se refiere, además definir parámetros y pautas reglamentarias institucionales que promuevan y aseguren el URE; dado que estas pautas comprenden diferentes componentes, es imperativo que se otorguen y exijan parámetros de diseño y recomendaciones de uso encaminadas a lograr estas políticas en los proyectos eléctricos.

4.1.7. Conclusiones sobre políticas institucionales URE en proyectos de diseño eléctrico.

A partir de la información suministrada por los funcionarios de las divisiones y dependencias consultadas, se concluyen los siguientes aspectos:

- La división de Planta Física se encuentra involucrada en los proyectos eléctricos y en la verificación tácita de los criterios de diseño y en el cumplimiento de la normativa eléctrica colombiana. Se advierte la ausencia de criterios y estándares avanzados que faciliten la evaluación de los componentes URE de los diseños realizados por los consultores contratados por la UIS.
- La UIS debe construir a partir de sus políticas institucionales, acciones coordinadas que permitan la integración de las unidades académicas y administrativas en la ejecución de los proyectos de inversión en el enfoque URE.
- No se identificaron pautas de diseño URE específicas, así como tampoco reglamentos o procesos que legitimen y aseguren el URE en la UIS, además de los lineamientos reglamentarios, aun cuando se tiene conciencia y nociones primarias de su importancia para el desempeño y eficiencia de los procesos que se llevan a cabo.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Con respecto a la adquisición de bienes, la selección de equipos eléctricos se basa principalmente en consideraciones de facilidad de mantenimiento, siendo aspectos de menor importancia la eficiencia de los equipos y su característica amigable con el ambiente.
- No se identificaron políticas de selección equipos por medio de etiquetas de eficiencia energética, que permitan saber las características de desempeño, la vida útil y la eficiencia de los mismos.
- Aun cuando la participación las unidades administrativas es esencial en la formulación de proyectos eléctricos, se percibe la necesidad de formalizar la definición de criterios específicos que propicien la integración de los proyectistas contratados por la UIS en los propósitos institucionales. En este sentido se podrá mejorar el proceso de revisión de proyectos, el cual actualmente consiste en verificar el cumplimiento de requisitos técnicos sin tener en cuenta criterios de eficiencia energética o URE.
- No se identificaron políticas institucionales orientadas hacia la implementación de las fuentes de energía alternativas, salvo algunas propuestas con fines académicos desarrollados por investigadores en la Universidad, los cuales se indicarán más adelante [ítem 5.3].
- La Universidad no cuenta aún con una infraestructura completa para el monitoreo continuo del consumo energético de todas las edificaciones, por lo que son limitadas las medidas en materia de gestión energética tomadas actualmente, aun cuando se están realizando las primeras acciones para el desarrollo del sistema de gestión ambiental y la utilización de equipos de medición y gestión energética.
- De acuerdo con lo señalado en la unidad de planeación no se tiene un techo presupuestal para la ejecución de los proyectos, lo cual es importante para la incorporación de medidas URE que impliquen una inversión considerable pero que repercuten en la disminución del consumo y en el aumento de la EE de la instalación eléctrica

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Los proyectos de diseño eléctrico desde su concepción hasta su ejecución, están ligados en mayor o menor medida con todos los estamentos donde se realizó indagación. Sin embargo, aun cuando hay unidad de criterio en la importancia del URE no se identificó una relación en la cadena de responsabilidades y decisiones.
- Una vez ejecutados los proyectos no se tienen políticas de mantenimiento preventivo periódico de los elementos que integran las instalaciones de tipo eléctrico.
- No se cuenta con una labor interventora por parte de la DPF que permita la revisión de los términos de ejecución de los proyectos eléctricos o relacionados con el sistema eléctrico de la UIS, la cual permita posteriormente agilizar las labores rutinarias de mantenimiento y asegurar una mayor gestión, control y cumplimiento de los requisitos establecidos por la normativa.
- No se exige el cumplimiento de la normativa referente a la iluminación y alumbrado público RETILAP en los proyectos de diseño eléctrico.

A partir de estas conclusiones y los resultados obtenidos podemos determinar, que aun teniendo la Universidad un sistema de gestión ambiental establecido, el URE no se está ejecutando ampliamente, siendo que las oportunidades de su incorporación en los proyectos de diseño eléctrico son múltiples, con lo cual cobra aún más sentido el presente documento y el objetivo del trabajo ejecutado, por lo que más adelante se caracterizarán los principales componentes y parámetros técnicos de diseño de acuerdo al enfoque URE que deben incorporarse a los mismos.

4.2. RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS DISEÑO ELÉCTRICOS EJECUTADOS EN LA UIS.

De acuerdo con el listado brindado por el ingeniero Álvaro Bernal de Contratación UIS, se partió para analizar las convocatorias y licitaciones relacionadas con la infraestructura eléctrica.

Las licitaciones fueron seleccionadas según el propósito de la investigación; se escogieron en relación con los diferentes entornos de la Universidad como son: espacios comunes, edificios administrativos y edificios destinados a la prestación de servicios académicos en ambientes de aprendizaje; esto se realizó con el fin de comparar las exigencias de los diseños y evaluar las políticas de URE presentes o ausentes. A continuación se presenta la lista de las licitaciones con los pliegos definitivos de especificaciones técnicas de diseño que fueron analizadas:

4.2.1. LICITACIONES PÚBLICAS EFECTUADAS POR LA UIS QUE CONTIENEN COMPONENTES DE OBRAS ELÉCTRICAS¹²:

- **AÑO 2005**
 1. Licitación 014: Ampliación y modernización de los laboratorios de física. Presupuesto: \$ 1.111.970.707
 2. Licitación 015: Construcción de las redes eléctricas y cableado estructurado del edificio de Ciencias Humanas. Presupuesto: \$ 503.267.143

¹² Se especifican los valores presupuestales de cada licitación.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

3. Licitación 020: Construcción plazoleta de acceso campus universitario y sótano de parqueaderos. Presupuesto: \$ 1.792.828.685.
4. Licitación 029: Construcción y adecuación de la planta física del auditorio Luis A. Calvo. Presupuesto: \$ 488.516.488
5. Licitación 028: Construcción de las redes eléctricas y de comunicaciones del edificio Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC). Presupuesto: \$ 935.226.800
6. Licitación 031: Construcción de las redes eléctricas y de comunicaciones del Centro de Caracterización de materiales de construcción. Presupuesto: \$ 256.702.172

- **AÑO 2007**

1. Licitación 001: Adecuaciones civiles, arquitectónicas y eléctricas del edificio de administración II. Presupuesto: \$ 1.336.775.624
2. Licitación 010: Adecuaciones civiles, arquitectónicas y eléctricas del edificio de Ingeniería Química. Presupuesto. \$ 1.700.000.000

- **AÑO 2008**

1. Convocatoria 001: Subestación eléctrica para el edificio de administración II. Presupuesto: \$ 85.411.717
2. Convocatoria 021: Suministro de instalación del sistema de iluminación del auditorio Luis A. Calvo. Presupuesto:\$ 206.485.240
3. Licitación 014: Reestructuración del sistema eléctrico de los edificios Camilo Torres, Laboratorios Livianos y Laboratorios de Posgrado. Presupuesto:\$390.000.000

- **AÑO 2009**

1. Licitación 012: Adecuaciones civiles, arquitectónicas, eléctricas y de comunicaciones para la modernización y ampliación de la planta física del edificio de Ingeniería Industrial. Presupuesto: \$ 3.278.420.249.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y
REPOTENCIADOS EN LA UIS**

- **AÑO 2010**

1. Licitación 002: Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de las plantas eléctricas de emergencia para la biblioteca central, edificio de laboratorios livianos, complejo agroindustrial CENIVAM y división de publicaciones. Presupuesto: \$ 565.988.952
2. Convocatoria 021: Adecuaciones eléctricas en la Biblioteca central. Presupuesto: \$ 128.922.680
3. Convocatoria 023: Remodelación de las instalaciones eléctricas del edificio de laboratorios livianos. Presupuesto: \$193.586.857
4. Licitación 024: Construcción de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones para el edificio de investigaciones en la sede UIS Guatiguará. Presupuesto: \$ 1.400.500.112
5. Licitación 033: Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de la planta eléctrica de emergencia y UPS para el complejo agroindustrial CENIVAM. Presupuesto: \$ 174.148.531
6. Licitación 044: Suministro, montaje y puesta en funcionamiento de las plantas eléctrica de emergencia para la biblioteca central y el edificio de laboratorios livianos. Presupuesto: \$288.726.320
7. Licitación 057: Suministro de elementos y materiales eléctricos para la remodelación de la subestación eléctrica del edificio de laboratorios pesados. Presupuesto: \$ 100.638.035
8. Licitación 059: Suministro de elementos y materiales eléctricos para la reestructuración del sistema eléctrico del edificio de laboratorios livianos. Presupuesto: \$ 396.292.327
9. Licitación 064: Suministro de lámparas, elementos y materiales eléctricos para la reestructuración del sistema eléctrico del edificio de laboratorios livianos. Presupuesto: \$ 312.336.790

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- **AÑO 2011**

1. Licitación 016: Obras civiles, arquitectónicas, eléctricas y de comunicaciones para la modernización y ampliación de la planta física del edificio de Ingeniería eléctrica, electrónica y de comunicaciones. Presupuesto: \$ 2.711.618.720

El análisis de las especificaciones técnicas de diseño se enfocó principalmente en la iluminación y los aires acondicionados, porque son los aparatos de uso común en todos los entornos de la Universidad y los que representan un consumo constante de energía del 10% y 33% respectivamente [29]. De igual manera se evaluó el nivel de tensión y los transformadores dispuestos para cada proyecto.

Para estos tres grandes grupos, que si bien no se encontraban agrupados de dicha manera dentro de las especificaciones técnicas de los proyectos, y tampoco incorporaban criterios URE que fueran más allá del uso LFC, elementos de control y materiales no contaminantes, fueron revisados algunos presupuestos¹³ para identificar a qué porcentaje del valor contratado correspondía cada uno de estos componentes. Los porcentajes y proyectos estudiados se encuentran en el **anexo E**, donde se pudo evidenciar que dichos porcentajes del total contratado en cada proyecto eléctrico son considerables como bajos, aunque teniendo en cuenta los montos indicados anteriormente, los valores reales destinados a ejecutar los sistemas de iluminación, climatización y transformadores eléctricos pueden ascender a cientos de millones, o en algunos casos a miles de millones, lo cual indica que los montos de inversión sólo para estos tres aspectos son altos, y que

¹³ Los presupuestos y contabilidades finales de los proyectos ejecutados son información considerada como confidencial en la UIS, es por ello que nos limitamos a indicar los porcentajes calculados por los autores, en base a la restringida información obtenida.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Las medidas tomadas en la búsqueda del URE pueden generar sobrecostos que serían pequeños en comparación al total de la obra realizada, pero que a la larga generan beneficios en relación a las labores de operación, mantenimiento y reposición de bienes. A continuación se muestra una síntesis comparativa de las características comunes encontradas en los proyectos, y en las cuales se pueden aplicar políticas URE para mejorar su desempeño:

Tabla 3. Síntesis comparativa de aspectos técnicos de diseño relacionados con URE

SINTESIS Y COMPARACIÓN DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS DE DISEÑO RELACIONADO CON URE		
ASPECTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Iluminación	A continuación se presenta un listado de las fuentes luminosas especificadas en los parámetros de diseño técnico de los proyectos ejecutados en la universidad:	
	Lámparas fluorescente 2x26w , 2x28w, 2x54 ,1x32w , 2x32w 4x32w 2x17w , 4x14w ,4x17 : Tensión 110 V de sobreponer, provista de rejilla parabólica especular .	Usadas en Ing. Química ,Ing. Industrial, Ing. Eléctrica ,Laboratorios pesados y livianos, Auditorio Luis A Calvo , Ciencias Humanas , Biblioteca y Centro de Materiales y construcción Se recomiendan marca Sylvania, Phillips ó equivalente.
	Bala led tipo escualizable o spot: lámparas tipo bala led (spot), en aluminio de incrustar, borde blanco mate, tensión 110 v.	Utilizada en Biblioteca
	Balastos : Se especifican balastos electrónicos, con armónicos menores al 10% (THD<10%), factor de potencia (>0.95), color blanco. 120vac ± 10%. Los balastos sugeridos son T8 y T5 para las diferentes lamparas.	Solo en tres proyectos se determina el control de las lámparas por medio de sensores.
	Lámpara Emergencia: Lámparas fluorescentes monofásicas, construida de material auto-extinguible, con un grado de protección IP42, Con autonomía de 1 hora como mínimo, un poder lumínico de 490 lúmenes, deberá disponer de LED indicadores de estado y baterías de Níquel Cadmio Ni-Cd de alta temperatura.	Se especificaron tan solo en el Centic y en el Centro de materiales y construcción.
	ILUMINACIÓN AUDITORIOS	
	Proyector de luz tipo zomm elipsoidal: lámparas de cuarzo de 1000/2000 W, 575 W de alto rendimiento (bombillos), reflector en vidrio.	Utilizados en el Auditorio Luis A Calvo y el Agora de Ciencias Humanas.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

SINTESIS Y COMPARACIÓN DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS DE DISEÑO RELACIONADO CON URE		
ASPECTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Aires Acondicionados	A continuación se presentan las especificaciones técnicas para la convocatoria de compra de unidades de aires acondicionados	
	1 Aire Tipo Ventana De 24.000 Btu/H: y 2 de 18.000 Btu/H: 2 220 VAC	(1) Sala de informática. Escuela de Geología (2) Adecuación del laboratorio del grupo de investigadores en corrosión.
	3 Minisplit De 24.000 Btu/H Tipo I:220V + 5%, 60 Hz	(1) DIF - Decanato de la Facultad de Salud (1) Laboratorio clínico de la Escuela de Bacteriología (1) Laboratorio de pruebas no destructivas. Ingeniería Metalúrgica
	2 Minisplit De 36.000 Btu/H 220V + 5%, 60	(1) Aula de microbiología de la Facultad de Salud. (1) Grupo de investigadores en corrosión.
	1 Minisplit De 48.000 Btu/H 220V + 5%, 60	1) Adecuación del salón de informática. Ingeniería Metalúrgica

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

SINTESIS Y COMPARACIÓN DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS DE DISEÑO RELACIONADO CON URE		
ASPECTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Transformadores	Transformador tipo jardín 400 KVA 13200/220-127 voltios.	Transformador especificado para el edificio Ciencia Humanas
	Una subestación jardín tipo malla de 500 KVA, 13200 – 3x220/127. 2. Y una subestación jardín tipo radial de 300 KVA, 13200 – 3x208/120 V .	Transformador especificado para el Centic
	Subestación jardín tipo radial de 225 KVA, 13200 – 3x220/127.	Transformador especificado para el edificio Centro de materiales y construcción
	Transformador de 100 KVA. 13.2KV/208/120±2x2.5% .	Transformador especificado para el Auditorio Luis A Calvo
	Un transformador tipo convencional en bóveda de 500 KVA, 13,200/214-124 voltios.	Transformador especificado para el edificio Edificio Camilo Torres
	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 225 / 150 KVA Tipo: PEDESTAL RADIAL • Refrigeración: ONAN (Aceite) • Montaje: Interior (en bóveda). 	Transformador del Edificio de Ingeniería Industrial, se especifica que los transformadores deben estar certificados por el CIDET.
	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 150 KVA • Fases: 3 • Normas: NTC • Frecuencia: 60 Hz. • Tipo: Seco Abierto Clase H. • Refrigeración: Natural (AN) 	Segundo transformador edificio ingeniería industrial
	Tendrá las siguientes especificaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 1.000 KVA • Tipo: PEDESTAL RADIAL • Refrigeración: ONAN • Montaje: Interior (en bóveda). • Voltaje Primario: 34.500v 	Transformador sede Guatiguará , se especifica que los transformadores deben estar certificados por el CIDET.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 400 KVA • Tipo: Seco Abierto Clase H. • Refrigeración: Natural (AN) • Montaje Interior • Protección: IP-00 	Transformador sede Guatiguará	

Fuente: Autores.

4.2.1.1. Conclusiones de las especificaciones técnicas de diseño de los proyectos ejecutados en UIS.

De acuerdo con los aspectos indicados en la síntesis y demás elementos revisados en las convocatorias y licitaciones, se pudieron establecer una serie de conclusiones sobre los pliegos de especificaciones estudiados:

- No se logró identificar criterios específicos para la selección de equipos de aire acondicionado. Los diseñadores cumplen requisitos asociados a las restricciones ambientales y con un grado de especificación muy discreto con respecto a los niveles de eficiencia energética.
- No se evidenció la especificación detallada de las fuentes lumínicas incluidas en los diseños eléctricos. No se encontró referencia sobre la eficiencia energética de las fuentes y demás elementos de los sistemas de iluminación.
- Se detectó la ausencia de estrategias para el control de iluminación de áreas comunes con sensores o sistemas automatizados. Se identificaron aplicaciones automatizadas en los últimos proyectos de repotenciación de los edificios de Ingeniería Industrial e Ingenierías Eléctrica y Electrónica.
- Los transformadores que se especifican muestran las características del equipo, pero no recomiendan al diseñador la necesidad de incorporar en el diseño un plan de mantenimiento adecuado al equipo seleccionado.
- Los transformadores especificados en los diseños son en la mayoría de aceite, pero en los últimos diseños (Sede Guatiguará e Ingeniería Industrial) se han especificado transformadores secos.
- Solo en dos proyectos se especifican las fuentes de iluminación para cada entorno, lo cual se considera contradictorio dada la relevancia del tema teniendo en cuenta la diversidad de ambientes dentro de las diferentes sedes de la UIS.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- La implementación de fuentes de energías renovables no se encontró en ningún proyecto, excepto el del edificio de Ingenierías Eléctrica, electrónica y telecomunicaciones, el cual incluye varias aplicaciones enfocadas hacia URE, varias de ellas con propósitos académicos.
- Se evidencia el uso frecuente de fuentes de iluminación de tipo halógeno consideradas poco eficientes, y balastos T8 que pueden ser reemplazados por los T5, T4 y T2, de mayor eficiencia energética. Cabe resaltar el uso de fuentes fluorescentes en las instalaciones, lo cual es conveniente desde el punto de vista de EE, pero aún pueden adoptarse alternativas de mejor desempeño como son las fuentes lumínicas basadas en tecnología de LED.
- Solo en dos proyectos (los más recientes) se contempló el diseño del alumbrado de emergencia, por lo que el resto de ellos es incongruente con el reglamento y las normas de seguridad que deben implementarse en ambientes tales como la UIS, que manejan un alto número de personas en sus edificios.
- No se identificó la presencia de equipos de medición o analizadores de red en todos los proyectos analizados (exceptuando los proyectos de más reciente implementación), ni de equipos con capacidad de gestión sobre las cargas, e integración con otros elementos.

4.3. RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS TRABAJOS DE GRADO RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA URE.

Como medida complementaria a las indagaciones realizadas, y con el propósito de conocer las investigaciones sobre la factibilidad de instauración de tecnologías URE en la UIS, se analizaron varios trabajos de grado realizados en la Universidad, en los cuales se tuviera fundamentación teórica y medidas URE en proyectos eléctricos. Los resultados fueron variados, pues se

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

identificaron proyectos referentes a etiquetado de equipos, análisis exergético de instalaciones, papel de la gestión energética en los sistemas, términos y recomendaciones para URE en diversos ambientes en la industria, oportunidades de implementación de fuentes no convencionales de energía en la UIS, tecnología LED, etc. Sin embargo, siendo variados los objetos de estudio, en ninguno se habla de estandarización y establecimiento de parámetros o criterios de diseño específicos que deban tenerse en cuenta para que los proyectos eléctricos contribuyan al URE, superen la normativa colombiana y vayan más allá de recomendaciones primarias.

A continuación presentamos un listado de los trabajos de grado UIS que contienen información relevante en la temática URE tratada en el presente documento:

- URE: aplicación del análisis exergético a circuitos eléctricos en los edificios de la facultad de ingenierías fisicoquímicas y planta de aceros de la UIS **[30]**.
- Propuesta para un uso racional de la energía en el acueducto metropolitano de Bucaramanga en el sistema subestación alimentadora sistema de bombeo de la planta de Bosconia **[31]**.
- Diseño de un instrumento de métrica cuantitativa y cualitativa para la caracterización de los parámetros de uso racional y eficiente de la energía **[32]**.
- Tecnología LED aplicada a los sistemas de iluminación **[33]**.
- Tecnología LED: revisión de aplicaciones como alternativas para entornos sostenibles **[34]**.
- Uso racional y eficiente de energía: metodología de gestión energética desde un enfoque exergético para pequeñas y medianas empresas **[35]**.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Uso racional de la energía a partir del diseño de aplicaciones sostenibles en el edificio eléctrica II de la Universidad Industrial de Santander **[36]**.
- Evaluación del potencial de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos en las edificaciones y zonas endurecidas de la sede central de la Universidad Industrial de Santander **[37]**.
- Caracterización del centro de almacenamiento controlado para aparatos y residuos eléctricos y electrónicos en el campus central de la Universidad Industrial de Santander.**[66]**

Los proyectos de grado revisados suministraron información útil para identificar algunos componentes URE de los diseños eléctricos. A continuación se describen los aportes más significativos de estos trabajos de grado:

- Se considera necesario implantar una política de gestión energética en la Universidad, pues dentro de ella se lleva a cabo una gran cantidad de procesos de distribución y transformación de energía, sobre los cuales se pueden implementar medidas para el URE con gran potencial de ahorro.**[30]**
- Los equipos de aire acondicionado existentes en la Universidad se encuentran en el rango G de eficiencia, el cual corresponde al rango de menos eficiencia existente en la normativa **[17]**. Esto genera la necesidad de adquirir equipos más eficientes que contribuyan con al URE.**[32]**
- Es necesario que la Universidad establezca un marco regulatorio institucional de los procesos que dan soporte a la gestión ambiental de RAEE, y si es posible hacerlo desde el inicio de la cadena de consumo (ingreso de equipos a la Universidad).**[66]**

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- La implementación de sistemas solares fotovoltaicos en las azoteas de la Universidad ha sido evaluada como una alternativa viable. **[37]**

- Implementar fuentes no convencionales de energía como fotovoltaica y eólica en proyectos UIS es posible, y se deben tener en cuenta aspectos como la ventilación natural, aprovechamiento de la luz natural y diseño de cubiertas verdes para complementar el aporte de las FER. **[36]**

- La tecnología de iluminación basada en LED es una gran alternativa en la búsqueda del URE, debido al alto nivel de eficiencia, rápida evolución y aplicabilidad para diferentes entornos. **[33]**

- La tecnología LED presenta múltiples ventajas y campos de aplicación en la UIS. Dada la implementación actual de sistemas de iluminación convencionales, se advierten oportunidades de mejora de dichos sistemas que mejoren eficiencia y garanticen mayor vida útil de las instalaciones y ahorro energético. Las aplicaciones posibles contemplan iluminación interior (salones, oficinas, baños, biblioteca), iluminación exterior (vías vehiculares, peatonales, jardines), decoración (auditorios, monumentos, lagos, fachadas), etc. **[34]**

5. DEFINICIÓN DE LOS ASPECTOS ADICIONALES QUE SE DEBEN INCLUIR EN LOS DISEÑOS DE ACUERDO CON EL MARCO NORMATIVO NACIONAL, LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES Y EL ENFOQUE URE.

5.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

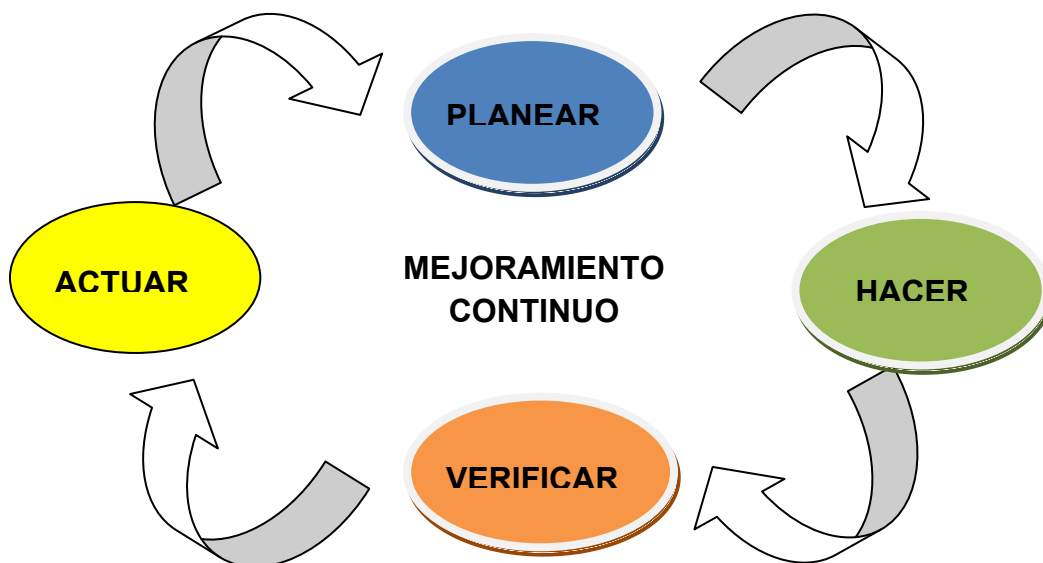
- Para la instalación de un sistema de gestión integral de la energía se deben realizar una serie de actividades que permiten su correcta planeación, ejecución y durabilidad en el tiempo considerando las diversas variables técnicas y humanas de la empresa o entidad [38]. Entre estas actividades se encuentran la caracterización energética, la política administrativa, la formulación de estrategias, diagnóstico energético, preparación del personal, evaluación de resultados, entre otras, siendo el plan de medidas de *uso racional y eficiente de la energía*, una de ellas.
- Con las medidas consideradas en materia URE no sólo se realiza un aporte al ahorro energético y a la eficiencia de los procesos, también se realiza un cubrimiento de una de las partes más importantes de un sistema de gestión integral de energía, como el que debe implementar la UIS como parte de su sistema de gestión ambiental y el desarrollo de su labor misional.
- Luego de la indagación con las diversas unidades de la Universidad se evidenció que el trabajo en materia URE se encuentra en etapas primarias y aún no hay directrices claras en la temática URE en los proyectos eléctricos, por lo que se confirma la necesidad de proponer nuevas estrategias para avanzar en este tema.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Algunos de los aspectos claves para la implementación de URE se centran en la conciencia de los consumidores, la reducción de consumo, eficiencia energética, desarrollo tecnológico, reciclaje y administración de los desechos (entre ellos los RAEE), y reducción de gases de efecto invernadero.
- El uso de un SGIE y de URE ayuda a las entidades, entre otras cosas, a identificar puntos de mejoramiento, reducir costos energéticos de manera rentable, identificar, establecer y mantener buenas prácticas de mantenimiento y conservación de equipos, evitar variaciones abruptas de consumo, elevar la cultura operacional de la empresa, medir resultados de inversiones realizadas, evita la improvisación en el manejo y compra de la energía, reduce el impacto ambiental de la energía consumida por la organización, establece métodos para introducir, actualizar o mantener la vigilancia tecnológica y la innovación dirigida a la eficiencia energética de sus procesos, etc.[38]; tomando en cuenta esto, hay que buscar que las medidas adoptadas puedan llevar a dichos resultados.
- Como primer paso para la toma de medidas, lo ideal es caracterizar o realizar una auditoría energética de la empresa para identificar las falencias, los puntos clave que posibilitan el ahorro, y establecer decisiones bien fundamentadas acerca de los pasos a dar. Por ello al no realizar una caracterización energética formal pues no es el objeto del presente trabajo, fue vital la indagación de las acciones tomadas en la UIS para fomentar el URE e identificar los puntos débiles en materia energética, así como las políticas institucionales al respecto.
- Que como parte de un sistema de mejoramiento continuo seguido por la UIS en su política de calidad [27], el uso de los sistemas energéticos no debe ser la excepción y debe buscarse la optimización en los proyectos

eléctricos aún desde su concepción. Si observamos la figura 12, observamos el ciclo PHVA:

Figura 12. Esquema de mejoramiento continuo: Ciclo PHVA



Fuente: Autores.

- Que como una adaptación de este ciclo se tiene según la referencia [39], uno muy similar aplicable a la búsqueda de la eficiencia energética en los sistemas consistente en la medición y auditoría¹⁴, establecimiento de bases¹⁵, automatización y regulación¹⁶, monitoreo continuo¹⁷.

¹⁴ Medidores de energía y calidad de energía.

¹⁵ Dispositivos de bajo consumo, Materiales aislantes, Calidad de energía, Disponibilidad de energía).

¹⁶ Gestión de edificios, gestión energética, control de procesos, soluciones para climatización, iluminación y domótica.

¹⁷ Sistemas de supervisión remota, análisis de eficiencia energética.

Figura 13. Ciclo de gestión de la eficiencia energética



Fuente: Schneider Electric.

5.2. ESTUDIO DE LAS EXIGENCIAS LEGALES E INSTITUCIONALES Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES QUE SE DEBEN INCORPORAR EN LOS DISEÑOS ELÉCTRICOS.

Como se puede observar en la **figura 1**, son múltiples los componentes que deben incluirse en los proyectos eléctricos, y dado que la Universidad Industrial de Santander se rige por la normativa colombiana, regional e institucional (indicada en el **capítulo 3**), es vital que la serie de requisitos indicados sean cumplidos en los diseños. Entre los principales tenemos:

Cálculo de los aislamientos, cálculo y coordinación de protecciones eléctricas, análisis de carga, cálculo de conductores, sistemas de puesta a tierra, protección contra sobretensiones, cálculos de regulación, cálculos de iluminación, pérdidas de energía, ductería, análisis de protección contra rayos, distancias de seguridad, planos eléctricos, diagramas unifilares y especificaciones varias.

Por ende en el presente documento, todos los diseños realizados, como medida primaria, deben cumplir la reglamentación y normativa del sector eléctrico colombiano, para luego aplicar parámetros que aporten componentes

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

de eficiencia y ahorro energético a los diseños. Los aspectos normativos a cumplir se encuentran consignados en los siguientes documentos:

- Reglamento técnico de Instalaciones eléctricas (RETIE), Ministerio de minas y energía, 2008[4].
- Reglamento técnico de Iluminación y alumbrado público (RETILAP), Ministerio de minas y energía, 2009[10].
- Norma técnica Colombiana 2050 (NTC 2050), expedida por ICONTEC, 1998[11].
- Guía de contratistas UIS, expedida por la Universidad Industrial de Santander, GRF14 [26].
- Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución, Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. 2005[40].

5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL ENFOQUE URE A IMPLEMENTAR EN LOS NUEVOS DISEÑOS ELÉCTRICOS DE LA UIS.

Teniendo en cuenta las consideraciones del **numeral 5.1**, se tiene como punto de partida para la definición de los componentes clave de aplicación URE, el establecimiento de los principales aspectos y elementos de las instalaciones eléctricas que inciden en el consumo energético y que representan las mayores oportunidades de ahorro y mejoramiento de la eficiencia.

De acuerdo con la investigación realizada, considerando la infraestructura UIS¹⁸, y teniendo en cuenta la información brindada por las diversas divisiones

¹⁸ La planta física de la Universidad Industrial de Santander está en su mayoría compuesta por edificaciones administrativas, edificaciones con propósito de formación académica,

[29], se pudo establecer que los principales aspectos que afectan el consumo de energía en la UIS, son:

- Equipos de ofimática
- Sistemas de climatización
- Sistemas de iluminación.
- Motores eléctricos.
- Otros¹⁹.

Asimismo se identificaron elementos o subsistemas en los que se puede mejorar la eficiencia energética con la implementación de medidas adecuadas:

- Etiquetado de elementos eficientes.
- Transformadores eléctricos.
- Manejo de residuos eléctricos (RAEE).
- Pérdidas energéticas en las edificaciones.

De igual manera se tienen medidas complementarias que contribuyen al URE, a la eficiencia de los procesos y a la minimización del impacto ambiental:

- Implementación de un sistema de gestión integral de edificaciones (BMS por sus siglas en inglés).
- Uso de fuentes alternativas de energía.
- Emplear cubiertas verdes para las edificaciones.

La UIS debe procurar la exigencia de las medidas indicadas de acuerdo a las posibilidades de implementación de las mismas determinadas por restricciones temporales, económicas y técnicas. Teniendo en cuenta que las pautas indicadas pueden clasificarse de la siguiente forma [41]:

laboratorios, talleres, auditorios o salas de conferencia, zonas verdes y espacios de dispersión, zonas de tránsito de personal, escenarios deportivos.

¹⁹ Televisores, equipos de laboratorio, ventiladores, etc.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- No requieren cambios tecnológicos.
- Requieren cambios tecnológicos.
- Por el tiempo de recuperación de la inversión.
- Por el costo de la inversión inicial.
- Por el tiempo de ejecución.

A partir de la identificación de estas componentes se realizan recomendaciones y pautas a incorporar desde los diseños de proyectos eléctricos nuevos y repotenciados en la UIS; dichas pautas son consignadas en una lista de recomendaciones y verificación, con sus tiempos de implementación anexa, el cual puede ser utilizado como guía por los diseñadores al momento de realizar su trabajo para identificar las oportunidades de ahorro energético que puede proveer el diseño eléctrico que realicen. También se brindan recomendaciones a ser seguidas por la Universidad como apoyo a los procesos de diseño y a la búsqueda de una gestión energética eficiente (**anexo B**).

5.3.1. RECOMENDACIONES GENERALES.

5.3.1.1. *Los Diseños eléctricos deben cumplir a cabalidad las exigencias reglamentarias para que así puedan obtener una certificación RETIE al momento de su ejecución.*

Debido a la envergadura de las obras realizadas en la Universidad, éstas (a diferencia de los productos empleados en ellas) no están en la obligación de certificarse de acuerdo con el RETIE aun cuando deben cumplir sus disposiciones, lo que deja espacio a fallas en la ejecución de las obras e incumplimiento de la reglamentación. Por ello, como primer paso se exige que el diseño de los mismos sea acorde al reglamento en cada una de sus fases, y de esa manera se pueda realizar una certificación RETIE luego de la fase de

ejecución del proyecto. Una vez logrado este cometido, se puede incorporar aspectos URE complementarios que brinden mayor eficiencia y ahorro energético. Se recomienda se diligencien los formatos de conformidad de los diseños con el RETIE y se justifiquen las desviaciones del reglamento de dependiendo de si son aplicables o no, o si se toma un criterio adicional en el diseño.

5.3.1.2. *El diseño realizado debe ser detallado y concreto en los lineamientos establecidos para la ejecución de cada una de sus partes.*

En los cálculos, planos y diagramas unifilares, no se debe dejar ningún aspecto como “indicado” o sobre la teoría de “se entiende que” debido a que esto se presta para imprecisiones en el diseño y eventualmente a una mala ejecución del mismo. Por ello se recomienda:

- a. Se deben cumplir los requisitos establecidos por la UAA que figure como cliente, llevando un registro de las reuniones con las unidades involucradas en el proyecto, indicando la traza del mismo de acuerdo con tiempos de implementación, especificaciones técnicas del diseño, tipos de productos a utilizar.
- b. Se debe realizar una indagación de las exigencias técnicas que tienen las divisiones de Servicios de Información (**DSI**), Planta Física (**DPF**), Mantenimiento tecnológico (**DMT**), dejando registro de la misma y anexándolo como soporte al diseño, para que sean tenidas en cuenta en de manera paralela a los requerimientos de las UAA.
- c. Las acometidas deben tener trazadas sus rutas completas en el diseño según las limitaciones estructurales, indicando fuentes de alimentación, puntos de conexión, según características previas de la instalación.
- d. Las memorias de cálculo deben ser precisas, justificando las decisiones tomadas al diseñar y describiendo detalladamente conexiones,

características de elementos a usar, trayectorias de cableado, ubicación de elementos, dimensiones y adecuación de instalaciones.

5.3.1.3. Separación de cargas en los puestos de los tableros de distribución según su propósito.

Es común que el dimensionamiento de los circuitos ramales de propósito general se realice basado en la potencia total de los mismos sólo con el fin de usar los calibres más pequeños y por ende de menor costo, por lo que no hay forma de ejercer un control específico sobre las cargas. Por ello se recomienda:

- a. Que la carga por tablero sea distribuida entre iluminación, equipos de climatización, y cargas de propósito general, buscando que el diseño se adecue a las necesidades del entorno²⁰.
- b. La iluminación debe clasificarse según sea iluminación común o iluminación especial, según el patrón, o tipo de alumbrado utilizado en cada espacio. [Remitirse a ítem 5.3.6.16 para mayor información]
- c. Deben independizarse las salidas de tomacorriente si todas se contemplan para espacios donde los patrones de comportamiento de cada área son distintos, para que no se vea afectada la instalación de un espacio debido a la conexión o desconexión del circuito realizada en otro²¹.
- d. Deben separarse los circuitos de cargas de climatización. (remitirse al ítem 5.3.7 para mayor información)

²⁰El diseño es distinto para un espacio de oficinas, para un aula de clases o un laboratorio.

²¹En caso de espacios como el CENTIC, Laboratorios Pesados, Facultad de Ciencias, donde hay oficinas, aulas de clase y laboratorios adyacentes.

5.3.2. RECOMENDACIONES SOBRE CONDUCTORES.

Tal como lo indica el RETIE, en el diseño de instalaciones eléctricas se debe incorporar el cálculo de conductores con especificaciones de color, calibres, aislamiento, material, ductería, número de conductores por tramo y además calcular la caída de tensión y pérdidas de potencia en los puntos más lejanos de la instalación, cumpliendo con los valores establecidos por la NTC 2050, realizándose dichos cálculos con criterios de mayor economía que aseguren el cumplimiento de los valores aceptados desde el transformador hasta los tableros de distribución, así como desde el tablero hasta la última carga, los cuales garanticen un servicio aceptable, niveles de tensión adecuados para los equipos y un costo adecuado de la instalación eléctrica.

De forma paralela se formula la siguiente recomendación:

5.3.2.1. *El porcentaje de pérdidas de potencia y caída de tensión según el tipo de acometida y alimentador hasta el punto más lejano debe cumplir lo indicado en la norma.*

Es importante, que aunque incurriendo en sobrecostos, se pueda lograr un ahorro energético en base a un cableado efectivo. Es así, que para ejercer medidas URE en el dimensionamiento de conductores, se recomienda un menor porcentaje de pérdidas aceptables y caída de tensión aún cuando el diseñador deba aumentar el calibre²² y modificar la concepción de su diseño para lograrlo. La caída de tensión en el circuito ramal, según lo indicado en la norma NTC 2050, debe ser menor

²² Es importante que no se realice un sobredimensionamiento de los calibres para no generar un impacto negativo en los costos de la instalación. Es preferible recurrir a un diseño versátil y un cableado más efectivo.

al 3 % hasta la salida más lejana y al 5 % del alimentador y circuito ramal hasta la salida más lejana.

5.3.3. ETIQUETADO ENERGÉTICO DE EQUIPOS

Para el usuario final se requiere regular y divulgar las condiciones de los equipos con verdaderos estados de eficiencia energética para que, accediendo a la información, el usuario final sea capaz de incorporar a sus criterios de compra la EE. En este sentido, los fabricantes de artefactos eléctricos, refieren la EE en su publicidad como una fortaleza de los equipos.

Una de las medidas adoptadas mundialmente es la etiqueta energética, la cual ha presentado variaciones en el tiempo paralelas al avance tecnológico en cuanto a EE. Esta etiqueta representa diversas ventajas para el consumidor (menor consumo, menor costo de ciclo de vida del producto, mayor confort²³) y también para el distribuidor (productos más rentables, mayor satisfacción del cliente).

- **Etiqueta energética en la UIS.**

La implementación de tecnología eficiente energéticamente en la UIS representará un ahorro considerable en la factura de energía eléctrica, optimizando consumos específicos en sus usos finales sin sacrificar la productividad y confort de los usuarios; también conseguirá disminuir el impacto ambiental en cuanto a emisiones de carbono se refiere por lo cual se hace necesaria la aplicación de este parámetro de diseño eléctrico.

²³ Beneficios reflejados en el ahorro energético y económico, menor inversión en mantenimiento, menor espacio ocupado, calor emitido o pérdidas parásitas.

Al personal encargado de especificar los equipos que sean contemplados en el diseño eléctrico de cualquier proyecto de la UIS y los equipos de ofimática que van a constituir las cargas de dicho diseño, se les recomienda que estos tengan adherida la etiqueta de eficiencia energética, y que el rango de desempeño de los equipos sea como mínimo el establecido en la **tabla 4** mostrada al final de esta sección, con el fin de erradicar los modelos más ineficientes (pues con el paso del tiempo las nuevas tecnologías permitirán tener aparatos con mayor eficiencia), proporcionándole el tiempo de uso necesario al equipo antes de que quede obsoleto en cuanto a eficiencia energética se refiere. La persona a cargo de la selección de los equipos debe poseer conocimiento sobre la normativa y reglamentación vigente en cuanto a etiquetado energético²⁴, pruebas de ensayo de los equipos y factores que inciden en la eficiencia de los diferentes aparatos.

A continuación se especifican las recomendaciones de eficiencia energética de los equipos a contemplar en el diseño de proyectos eléctricos:

5.3.3.1. Los equipos de iluminación utilizados en los diseños eléctricos deben exigirse con calificación energética rango A.

Mitigar el impacto ambiental es ciertamente el principal objetivo de la elección de fuentes altamente eficientes pues se garantiza una reducción en la cantidad de emisiones de CO₂, por ejemplo, al reemplazar una bombilla de 60 W por una de 11 W se dejan de emitir 20.6 Kg de CO₂ al año a la atmósfera, lo cual a gran escala representa un aporte bastante importante hacia el URE y la salvaguarda del medio ambiente. **[41]**

²⁴ Remitirse a la referencia **[17]** para documentación al respecto.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

A continuación se muestra el cuadro comparativo que indica el potencial de ahorro que obtiene con reemplazar fuentes convencionales por otras de menor potencia y el mismo desempeño:

Figura 14. Cuadro de ahorros comparativos

Bombilla convencional a sustituir	Lámpara de bajo consumo que ofrece la misma intensidad de luz	Ahorro en Kwh durante la vida de la lámpara	Ahorro en coste de electricidad durante la vida de la lámpara (euros)
40 W	9 W	248	25
60 W	11 W	392	39
75 W	15 W	480	48
100 W	20 W	640	64
150 W	32 W	944	94

Fuente: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE), España.

Sin dejar a un lado la calidad de los productos, las más importantes empresas fabricantes de fuentes de iluminación aceptaron el desafío de reducir el consumo de energía diseñando productos ecológicos con un alto grado de eficiencia. La etiqueta energética para las lámparas está diseñada para informar al usuario acerca de la característica del producto, y la etiqueta estandarizada en países europeos y latinoamericanos maneja el formato mostrado a continuación:

Figura 15. Etiqueta energética para fuentes luminosas



Fuente: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE), España.

La información suministrada al usuario en la etiqueta de iluminación se resume en cuatro aspectos:

Rango de eficiencia: Las lámparas más eficientes son clase "A" y las menos eficientes son de clase "F" o "G". Esto quiere decir que una fuente puede producir más luz con menor cantidad de energía.

Flujo luminoso: Es la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, su unidad de medida es el lumen.

Potencia: Cantidad de la potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W).

Vida útil: Cantidad de tiempo que la lámpara va a funcionar con las condiciones de flujo luminoso antes expuestas.

Así, se recomienda el uso de fuentes luminosas con alta eficiencia energética que según lo indicado anteriormente, se encuentren en el rango óptimo “A”. Se debe tener en cuenta que las empresas fabricantes de fuentes de iluminación presentan en sus catálogos la línea verde de sus productos e informan a sus clientes sobre las ventajas y el ahorro energético que se logra al utilizar este tipo de fuentes.

Se recomienda la sustitución de fuentes luminosas por alternativas de mayor eficiencia, es decir que se debe comprobar previamente las características de EE para sustituir la fuente luminosa y el grupo óptico cuando sea necesario.

Nota: Dado que actualmente se tienen equipos que cubren las características indicadas, no se justifica el uso de aparatos con bajos niveles de rendimiento, por lo cual esta recomendación puede ser implementada de manera inmediata.

5.3.3.2. *Los Transformadores utilizados en los diseños eléctricos deben tener alto nivel de eficiencia.*

El correcto dimensionamiento de la carga y el mantenimiento preventivo son factores que determinan la eficiencia y vida útil de un transformador de potencia, pero es necesario tener como referencia varios puntos de comparación para elegir el transformador que ofrezca mejores características de eficiencia energética. Los transformadores poseen una vida útil entre 20 y 40 años o más. Un menor costo operacional de un transformador de potencia eficiente puede resultar con un costo total sustancialmente más bajo.

A la hora de seleccionar el transformador el diseñador deberá asegurarse de escoger el de mejor desempeño, garantía, vida útil y el que se adapte correctamente a los requisitos energéticos del diseño. El periodo de retorno del sobre costo de un transformador de alta eficiencia es de tres a siete años.

[42]

Restricciones: En la actualidad no hay una reglamentación vigente que determine el uso de etiqueta energética para transformadores de potencia, pero se recomienda que en un escenario a mediano plazo cuando se implemente, el rango de eficiencia energética para los transformadores de potencia sea medio alto. Esta exigencia debe aplicarse en un período **superior a 10 años**, considerado por los autores como tiempo suficiente para superar las restricciones actuales.

5.3.3.3. *Los motores utilizados en los diseños eléctricos deben tener nivel de eficiencia A o B²⁵.*

Los motores de alta eficiencia cuentan con diseños y construcción especiales que disminuyen las pérdidas frente a las de motores estándar. De los precios totales de operación de un motor durante su vida útil, el precio de compra supone el 1%, la energía el 95%, el mantenimiento el 3% y los valores de ingeniería y logística el 1% [42]. Así, el valor de compra del motor es poco significativo respecto al costo total de operación, por eso, **al seleccionar motores eléctricos hay que considerar fundamentalmente su eficiencia.**

Figura 16. Motor de alta eficiencia



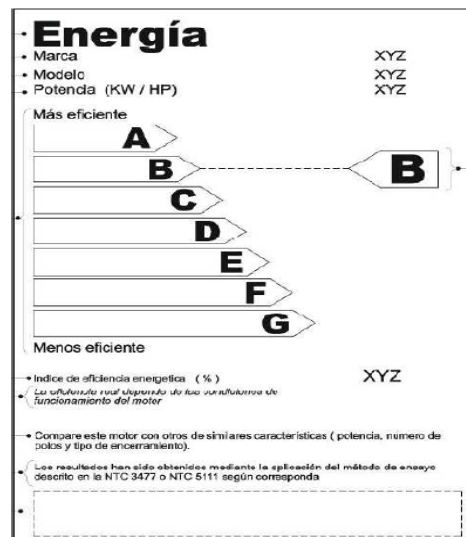
Fuente: Siemens.

²⁵ También pueden tener nivel EFF1 si el equipo fue fabricado en Europa.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

La Norma Técnica Colombiana 5105[43] establece los rangos de eficiencia de los motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, de uso general, en potencias nominales desde 0,746 KW hasta 55,95 KW, abiertos y cerrados, de tal manera que permitan clasificarlos de acuerdo a su desempeño energético; así mismo especifica el contenido de la etiqueta de eficiencia cuando se ensayan y clasifican, de acuerdo con lo establecido en la NTC 3477 [44] (IEC 34-2) o la NTC 5111[45].

Figura 17. Etiqueta energética para motores eléctricos.



Fuente: NTC 5105.

La etiqueta energética para motores informa sobre la marca, el modelo, la potencia y la eficiencia real de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del equipo. También compara el desempeño con motores similares en potencia, número de polos, tipo de encerramiento, etc. y especifica el rango de eficiencia que tiene el motor, entre el A (el más eficiente) y G (el menos eficiente).

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Se recomienda la compra de motores de alta eficiencia en los siguientes casos:

- En los motores entre 10 y 75 HP cuando operan 2500 horas anuales o más.
- En los motores de potencia menor a 10 HP o mayor a 75 HP cuando operan 4500 horas o más.[46]

El rango de eficiencia energética que deben manejar los motores a utilizarse en la Universidad para las diferentes aplicaciones debe ser “A” o “B”. De igual forma se sugiere al diseñador tener en cuenta las recomendaciones y ventajas mencionadas. Dado que hay equipos que cumplen los parámetros indicados, la recomendación puede ser implementada de manera inmediata con equipos **Clase B**, aunque en un período mayor a cinco años todos los motores seleccionados deben estar clasificados en el máximo rango de eficiencia (**A**).

5.3.3.4. Los equipos de aire acondicionado deben tener una calificación energética eficiente rango “A” o “B”.

El reglamento de etiquetado energético para los equipos de aire acondicionado que rige los diferentes países, ha logrado que las empresas fabricantes, por cada modelo que introduzcan en el mercado, lleven a cabo una serie de ensayos para medir los parámetros del consumo energético que son reflejados en la etiqueta. El diseñador o consumidor puede incorporar criterios EE en la decisión de compra de estos equipos, lo cual conlleva una rentabilidad económica y un beneficio ambiental. La etiqueta energética para equipos de aire acondicionado que propone el programa CONOCE [17] en Colombia debe tener las siguientes características:

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 18. Etiqueta energética para equipos de aire acondicionado.



Fuente: NTC 5104 y NTC 4366.

Durante la selección del equipo se sugiere estudiar las características de eficiencia energética en relación a otros que ofrezcan los mismos servicios; según datos certificados un aparato de AA puede tener las mismas características que otro pero puede consumir un 60% menos electricidad que otros con iguales condiciones [42].

Se sugiere que el rango de eficiencia mínima para los equipos de aire acondicionados que adquiera la Universidad sea “B” y preferiblemente “A”.

Restricciones: El rango de los equipos de AA utilizados puede ser B durante los primeros cinco años, pero luego de este período de tiempo, cuando se venzan las restricciones tecnológicas actuales, debe ser clase A, e implementar éste en la sustitución de elementos cuando los de menor EE cumplan su vida útil.

5.3.3.5. Se deben especificar equipos ofimáticos con calificación energética eficiente.

Para las convocatorias, licitaciones y diseños que impliquen la especificación de equipos de ofimática, deben incorporarse criterios de selección basados en EE. Para que un producto sea catalogado eficiente energéticamente tiene que tener las siguientes características:

a) Computadoras

- Entrada automática al modo “sleep” de bajo consumo de energía después de un periodo de inactividad.
- Especificaciones de eficiencia energética basadas en el consumo de alimentación.
- Inclusión de mecanismos mediante los cuales el modo de bajo consumo de energía de los monitores pueda ser activado.

b) Monitores

- Doble entrada, automática y sucesiva, a un modo de bajo consumo de energía, menor o igual a 15 [W] y 8 [W] respectivamente después de un período de inactividad. No se sugiere la utilización de monitores retro iluminados con fuentes basadas en tubos fluorescentes.

c) Multifunciones: fax, copiadoras, scanner, impresoras digitales.

- Entrada automática al modo “dormir” de bajo consumo de energía después de un período de inactividad.
- Especificaciones de eficiencia energética basadas en la velocidad de operación.
- Una opción recomendada son aquellas que copian por ambos lados, o tienen una velocidad mayor o igual a 20 páginas por minuto.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Hay diferentes entidades que ofrecen la certificación de eficiencia energética, entre las más reconocidas se encuentra “Energy Star”, “ELI” y “Nema Premium” entre otras; ellas ofrecen a los clientes los modelos de los equipos ofimáticos con mayor EE y que mejor se adaptan a sus criterios de rendimiento. Se recomienda que los equipos utilizados tengan un sello de algunas de las entidades indicadas. Por ejemplo, la base de datos de “Energy Star” presenta una plataforma de información de fácil acceso que maneja gran cantidad de marcas de equipos ofimáticos con eficiencia energética, la cual es de gran ayuda para tener conocimiento acerca de las marcas fabricantes de equipos ofimáticos que están certificados ambientalmente.

El mayor consumo de energía en la UIS lo representan los equipos de ofimática con un 36% [30], por ello es importante que los equipos ofimáticos adquiridos estén certificados ambientalmente y posean las especificaciones indicadas.

A continuación se muestra un resumen de las recomendaciones que deben tener en cuenta los diseñadores para la selección de equipos basados en la eficiencia energética de los mismos:

Tabla 4. Resumen pautas de selección de equipos en base a etiqueta de Eficiencia energética.

ELEMENTO	NIVEL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
EQUIPOS DE ILUMINACIÓN	A
TRANSFORMADORES	Datos de fábrica que garanticen la eficiencia del equipo frente a otros con las mismas especificaciones.
AIRES ACONDICIONADOS	A - B
MOTORES	A - B
EQUIPOS OFIMÁTICA	Certificación “Energy star”, “ELI”, “Nema Premium” u otra entidad reconocida certificadoras de equipos ambientalmente eficientes.

Fuente: Autores.

5.3.4. TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

El transformador de potencia es el equipo que da inicio a la línea de suministro de energía a nivel de baja tensión requerido por el usuario final, por este motivo es importante implementar políticas URE a la hora de especificar parámetros de selección para la unidad de suministro de energía eléctrica convencional más importante en la transmisión de potencia. El rendimiento de una máquina eléctrica está limitado por el calentamiento de sus componentes, el cual es causado por las pérdidas que tiene [47].

Las pérdidas fijas de un transformador corresponden a las pérdidas en el núcleo (pérdidas de vacío) y las pérdidas de cobre (I^2R debido a la carga conectada). Tanto los datos de pérdidas de vacío como los de carga, son entregados por parte de los fabricantes y corresponden a parámetros de diseño de estos equipamientos, que se corroboran por medio de ensayos.

La selección adecuada de un transformador de potencia eficiente y amigable con el ambiente es un factor determinante que contribuye a disminuir el impacto ambiental negativo en la línea de suministro energético. El RETIE determina pautas de obligatorio cumplimiento en cuanto a transformadores de potencia, y recomienda:

- El dimensionamiento de un transformador de potencia se debe hacer teniendo en cuenta el factor de demanda y el factor de diversificación [4]. Se debe tener en cuenta la clase de ocupación y los posibles hábitos de consumo energético según el tipo de ambiente.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

La tabla 5 muestra el cuadro comparativo de las características económicas y el funcionamiento de los transformadores de aceite y secos, cuya selección permite establecer criterios de eficiencia:

Tabla 5. Cuadro comparativo transformadores en aceite y transformadores secos.

SELECCIÓN BÁSICA DEL TIPO DE TRANSFORMADOR			
VARIANTES	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE TRANSFORMADOR	
		EN ACEITE	SECO
Capacidad de carga	Soportar la carga instalada	Aplica	Aplica
Carga en Proyección	Soportar la carga proyectada	Aplica	Aplica
Sobrecarga	Sobrecarga de 30% (de acuerdo a Norma) Por X= Tiempo	Pierda Vida útil	Se deteriora más rápido
Cálculos de Pérdidas	Pérdidas de Vacio y Corto Circuito	Más pérdidas	Menos pérdidas
Ubicación	Adecuación de sitio para instalarlo	Adecuar el sitio	De fácil ubicación
Temperatura Ambiente	Efecto de la temperatura	Reacción a la temperatura más lenta	Reacción a la temperatura más rápido
Vida útil	Mayor a 20 años	Menos vida útil por su refrigerante	Más vida útil por su bajo envejecimiento térmico
Personal Especializado	Operación de mantenimiento	Requiere más mantenimiento	Requiere menos mantenimiento
Evaluación económica	De acuerdo cálculo de pérdidas y carga	Menos costoso	Más costoso
Normas	Normas a cumplir o (de acuerdo al operador de energía del sector)	Más exigente	Menos exigente

Fuente: Unidad de Planeación Minero energética UPME. Referencia [47]

La tabla proporciona una idea clara sobre la mejor eficiencia de los transformadores secos sobre los transformadores de aceite, tanto en instalación, mantenimiento y vida útil del equipo. El impacto ambiental y la seguridad del entorno también favorecen considerablemente a los

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

transformadores secos, debido a los materiales de fabricación del mismo (resina epoxy, polvo de cuarzo y de alúmina) son auto extingüibles, y no producen gases tóxicos o venenosos. Se descomponen a partir de 300° C y los humos que se producen son muy tenues y no corrosivos (menor impacto ambiental). En caso de fuego externo (en el entorno), cuando la resina alcanza los 350°C arde con llama muy débil y al cesar el foco de calor se auto extingue aproximadamente a los 12 segundos.

Otras características relevantes de los transformadores secos se presentan a continuación:

- Precisan menos trabajo de obras civiles.
- No requieren características de seguridad especiales (detección de incendios)
- Pueden instalarse cerca del lugar de consumo reduciendo las pérdidas de efecto Joule.
- Se advierten mejoras en los procesos constructivos y el uso de nuevos materiales que redundarán en mejoras de la eficiencia.
- Son seguros y respetan el medio ambiente, lo cual conlleva una reducción del impacto medioambiental.
- No presentan riesgo de fugas de sustancias inflamables o contaminantes.
- Son de fabricación segura para el medio ambiente (sistema cerrado).
- Son apropiados para zonas húmedas o ambientes contaminadas.
- No representan peligro de incendio debido al uso de materiales no combustibles.
- Ofrecen alta resistencia a los cortocircuitos y gran capacidad para soportar sobrecargas.
- Tienen buen comportamiento ante fenómenos sísmicos.
- Son capaces de soportar las condiciones severas de balanceo y vibraciones.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Son contruidos con materiales que permiten un reciclado de componentes mayor al 90 %.

Debido a los múltiples beneficios mencionados y a las cargas considerables²⁶ presentes en la UIS, se plantea la siguiente recomendación a seguir en los proyectos ejecutados en la Universidad:

5.3.4.1. *Debe seleccionarse un transformador con alto rango de eficiencia que cumplan lo especificado en el ítem 5.3.3.2.*

5.3.4.2. *Se deben especificar transformadores secos debido a sus características eficientes y amigables con el ambiente.*

La documentación indicada en el ítem **5.3.4** muestra las ventajas del uso de este tipo de transformador, por lo cual se recomienda su uso en el diseño mientras las condiciones de instalación lo permitan. Dichos transformadores deben cumplir lo especificado en la norma NTC 3654 y NTC 3445, y ser dimensionados, instalados y protegidos según lo especifica el RETIE.

Restricciones: la utilización de transformadores secos debe realizarse en los proyectos nuevos, así como en aquellos en los que la sustitución del transformador antiguo sea inminente. Dada la presencia de transformadores secos en el mercado con las características indicadas, la aplicación de la pauta puede ser inmediata.

²⁶ Este tipo de transformadores es recomendable para cargas relativamente altas [47].

5.3.5. MOTORES ELÉCTRICOS²⁷

Aproximadamente el 60% de la energía eléctrica consumida a nivel mundial se debe al funcionamiento de los motores eléctricos [42], ya que mueven una gran cantidad de dispositivos industriales y domésticos como bombas, compresores, ventiladores, maquinaria, vehículos, etc. El gasto asociado a este consumo eléctrico es del orden de 60 a 100 veces mayor que la inversión realizada inicialmente; sin embargo, los motores con mejor rango de eficiencia son también los más costosos pero compensan la inversión inicial con un menor costo de operación.

Independientemente de la tecnología que se utilice, la eficiencia energética de los motores está determinada por una serie de pérdidas como las de efecto Joule, pérdidas magnéticas y pérdidas mecánicas.

Entonces la magnitud de las pérdidas están relacionados el diseño de los devanados, las partes móviles y el uso de materiales adecuados. En un diseño eficiente la potencia en el eje mecánico se asemeja a la potencia eléctrica, lo cual conlleva un menor consumo energético.

En la UIS se tiene una carga instalada de motores bastante considerable, dados los laboratorios y demás ambientes de aprendizaje [29]. Estos equipos están presentes en los procesos de todo el campus Universitario para atender todo tipo de propósitos como el movimiento de ascensores, el bombeo de líquidos, entre otros.

La potencia instalada de estos equipos no se considera elevada dado que se considera que del total de la carga de la sede principal el 6% corresponde a los motores. Sin embargo el análisis del ciclo de vida de los motores eléctricos

²⁷ Se invita al lector a consultar la normativa para ver características técnicas de los motores y las restricciones para su instalación, protección, utilización. En la referencia [46] puede encontrar mayor información al respecto.

muestra que los costos de energía representan una gran proporción de los costos totales de operación (aproximadamente el 97%), por lo que es recomendable incorporar criterios URE en su selección, reemplazo y uso, para maximizar el ahorro energético y la reducción de los costos. Además del rango de etiqueta energética mencionado en el numeral **5.3.3.3** que proporciona el resultado de la clasificación de los motores según la potencia, número de polos y tipo de encerramiento seleccionándolos en diferentes rangos, donde el motor más eficiente está en el rango A, se deben tener en cuenta otras alternativas para la adquisición de motores eléctricos las cuales serán mencionadas más adelante.

Los motores de alta eficiencia tienen precios más altos que los motores de baja eficiencia pero ofrecen un factor de potencia óptimo para sus características, lo que repercute directamente en el consumo energético y en la inversión de la infraestructura de la instalación para su compensación (menor necesidad de kVAR en condensadores) **[48]**.

A continuación se indican algunas pautas que ayudarán al diseño y la definición de especificaciones de los motores necesarios en los proyectos eléctricos²⁸:

5.3.5.1. Dimensionar correctamente el motor a emplear.

Dado que los motores eléctricos son máquinas con rendimientos generalmente elevados (85% a 95%), si se sobredimensiona el motor y se utiliza con cargas muy por debajo de las nominales, así como a bajas velocidades, se afectará su rendimiento y disminuirá el factor de potencia. Puede realizarse un sobredimensionamiento entre el 5% y el 15%, pero en ningún caso mayor al

²⁸ basadas en las referencias **[46]** y **[48]**.

25% de la potencia de operación; así mismo, el rango de operación se debe mantener entre el 65% y el 100% de su valor nominal.

De igual manera, los conductores de alimentación deben ser dimensionados según lo especificado en la normativa [4] y buscando la reducción de las pérdidas operativas y en el arranque.

Nota: para los motores empleados en bombas se recomienda que el diseñador tenga conocimiento de la utilización final de las mismas y la cuantificación del caudal, la presión y la carga que manejará.

5.3.5.2. *Monitorear las variables eléctricas de alimentación de los motores.*

Es importante que se realice un monitoreo de los parámetros eléctricos de la red de alimentación de los equipos para tener condiciones de tensión²⁹, corriente, frecuencia óptimas, y evitar desbalances en las fases, deformaciones de onda, distorsión armónica y demás problemas de calidad energética que aumenten la potencia de pérdidas y disminuyan la vida útil del motor. Ver ítem 5.3.8 (BMS) e ítem 5.3.9 (calidad de energía) para mayor información de equipos y métodos útiles para el monitoreo y corrección de éstos fenómenos.

Restricción: debido a la barrera que representa la adquisición de equipos de monitoreo de calidad de la energía, y lograr un control específico de los parámetros eléctricos de alimentación de cada una de los motores, se recomienda la exigencia de esta medida en un período superior cinco años.

²⁹ Es recomendable que la tensión sea muy cercana al valor nominal con una desviación máxima del 5%.

5.3.5.3. Especificar reguladores de velocidad en motores de inducción.

Cuando no se requiera que un motor trabaje al máximo de su velocidad y potencia nominal, dadas las condiciones de carga o trabajo, es conveniente utilizar variadores electrónicos de velocidad³⁰, en especial en los casos cuando la carga varía con el cuadrado de la velocidad y la potencia consumida con el cubo de la misma, por lo que se puede lograr un máximo ahorro con dispositivos de este tipo. Estos dispositivos aportan beneficios tales como un consumo acorde a la demanda energética, mejores arranques de las máquinas, elevación del rendimiento del motor, mejora del factor de potencia y reducción en costos de mantenimiento. [48] La tabla 6 muestra la aplicación de la regulación de velocidad según tipo de mecanismo:

Tabla 6. Aplicaciones de regulación de velocidad según tipo de mecanismo

Mecanismo con carga de par cuadrático	Bombas centrifugas ventiladores compresores etc.	El par de cargas es proporcional al cuadrado de la velocidad y la potencia eléctrica al cuadrada al cubo de la misma
Mecanismo con carga con par lineal	Máquinas de procesos mecánicos (pulidoras)	El par de carga es proporcional a la velocidad y la potencia eléctrica demandada lo es al cuadrado de la misma
Mecanismo con carga con par constante	Ascensores puentes grúa laminadoras	El par de carga es independiente de la velocidad y la potencia eléctrica es proporcional a la velocidad.
Mecanismo con carga de Potencia Cuadrática	Máquinas Herramientas (tornos , maquinas bobinadoras, fresadoras etc.)	El par de la carga es inversamente proporcional a la velocidad y a la potencia eléctrica demandada es independiente de la velocidad)

Fuente: Referencia [48].

³⁰ Pueden ser de dos tipos: circuitos con transistores de potencia (PWM) para potencias menores a 100 KW, circuitos con tiristores para potencias mayores a 200 KW.

5.3.5.4. *Dimensionar en el diseño motores de inducción trifásicos en lugar de monofásicos.*

Los motores monofásicos tienen comportamientos más desfavorables respecto al rendimiento y factor de potencia que sus homólogos trifásicos, teniendo un rendimiento general sobre el 60% y factores de potencia sobre el 0,7 aproximadamente. Con motores trifásicos de igual potencia la eficiencia se excede entre el 3% y el 5% con respecto a los monofásicos y aumenta el factor de potencia, por lo cual se recomienda su uso.

5.3.5.5. *Establecer la Utilización de arrancadores suaves para los motores.*

Para evitar los picos de corriente durante el arranque, que generen pérdidas, problemas en los equipos o caídas de tensión fuera de los límites permitidos por la ley, se recomienda la utilización de arrancadores suaves en los motores eléctricos.

5.3.5.6. *Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los motores.*

Ya sea por directrices de fábrica o por criterio del diseñador, debe establecerse la periodicidad del mantenimiento de estos equipos según su área o función final, para evitar daños en los mismos y pérdidas de características eficientes.

Restricción: para brindar un tiempo de establecimiento de políticas de mantenimiento de motores que deben cumplir los diseñadores de acuerdo con los lineamientos institucionales, se establece como exigible esta pauta para un período superior a cinco años.

5.3.6. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

Actualmente los sistemas de iluminación son vitales para el desarrollo de las actividades diarias, siendo su deficiencia motivo de riesgos profesionales en el ejercicio de diversas actividades; su uso implica costos importantes y representa un impacto ambiental preocupante, por lo cual es imperativo buscar la mejor eficiencia. En este ámbito se han presentado avances que permiten que éstos no representen gastos energéticos innecesarios, por medio de productos más eficientes y con exigencias reglamentarias encaminadas hacia el URE. Una política correcta y unas medidas (técnicas y conductuales) adecuadas, pueden lograr un ahorro de hasta el 50% en el consumo energético [42]. La aplicación de las mismas es conveniente en los sectores público y comercial pues estos representan un porcentaje casi del 50% del consumo total.

En las edificaciones, la carga de iluminación representa aproximadamente un 35% de su consumo eléctrico [39], es por ello que éstos son puntos básicos para tomar medidas y lograr un ahorro energético.

Con lo que respecta a la iluminación en la Universidad Industrial de Santander se deben tener en cuenta diversos aspectos:

- La carga instalada de iluminación es una potencia considerable (alrededor de 500 KW) que representa un porcentaje cercano al 15% de la carga instalada total de la Universidad. [29]
- Que más allá de la carga instalada, como sede educativa, la operación casi continua de la Universidad conlleva a la utilización de los sistemas de iluminación un tiempo considerable.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- como una de las partes de los proyectos de diseño eléctrico, se encuentra el dimensionamiento de fuentes luminosas, luminarias, control y automatización de circuitos.**[4]**
- Al ser una institución educativa con recintos y entornos diversos, se deben garantizarlas exigencias específicas que hacen particular cada diseño, y que garanticen las condiciones óptimas según las dinámicas de ocupación.

Si bien se consideran dos tipos de eficiencia en los sistemas de iluminación, la de la instalación como tal y la del uso de la misma **[49]**, en el presente documento las recomendaciones van enfocadas hacia la eficiencia energética desde el diseño de los sistemas de iluminación, teniendo en cuenta la selección de equipos, mecanismos de gestión, control y automatización, planes de mantenimiento e indicación de procedimiento de disposición final de desechos eléctricos. Los sistemas a los que se hará referencia son los de alumbrado de propósito general, específico y alumbrado exterior, así como el alumbrado de emergencia³¹.

El porcentaje de ahorro que se logre dependerá considerablemente de la cantidad de medidas adoptadas en los diseños; el mayor número de alternativas se verá reflejado en resultados más favorables: el aprovechamiento adecuado de la luz natural puede ofrecer ahorros de hasta un 42 %, si además se utilizan detectores de presencia o movimiento, el ahorro puede mejorar hasta el 50 %, y si se incorpora un control horario programable, apoyado por control integrado se puede lograr un ahorro de hasta del 60%.**[41]**

Según lo establecido por el organismo certificador e inspector CIDET **[50]**, en sus listas de verificación de cumplimiento RETIE, en cuanto a aspectos

³¹El alumbrado de emergencia es una parte del diseño importante, aunque no implique un peso considerable en las medidas URE.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

técnicos relacionados con iluminación, son contemplados aspectos mínimos como:

Verificar que el diseño de la iluminación garantice suministro de una cantidad de luz suficiente, elimine todas las causas de deslumbramiento, prevea el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular, y utilice fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores; que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, que no se utilicen lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia, que los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, tengan un respaldo de funcionamiento de mínimo sesenta (60) minutos, verificar que la iluminación instalada esté diseñada para evitar el efecto estroboscópico, que se cumplan niveles de iluminancia de acuerdo con el lugar de la instalación y la actividad realizada, además de contemplar que los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.

El RETILAP brinda recomendaciones claves para el diseño de sistemas de iluminación interior y exterior, aunque nuevamente algunas son consideraciones indicadas como “a tener en cuenta”, así como también sugiere la relevancia de un diseño integral de los proyectos, tener en cuenta el fin para el que es construida la instalación, los tipos de fuentes luminosas y luminarias, su vida útil, el flujo luminoso, el nivel de luminancia e iluminancia, un diseño eficaz, requisitos de los productos y descripción de equipos que hacen parte de una instalación eléctrica de alumbrado.

Tal documento indica en su numeral 210.3 que “Todos los proyectos de iluminación y alumbrado público deben incorporar y aplicar conceptos de uso racional y eficiente de energía”, e indica una serie de buenas prácticas para conseguir una iluminación eficiente haciendo URE, dividiendo las recomendaciones como aplicables a nivel residencial, comercial e industrial,

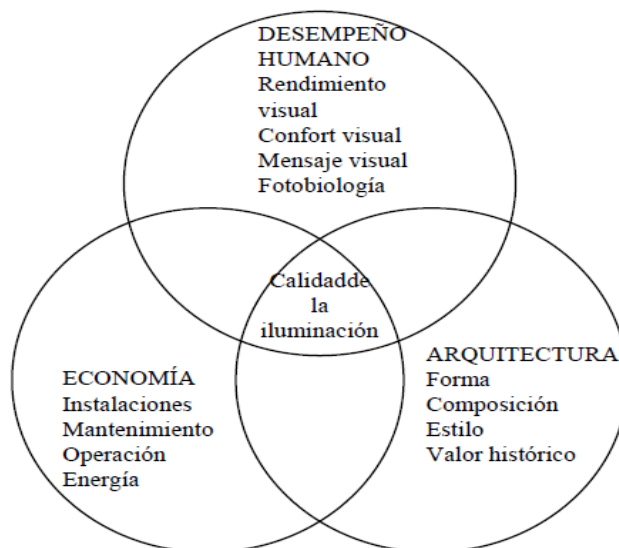
ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

alumbrado exterior y público y otras medidas [10]; éste es uno de los ítems principales de ese reglamento, por lo cual es vital citar dicha referencia.

Sin embargo la aplicación de las exigencias indicadas, así como de las recomendaciones en materia URE son variadas de acuerdo con el criterio de cada diseñador, tal como en el caso de la UIS, donde las medidas que permiten ahorro energético no son empleadas a cabalidad, ni acordes a las características reales de la Universidad buscando la integración de todos los aspectos de diseño.

A continuación se muestra una figura que indica los aspectos a tener en cuenta en un diseño de iluminación eficiente, siendo éste aquel que satisface necesidades visuales, opera eficientemente e implica un bajo costo en cuanto a inversión inicial, costos de operación, mantenimiento y bajo impacto ambiental generado:

Figura 19. Aspectos necesarios para el diseño de un sistema de iluminación eficiente.



Fuente: Referencia [49].

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

A continuación enunciamos y explicamos las pautas de diseño eléctrico con la finalidad de hacerlas requisitos indispensables en la presentación de diseños de proyectos eléctricos en la UIS, se brinda la propuesta y las recomendaciones para incorporar URE a los mismos, las cuales deben ser llevadas a cabo a corto, mediano o largo plazo dependiendo de las restricciones económicas, logísticas o tecnológicas presentes:

5.3.6.1. Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en el RETILAP, así como sus exigencias en materia de diseño de sistemas de iluminación.

Las instalaciones de iluminación y alumbrado público, deben cumplir con lo estipulado en el RETIE y RETILAP para que tengan un funcionamiento adecuado. Los productos deben contar con certificación RETIE para poder ser utilizados, además de cumplir con los requisitos expuestos en el presente documento. Es importante que se sigan las recomendaciones URE que especifica el RETILAP [10], las cuales en su mayoría son competentes a las especificadas y complementadas en este documento.

5.3.6.2. Las fuentes luminosas y equipos usados deben ser de alta eficiencia: Clase A. según lo especificado en ítem 5.3.3.1.

A continuación se muestra un listado de fuentes de iluminación eficientes recomendadas según los entornos, vida útil, desempeño, eficacia luminosa, etc.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Tabla 7. Fuentes de iluminación eficientes recomendadas.

FUENTES DE ILUMINACIÓN EFICIENTES								
TIPO DE LAMPARA	IMAGEN	IRC	POTENCIA [w]	EFICACIA LUMINOSA [Lm/W]	VIDA ÚTIL[Horas]	EQUIPOS AUXILIAR	OBSERVACIONES	AREAS DE FRECUENTE USO
Halogeno de bajo consumo		>90	14-50	18-25	2000-3000	Transformador	Ahorro de un 30% en consumo energético	Zona de ventas
Fluorescente lineal 16 [mm]		85	4 a 100	80-105	12000-16000	Arrancador , balasto y condensador	El balasto electrónico reduce el consumo en 25%. Forma tubular y circular. Existen del color Blanco cálido, blanco frío, luz día. El número y tipo de encendidos influye decisivamente en la vida de los fluorescentes.	Oficina , aulas de clase , bibliotecas
Fluorescente compacta		85	15, 20, 23 y 40	45-70	8000-12000	Equipo electrónico incorporado	Comunmente llamadas lámparas de bajo consumo. Retardo en encendido. Las integradas directamente a las incandescentes	Oficina , pasillos , baños.
Vapor de sodio de alta presión		20-80	50 a 1000	50-150	10000-25000	Arrancador , balasto y condensador	Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa. Son las que proporcionan mejores expectativas para el alumbrado industrial. Solamente cuando el color sea una exigencia básica, deberá recurrirse a las lámparas de halogenuros metálicos.	Sector industrial , deportes externos, grandes áreas y alumbrado público
Vapor de sodio debaja presión		Muy bajo	26 a 180	160-180	6000-8000	Arrancador , balasto y condensador	Retardo en encendido. Aplicación en alumbrado público por su alta eficiencia y buena percepción de contrastes. Reproducción y rendimiento del color bajo. Se recomienda utilizar la de baja presión , es más eficiente que la de alta. Permiten la regulación de la emisión luminosa conservando un alto rendimiento.	Sector industrial y alumbrado público.
Halogenuro metalico		60-85	35 a 2000	75-90	6000-15000	Arrancador , balasto y condensador	Retardo en encendido. Aplicación en naves con exigencias visuales moderadas o altas. Son lámparas de mercurio a las que se añaden ciertos halogenuros metálicos.	Alumbrado público , naves
Halogenuro metalico ceramico		80-90	35 a 2000	80-90	15000	Arrancador , balasto y condensador	Calidad de iluminación alta. Luz brillante y tamaño compacto. Es recomendable el uso de balastos electrónicos	Oficina , almacenes, alumbrado público
LED		60-98	Depende del equipo	160	50000	Fuentes de tensión o corriente constante	En los leds se mantiene constante la temperatura de color y la reproducción cromática.	Se pueden aplicar a todas las áreas.

Fuente: Autores.

5.3.6.3. Utilizar Balastos electrónicos de alta eficiencia, regulables y adaptables a dispositivos de control.

Este equipo complementario ayuda a controlar el encendido y apagado de las fuentes luminosas, y regula su corriente y tensión a parámetros óptimos, y también debe ser eficiente para que el sistema opere de la mejor manera posible. El balasto contribuye a incrementar la eficacia de la lámpara, la vida útil hasta el 50%, al encendido instantáneo, a evitar el efecto estroboscópico y producir una luz más agradable para el usuario y por ende un aumento del confort visual, además que no deben reemplazarse cada vez que sustituya la lámpara. Es importante que el balasto sea de tipo electrónico pues son más ventajosos que los de tipo magnético o electromagnético, con una reducción del consumo del 25 % respecto a estos equipos [42].

Según el tipo de balasto electrónico usado se logra mayor ahorro³², es por ello que *se recomienda la utilización de balastos electrónicos de referencias T5, T4 o T2*, siendo esta última la más eficiente hasta el momento, *y que dichos elementos permitan el ajuste de nivel de luz según las necesidades, conectándose a elementos como sensores de luz o fotocélulas.*

Los planes de mantenimiento, así como los sistemas de monitoreo y control se convierten en pieza clave para poder identificar sucesos como la conexión de balastos que están conectados sin ser utilizados los cuales siguen consumiendo energía eléctrica (20% de potencia de la lámpara), y así tomar medidas para evitar pérdidas energéticas y para garantizar la confiabilidad de la instalación, es por ello que *con los balastos empleados el diseñador debe*

³² El balasto T8 consume el 92% de lo que T12, y T5 el 93% de T8 [39]. Se debe tener en cuenta que los balastos también presentar etiquetado eficiente y se brinda mayor información al respecto en la referencia [32].

indicar de igual manera la metodología a seguir para su uso, operación y mantenimiento adecuado.

5.3.6.4. Uso de luminarias que permitan una distribución uniforme y eficiente de la luz.

Los factores que afectan la distribución de la luz son las necesidades visuales y la de dirigir eficientemente la luz, por lo cual es necesario combinar ambos aspectos en la selección de la luminaria. Su uso depende del tipo de alumbrado que se tenga (general, localizado, general-localizado) y se busca que tenga el mayor rendimiento posible para instalar una menor potencia.

Se recomienda que la escogencia de la luminaria sea justificada de acuerdo con el tipo de alumbrado usado en la instalación y además tenga alto rendimiento, para efecto, a continuación se indican luminarias eficientes a usar para los entornos escolares, sanitarios y administrativo³³ según referencia [42]:

Centros de docencia:

1. Luminarias de adosar, para lámparas fluorescentes compactas con celosías especulares para evitar deslumbramientos (estas luminarias deben formar parte de la iluminación general de las aulas informáticas o despachos) o con celosía difusa (se utilizarían para la iluminación general del centro).
2. Luminarias de adosar o suspender con celosías especulares (iluminación general de aulas y despachos con uso de pantallas) o difusas (iluminación de zonas de uso general) para lámparas fluorescentes lineales.

³³ Las luminarias para alumbrado exterior también deben ser tenidas en cuenta y debe buscarse la mayor eficiencia posible de las mismas.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

3. Luminarias para empotrar con celosía especular o difusa para lámparas fluorescentes lineales o compactas, utilizadas de forma similar que en los casos anteriores.
4. Downlights de empotrar para lámparas fluorescentes compactas, que se utilizarán en áreas de entradas, pasillos, etc.
5. Luminarias estancas para zonas cubiertas utilizadas, con lámparas de descarga de tipo vapor de mercurio con halogenuros metálicos o vapor de sodio de alta presión.[42]

Figura 20. Luminarias recomendadas para centros de docencia



Fuente: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía IDEA, España.

Centros sanitarios:

1. Luminarias suspendidas directas o indirectas con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales o compactas, para la iluminación general de salas donde se utilicen pantallas.
2. Luminarias de empotrar con celosías especulares para lámparas fluorescentes lineales o compactas, usadas para el alumbrado general.
3. Sistemas tubulares con lámparas fluorescentes lineales para la iluminación de las zonas de entrada.
4. Bañadores empotrados de pared con lámparas fluorescentes compactas, para la iluminación de pasillos y zonas perimetrales de estancias.

5. Downlights de empotrar para lámparas fluorescentes compactas o de descarga de halogenuros metálicos, instaladas en zonas de admisión, entradas, etc.[42]

Centros administrativos:

1. Luminarias de adosar con ópticas de aluminio especular o semimate para lámparas fluorescentes lineales o compactas, para la iluminación general.
2. Luminarias de adosar o suspender con óptica especular, mate o decorativa, para lámparas fluorescentes lineales.
3. Luminarias de adosar en el techo o la pared con óptica especular o difusa para lámparas fluorescentes lineales o compactas.
4. Downlights de empotrar para luminarias fluorescentes compactas o lámparas de descarga, con ópticas anti deslumbramiento (en zonas con uso de pantallas) o decorativas (en zonas de pasillos, entradas, etc.).

[42]

En la tabla 8 se muestra un resumen de los principales tipos de luminarias recomendadas, y sus características de utilización.

Restricciones: Debido a que inicialmente estamos dando las recomendaciones y medidas a implementar al corto plazo (de cero a cinco años), se especifican los equipos de iluminación³⁴ según el área de implementación, sin embargo al mediano y largo plazo (diez años en adelante), lo ideal es pasar a iluminación con LED y lograr una uniformidad en la selección de tipos de equipos a usar en diseños de iluminación, los cuales no sólo brinden estandarización de parámetros sino un ahorro y una serie de beneficios mayores a los otros tipos de fuentes luminosas³⁵.

³⁴ según lo indicado en el numeral 5.3.3.1 y el numeral 5.3.6.3.

³⁵ Estas fuentes de iluminación serán explicadas en el ítem 5.3.6.27.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Tabla 8. Características y área de aplicación tipos de luminarias.

TIPOS DE LUMINARIAS			
LUMINARIA	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS	AREA APLICACIÓN
Proyectores		Los proyectores iluminan una zona limitada. El lugar de montaje y la orientación son variables. Los proyectores se ofrecen con diferentes ángulos de irradiación y distribuciones luminosas.	Se usan en auditorios ,para iluminar eficientemente el escenario o lugar de alta de importancia. Iluminar la fachada de un edificio en las horas de la noche. Tambien aplica para salas de conferencia.
Downlights		Construidos en chapa de acero galvanizada. Para lámparas estándar, fluorescentes compactas, de halogenuros metálicos, de vapor de mercurio, de sodio blanco ,LED, y halógenas colocadas de forma horizontal o vertical.Empotrados en falso techo. Pueden ser de luz directa o bañadores de pared.	Downlights de empotrar para lámparas fluorescentes compactas, que se utilizarán en áreas de entradas, pasillos, recepciones , oficinas.
Luminarias para puestos de trabajo		Las luminarias para puestos de trabajo envían la luz hacia abajo, a una superficie de trabajo. Están disponibles con distribución luminosa de haz intensivo o extensivo.	Las luminarias para puestos de trabajo tienen a su cargo la iluminación personalizada del puesto de trabajo.Especialmente labores de diseño , planos etc.
Uplights		Las luminarias empotrables de suelo cuentan con una radiación dirigida hacia arriba. Están disponibles con distribución luminosa de haz intensivo, extensivo, simétrico o asimétrico.	Se usan para iluminar las salidas de emergencia, tambien para iluminar las escaleras en auditorios o anteceras y zonas de entrada.
Luminarias de señalización		Los pictogramas y textos de las luminarias de señalización transmiten informaciones o indicaciones. Iluminación de emergencia es aquella cuyo fin consiste en indicar vías de escape y mejorar la orientación.	iluminación para vías de escape, iluminación antipánico e iluminación de emergencia para puestos de trabajo con factor de riesgo.Hace parte de la iluminación de emergencia.
Luminarias suspendidas		Son ideales para lograr una iluminación focalizada.Luminarias suspendidas directas o indirectas con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales o compactas, para la iluminación general de salas donde se utilicen pantallas.	Salas de reuniones , laboratorios, centros sanitarios.
Luminarias de aplique		Estas luminarias son elegantes a la vista , estas sirven para fuentes de iluminación como las lámparas fluorescente compactas y LED.	Baños , cafeterias , escaleras
Luminarias empotrables		diseñadas para adaptarse a una amplia gama de tipos de techo , se usan para fluorescentes tubulares y LED.La atractiva manera de conducir la luz hacia las placas intermedias garantiza un alumbrado de gran calidad.	Luminarias para empotrar con celosía especular o difusa para lámparas fluorescentes lineales o compactas, utilizadas de forma similar.Se utilizan para iluminación general del centro. Salones de clase , laboratorios , biblioteca, oficinas y zonas de estudio.
Luminarias tipo poste		Este tipo de luminaria permite distribuir uniformemente la luminosidad , permitiendo una adecuada iluminación del espacio público.	Alumbrado público , y a la salida de cada edificación
Bolardos		Se usa como definidor de espacios de circulación, para la iluminación de los mismos, para la delimitación de espacios reducidos. Debido a su reducido tamaño no se recomienda para la iluminación de grandes espacios públicos	Areas peatonales y caminos de comunicación entre edificios.
Estancas		Luminarias con un alto grado IP,en locales con alto grado de contaminación lo idóneo es la utilización de luminarias estancas.Luminarias estancas para zonas cubiertas utilizadas, con lámparas de descarga de tipo vapor de mercurio con halogenuros metálicos o vapor de sodio de alta presión.	Salones de clase , salon de profesores y zonas de estudio

Fuente: Autores.

5.3.6.5. Debe realizarse una descripción detallada de los equipos de iluminación utilizados en los diseños eléctricos.

Es común que cuando se realizan diseños eléctricos, así como cuando en la Universidad se abren convocatorias para proyectos, que sólo algunas características³⁶ de los elementos usados sean enunciados brevemente y no descritas cada una de sus partes, como debe ser el caso, es por ende que se recomienda utilizar una plantilla (**anexo C**) para la especificación de los equipos de iluminación, la cual contiene espacios para especificar información básica, simbología, imágenes de los equipos, niveles de operación, lo cual ayudará no sólo a conocer los equipos que se instalan, sino también en la coordinación de las labores de mantenimiento, reposición e inspección de los equipos utilizados.

5.3.6.6. El nivel de iluminancia requerido para cada una de las áreas y ambientes debe ser el máximo exigido por la ley.

Para las especificaciones de niveles de iluminancia se recomienda el máximo para los entornos más importantes (según lo especificado en la sección 410.1 del RETILAP [10] y de acuerdo con la **tabla 9**), así como un índice de eficiencia VEEI y un índice de rendimiento del color mayor, para así garantizar el máximo confort visual y una eficiencia de la instalación desde el diseño de la misma. Aunque pueda considerarse que al pedir el tope máximo exigido por la ley se deben tener equipos con mayor gasto energético, con el crecimiento tecnológico al respecto y la variedad de fuentes eficientes existentes y por venir se puede cumplir dicha recomendación con relativa facilidad en los años venideros; otro aspecto importante que implica sobredimensionar es el objetivo de que la depreciación luminosa no afecte el nivel de iluminación considerablemente a lo largo del tiempo, aún en sus últimas instancias de

³⁶ Potencia de la lámpara, tipo luminaria, número de elementos, tipo de balasto.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

operación brinde condiciones lumínicas aceptables y facilite las labores de mantenimiento (con una limpieza periódica aunque en lapsos más largos).

Tabla 9. Características de iluminancia, IRC, deslumbramiento y VEEI recomendados para ambientes UIS.

CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN LA ELECCION DE LA FUENTE DE ILUMINACIÓN PARA CADA ÁREA						
AREA A ILUMINAR	NIVEL DE ILUMINANCIA	IRC	TEMPERATURA DEL COLOR [k]	DESLUMBRAMIENTO	VEEI	OBSERVACIONES
AREAS DE CIRCULACIÓN CORREDORES	150	50	3300	28	5.5	Niveles inferiores aceptables durante la noche
ESCALERAS	200	80	3300	25	5.5	
VESTIDORES, BAÑOS	200	50	3300	25	5.5	
ALMACENES, BODEGAS	200	50	3300	25	7	
OFICINAS	750	80	3300	19	5	Se puede utilizar alumbrado localizado para así ahorrar energía
SALAS DE CONFERENCIA	700	80	3300	19	11	
TABLERO SALA DE CONFERENCIA	1000	80	3500>	19	11	
LABORATORIOS	750	80	3300>	19	5	
SALONES DE CLASE	750	80	3500>	19	5	Verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero. Se debe contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.
TALLERES	750	80	3500>	19	5	
BIBLIOTECAS - SALONES DE ESTUDIO	750	80	3500>	19	7	
COCINAS	500	80	3300	25	6	
TRABAJO DE IMPRESIÓN O ENCUADERNACION	1500	80	3300	19	8	
FUNDICIÓN Y TRABAJO EN HIERRO Y EN ACERO	500	70	3300	25	10	
CENTRO DE ATENCION MEDICA	1000	80	3500>	19	6	

Fuente: Autores.

Como medida complementaria se debe tener un sistema de regulación del nivel de iluminación de tal forma de mantener constantes durante el tiempo los valores de iluminancia en los diversos espacios o regularlos según sus necesidades visuales, y el diseñador debe buscar la configuración más efectiva para la distribución de la luz, el confort del usuario y el consumo energético de la red (ver ítem **5.3.6.11**).

5.3.6.7. Iluminación de auditorios.

Para la iluminación de auditorios, los proyectores utilizados deben cumplir principalmente las necesidades de iluminación de los escenarios, atriles o tarimas, dada la periodicidad del uso de este tipo de instalaciones. Aun así debe buscarse un equipo con eficiencia lumínica acorde a la potencia consumida y mayor rendimiento (rangos **A** o **B**). Se deben temporizar y controlar los proyectores de tal forma que sólo estén encendidos cuando sea necesario su funcionamiento. Las zonas de silletería deben cumplir con los niveles lumínicos para espacios de este tipo especificadas en la tabla 9; para estos espacios la iluminación utilizada que no corresponda a proyectores o lámparas de alta potencia debe cumplir la eficiencia del resto de equipos indicados en el presente documento (**Clase A**). Se debe dimensionar alumbrado de emergencia, tablero exclusivo para circuitos de iluminación con capacidad de reserva.

5.3.6.8. Elaboración de un plan de mantenimiento detallado de las instalaciones y equipos de iluminación.

Dado que el paso del tiempo y la utilización de las luminarias afectan la eficiencia energética, pues conllevan a una depreciación del flujo luminoso (cerca del 70% del inicial al final de la vida útil **[42]**), aumento del consumo, suciedad en las lámparas y daños de los equipos, es importante contemplar

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

desde el diseño la limpieza de los elementos del sistema de iluminación, de los dispositivos de control y automatización, lo cual beneficiará no sólo el rendimiento de los mismos, sino también las labores de las divisiones de planta física, mantenimiento tecnológico, y la coordinación de sus actividades.

Dicho plan debe ser entregado por el diseñador para apoyar las labores de mantenimiento de equipos y debe contemplar, además de las especificaciones de los mismos, las siguientes acciones:

- Las operaciones de reposición de lámparas, frecuencia de reemplazo (por lámparas de igualo mayor potencia y eficiencia).
- Revisión del estado del balasto y los períodos de limpieza de las luminarias con la metodología prevista para tal fin, según las recomendaciones del fabricante y según el ambiente y cantidad de partículas del sitio en el que se tenga prevista la instalación.
- Las acciones de mantenimiento de los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.
- Sustitución grupal de lámparas en espacios de considerable tamaño para facilitar las labores; es necesario que se especifique que no se ubiquen y retiren una a una las lámparas, sino por lotes.

Restricciones: la aplicación de estas recomendaciones está supeditada al estado de los elementos presentes en la instalación (en el caso de proyectos repotenciados), además de la falta de políticas de mantenimiento indicadas por los fabricantes, y la poca claridad en políticas UIS sobre el mantenimiento de equipos eléctricos. Por ende se recomienda esperar un espacio mayor a cinco años para poder exigir lo indicado en el presente ítem, y así dar el espacio suficiente para el desarrollo de regulaciones institucionales al respecto.

5.3.6.9. Dimensionamiento del número de equipos de iluminación por medio de un análisis cuantitativo.

Se deben presentar las memorias de cálculo que justifiquen la toma de decisiones en el diseño, así como los criterios técnicos, de confort visual y acordes al uso de las áreas de trabajo, determinantes para establecer el número de equipos y las características de los mismos.

5.3.6.10. Realización de diseños innovadores con información sustentable, apoyados de software que permita la verificación de las características ahorradoras.

Se recomienda que el diseño demuestre innovación y potencial de ahorro energético, ya sea llevando a cabo las recomendaciones indicadas en el presente documento, o por la muestra de varios diseños posibles, sus características de eficiencia o por un análisis fotométrico que muestre las ventajas sus ventajas. El mejor escenario contemplado aunque no se empleen elementos de mando y control de iluminación, es lograr el máximo nivel lumínico (a igual confort) utilizando una potencia igual o menor a la consumida con un diseño que brinde un nivel de iluminancia mínimo, mientras se valga de aspectos como los mencionados anteriormente para aumentar el rendimiento. Toda la información del diseño y el cumplimiento de los niveles lumínicos, de calidad del color y eficiencia lumínica deben ser soportados por medio de la simulación del diseño y mediciones en el ambiente donde se encuentra la instalación.

Restricciones: En la web y en el mercado se encuentra software de apoyo para el proceso de diseño de iluminación y análisis previo y versátil de las opciones para la ejecución final del mismo, por lo cual la aplicación de dicha recomendación puede realizarse inmediatamente.

5.3.6.11. *Deben utilizarse dimerizadores para el ajuste de nivel de luz en el ambiente, y equipos dimmerizables.*

El regulador ajustable de tensión, llamado “Dimmer”, permite ajustar gradualmente el nivel de luz en un ambiente; debe usarse con bombillas fluorescentes dimerizables, es bastante útil pues permite mayor control de las condiciones de iluminación de los recintos e instalaciones, contribuye a extender la vida útil de las bombillas, a una mejor y más agradable iluminación, y ayuda a reducir el consumo.

Por ende se recomienda la utilización de reguladores ajustables que brinden versatilidad al sistema de iluminación, así como el uso de fuentes de luz que sean compatibles con dichos elementos.

Restricción: si bien para los proyectos nuevos deben utilizarse elementos como los indicados, debe contemplarse la sustitución de fuentes luminosas no dimerizables por unas que si las sean para permitir la aplicación en proyectos de repotenciación. La pauta indicada puede ser seguida de manera inmediata.

5.3.6.12. *Se debe aprovechar al máximo la luz natural brindando herramientas desde el diseño.*

El uso de la luz natural como apoyo de los sistemas de iluminación mejora el confort visual y contribuye a maximizar el ahorro energético (entre un 30 y 50% usando las medidas indicadas [42]), ya que posibilita no usar iluminación artificial, o usarla en pequeña proporción durante las horas en que se tenga luz solar, evitando un gasto energético innecesario, y según la eficiencia del diseño se pueden disminuir el número de equipos necesarios. Sus ventajas son,

además de niveles superiores de iluminancia, menores ganancias térmicas, variación dinámica de la luz a lo largo del año. Si bien hay factores estructurales desde el diseño de las instalaciones (tal como sucede en la UIS) que hacen difícil el aprovechamiento de la luz natural en todas las aulas (lo que hace que en algunas aulas se encienda la iluminación en horario diurno), hay ciertas medidas que se pueden tener en cuenta para sacar el máximo beneficio por medio de diseños óptimos.

A continuación se brindan pautas a considerar desde el diseño, que contribuyen a este objetivo:

5.3.6.13. Automatización de cortinas.

Si bien éste debe ser un aspecto contemplado dentro de las proyecciones arquitectónicas, se recomienda que el diseñador considere la automatización de cortinas y persianas para regular y controlar la iluminación interna en edificios pues representa una herramienta importante cuando aprovechando la luz natural, se quiere regular el nivel lumínico interior y evitar el deslumbramiento. Este control debe ser integrado y compuesto a su vez por foto sensores y elementos que permitan medir el nivel de luz de las instalaciones, y regularlo combinando los elementos automáticos y la misma iluminación interna.

Restricciones: debido a las limitaciones civiles y arquitectónicas de diseño, es difícil que se incorpore esta recomendación sólo desde el diseño eléctrico, por lo cual se debe tener en cuenta este aspecto en todas las fases del proyecto para lograr integrar los criterios de diseño. Por ende se pauta un tiempo de

cinco años para exigir este aspecto mientras que la Universidad logra superar esa dificultad e integrar el diseño de los proyectos.

5.3.6.14. Independizar circuitos de iluminación.

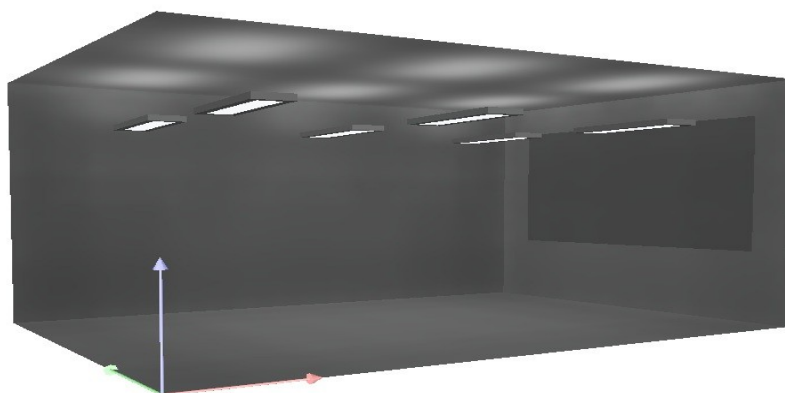
Un problema general en los sistemas de iluminación es la imposibilidad de desenergizar ciertas lámparas que no son necesarias en determinado momento, debido a que existe un interruptor que controla todas las lámparas originando que siempre permanezcan encendidas. Otro problema es utilizar interruptores globales cuando sólo un mínimo de personas utilizan la iluminación brindada.

Es por eso que se recomienda diseñar la instalación eléctrica con circuitos independientes, de tal forma que se puedan encender o apagar por separado las lámparas más cercanas a las ventanas o fuentes de luz natural, ya sea por medio de interruptores o equipos sensores de luz. En dichas zonas puede o regularse la iluminación con los equipos mencionados (ítem **5.3.6.11**), o disminuirse el número de lámparas por luminaria.

5.3.6.15. Distribución de luminarias para permitir aprovechamiento de luz natural.

Como medida complementaria a la independencia de los circuitos de iluminación, se recomienda que la distribución de las lámparas, además de cumplir los parámetros técnicos indicados, sea acorde al espacio a iluminar y estén orientadas horizontalmente, paralelas al plano de la ventana o fuente principal de luz del recinto. Esta distribución paralela es la que debe considerarse al momento de independizar los circuitos de iluminación.

Figura 21. Distribución luminarias para aprovechamiento luz natural.



Fuente: Autores.

5.3.6.16. Sectorización de la iluminación con análisis sustentado según el ambiente a iluminar.

En el diseño de oficinas y puestos de trabajo es importante que se identifiquen las zonas principales para enfocar la iluminación en ellas, antes que en todo el espacio y así evitar gastos innecesarios de energía; de esta manera en vez de iluminar las zonas principales y partir de ahí para disminuir la luminosidad de las menos importantes, se aconseja que se diseñe bajando el nivel lumínico de toda la instalación³⁷ y luego se aumente el mismo en las zonas críticas [51].

Se recomienda entonces realizar un alumbrado local independiente, por ejemplo en los puestos de trabajo y zonas de oficina separadas por cubículos, que así lo permitan, evitando el deslumbramiento y usando luminarias que dirijan el haz de luz hacia el punto de trabajo. Debe buscarse que los cambios en la intensidad lumínica no sean drásticos y afecten la armonía total del ambiente laboral. En áreas más grandes de trabajo como salas de cómputo, aulas de clase, laboratorios, salas de juntas, se recomienda el uso de

³⁷ Aún debe cumplirse los niveles mínimos de iluminancia indicados por el RETILAP [10].

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

alumbrado general para permitir versatilidad en las labores en los mismos según las actividades que ahí se desarrollen.

La tabla 10 muestra los distintos tipos de alumbrado interior, sus ventajas y posibles entornos de ubicación, que sirve como guía para el diseñador dependiendo de las necesidades del diseño eléctrico:

Tabla 10. Características de uso de sistemas de alumbrado recomendados

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO							
SISTEMA DE ALUMBRADO	DISPOSICION DE LUMINARIAS	CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS	EFECTOS VISUALES		COORDINACIÓN CON UBICACIÓN DE AREAS DE TRABAJO	CONSUMO ENERGÉTICO	ESPACIO RECOMENDADO
			SOBRE EL ESPACIO	SOBRE PERSONAS Y OBJETOS			
General directo o indirecto	Uniforme	Altos niveles de Iluminación en todo el espacio. Excelente uniformidad. Reducción de contrastes y brillos. Se minimiza la proyección de sombras.	Produce sensación de amplitud orden. Crea atmósferas de monotonía y condiciones propicias para trabajos que requieren de alta concentración.	Modelados blandos , aplanan texturas ,oculta detalles, minimiza efectos de reflejos especulares y apaga intensidad de los colores.	No requiere	Elevado (más con sistema directo)	Salones de clase, baños, auditorios
Localizado	Irregular	Altos niveles de Iluminación solo en áreas de interés. Uniformidad general baja, contraste realzados. Puede causar importante reducción de sombras.	Produce sensación de reducción del espacio. Puede crear atmósferas dramáticas, estimulantes y distractivas,	Modelados duros. Realza textura y detalles. Los colores resultan más intensos , ideal para crear efectos luminosos	Muy importante	Reducido , adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente.	Puestos de trabajo, cubículos, zonas de lectura
General y localizado	Uniforme (general) e irregular (localizado)	Iluminación general reducida respecto de áreas de trabajo. Uniformidad general baja. Contrastes realzados , puede causar importante proyección de sombras.	Un balance adecuado pueden compensar la sensación de reducción del espacio y crear condiciones propicias para el trabajo	Con un balance adecuado el modelado resulta casi natural. Buena apariencia de textura y detalles.	Muy importante sólo para el sistema de alumbrado localizado.	Intermedio entre alumbrado general y localizado. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente sin afectar el resto de la instalaciones.	Oficinas, salas de reuniones

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

SISTEMA DE ALUMBRADO	DISPOSICION DE LUMINARIAS	CARACTERISTICAS LUMINOTÉCNICAS	EFECTOS VISUALES		COORDINACIÓN CON UBICACIÓN DE AREAS DE TRABAJO	CONSUMO ENERGÉTICO	ESPACIO RECOMENDADO
			SOBRE EL ESPACIO	SOBRE PERSONAS Y OBJETOS			
Modularizado	Uniforme por sectores	Iluminación media elevada.Uniformidad excelente, reducidos contrastes y proyección-	Ideal alumbrado general	Ideal alumbrado general	Importante para determinar el arreglo de luminarias	Elevado.Requiere sectorización de los circuitos.Permite reducción de los niveles de iluminación por sectores.	Puestos de trabajo distantes, oficinas,

Fuente: Referencia [49], autores.

5.3.6.17. Implementar un sistema de regulación de la intensidad lumínica según condiciones ambientales por medio de sensores de luz y fotocélulas.

Uno de los equipos más importantes para el aprovechamiento de luz natural son los que permiten medir y regular el nivel de luz en el ambiente, por ende se recomienda la utilización de **sensores de luz y fotocélulas** para controlar automáticamente el alumbrado artificial en función del aporte de luz natural, bien sea apagando o encendiendo la iluminación cuando el nivel está por debajo o por encima de un valor, o regulando la iluminación artificial de forma progresiva. Estos sistemas permiten alcanzar altos porcentajes de ahorro, su instalación es conveniente principalmente en las lámparas próximas a las ventanas y de forma más atenuada en el resto. Debido a que las actividades realizadas en el campus son tanto diurnas como nocturnas, el consumo en materia de iluminación no debe ser alto durante el día, y debe evitarse que se presenten situaciones como las encontradas en la UIS, donde se enciende la iluminación en momentos donde no es necesario causando pérdidas energéticas, tal como se muestra en las siguientes imágenes:

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Figura 22. Iluminación encendida con buena presencia de iluminación natural en las instalaciones de los laboratorios pesados, UIS. 1



Figura 23. Iluminación encendida con buena presencia de iluminación natural en las instalaciones de los laboratorios pesados, UIS. 2



Fuente: Fotografías tomadas por los autores.

5.3.6.18. Especificar detectores de presencia considerando las características ocupacionales de los entornos.

Es vital que en el desarrollo normal de actividades se regule el consumo de manera conductual, pero dichas medidas deben ser complementadas con un sistema automatizado con elementos como detectores de presencia. Es por ello que se recomienda el uso de sensores de presencia o movimiento con 360° como rango de acción en los siguientes entornos:

Áreas de trabajo: En pasillos, escaleras y baños de poca concurrencia, funcionando sólo en horario nocturno, excepto que el nivel de iluminación durante el día haga imperativo el uso de lámparas en horario diurno. También es conveniente que para evitar malas prácticas energéticas se activen en el horario de descanso a medio día para que no queden lámparas encendidas en el espacio de almuerzo, cuando las oficinas deben encontrarse desocupadas.

Zonas sanitarias: Deben instalarse en baños de edificaciones con aulas de clase y funcionar durante toda la jornada sólo si las condiciones de iluminación no son apropiadas, o solamente durante la noche en caso que si lo sean.

Áreas de clase: En pasillos de bloques de clases, salas de profesores, halls, siendo su activación conveniente luego de terminada la jornada educativa de gran afluencia de estudiantes (8 pm).

Restricciones: Aun cuando estas medidas pueden ser implementadas de inmediato porque la barrera tecnológica está superada, el diseñador debe informarse de las características de ocupación que tendrán los espacios para la programación de dichos elementos, y variar su instalación de acuerdo a las mismas.

5.3.6.19. Prever la utilización de interruptores temporizados considerando dinámicas horarias de los entornos.

Para las zonas que tengan un esquema horario establecido, tal como oficinas, o espacios que atienden en horario de oficina, se deben incorporar interruptores temporizados, de tal forma que se apague la iluminación de las zonas de trabajo luego de las horas en las que no debe haber nadie trabajando, siendo las 9 pm un momento oportuno. De igual manera las aulas de clase, pasillos, baños, salas de profesores, aulas máximas, deben apagar su iluminación automáticamente luego de finalizada la jornada de trabajo (10.30 pm), por ende se recomienda que cuando se diseñen instalaciones de este tipo se cumpla la pauta indicada.

5.3.6.20. Incluir un plan de instalación de controles de iluminación automáticos que apaguen o enciendan las luces de alumbrado exterior en determinados horarios.

Se debe realizar un control de consumo de la iluminación exterior en base a los horarios de trabajo en el campus. Equipos de control con capacidad de desconexión de cargas (tal como **interruptores temporizados**) deben encender y apagar la mayoría de las cargas, sin embargo, los **sensores de luz** representan mayor utilidad para el control de encendido de iluminación exterior que el simple encendido temporizado, pues dichos sensores pueden adaptarse a los cambios en las horas de salida y puesta de sol presentes durante el año (independiente de que sean unos minutos, en URE cualquier ahorro cuenta). El temporizador debe usarse principalmente para que la iluminación exterior no permanezca encendida en su totalidad durante toda la noche luego de cumplir su propósito, teniendo en cuenta criterios de seguridad (La Universidad debe realizar un análisis del comportamiento nocturno en ella y brindarle dicho patrón (horas de apagado y encendido) al diseñador para que éste pueda

implementar correctamente la recomendación planteada); para este efecto se debe incorporar la independencia de los circuitos de iluminación exterior y así darle versatilidad a la instalación y que esta pueda tener diversos niveles de consumo.

5.3.6.21. Utilización de lámparas de vapor de sodio de baja o alta presión, para mejoramiento de iluminación exterior.

Este tipo de lámparas es muy útil para las áreas que no necesitan nitidez de color y pueden reducir el consumo de energía eléctrica hasta en 65%. Aun cuando sólo de un 35% a un 40% de la potencia de entrada se convierte en energía lumínica, tienen el doble de eficacia luminosa de una lámpara fluorescente tubular (entre 100 y 200 lm/W) (en el caso de las de baja presión) [51]. Se convierten en una opción bastante útil para iluminación exterior y se evita el uso de lámparas halógenas usadas comúnmente para tal fin, las cuales tienen una menor eficiencia; La eficiencia de estas lámparas de sodio disminuye a medida que aumenta la presión llegando a un rango entre 80 y 130 lm/W [49].

Si se utilizan lámparas halógenas para iluminación exterior hay que considerar que su tiempo de operación podría oscilar entre 8 y 12 horas diarias y su vida útil ronda las 3000 horas, lo cual implicaría reemplazo cada 10 meses aproximadamente; si se tiene en cuenta la cantidad de lámparas para iluminación exterior que se pueden tener en la Universidad se estaría incurriendo en costos considerables a largo plazo. Es conveniente entonces el uso de lámparas con mayor tiempo de vida útil, por ejemplo 14.000 a 18.000 horas para lámparas de sodio de baja presión y 28.000 horas para de alta presión.

5.3.6.22. Especificar la reducción de la altura de montaje de las lámparas que se encuentran muy elevadas si el entorno de ubicación lo permite.

Se recomienda disminuir la altura de las lámparas (teniendo en cuenta espacio aéreo acorde a las actividades desarrolladas) para mantener el nivel de iluminación reduciendo el número de bombillas, lo cual representa un ahorro en el consumo energético, que al tenerse en cuenta continuamente en los proyectos evita gastos considerables de energía, costos de mantenimiento, reposición y huella de carbono por los productos y procesos involucrados.

5.3.6.23. Realizar un análisis y un diseño efectivo, sustentado con cálculos y simulaciones con software, a las instalaciones de iluminación exterior.

Se deben considerar el radio de iluminación efectivo de las lámparas de acuerdo con las necesidades, para estudiar la posibilidad de disminuir la altura de las mismas. Se debe buscar equipos igualmente eficientes a los de instalaciones interiores [ítem 5.3.3.1], estudiar la ubicación y ángulos de incidencia de los reflectores y proyectores, buscar la automatización y control de esta iluminación, el mejor nivel lumínico y calidad del color según la ubicación (zonas verdes, canchas, polideportivos, parqueaderos)³⁸.

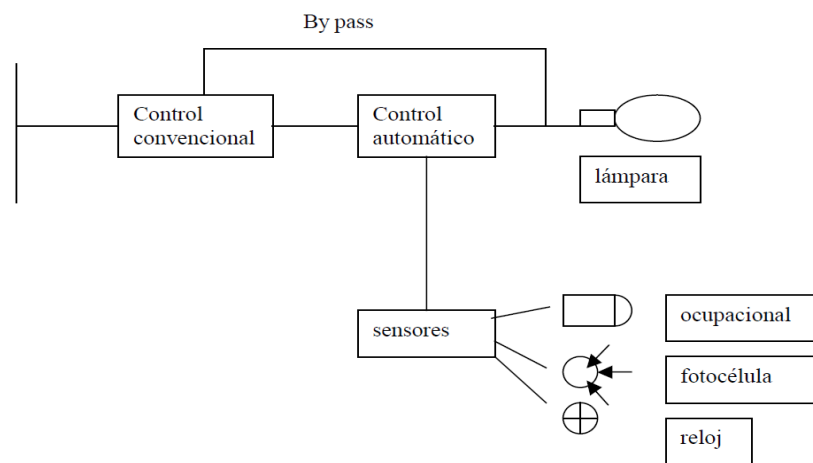
5.3.6.24. Emplear un sistema automático de control de iluminación (SACI) en el diseño.

Se recomienda que la utilización de equipos como temporizadores, detectores de presencia o sensores de movimiento, fotocélulas o sensores de luz, esté

³⁸ Remitirse a los niveles de iluminancia indicados por el RETILAP [10] para los diversos ambientes y considerar lo indicado en la **tabla 9**.

integrada en un sistema de control con parámetros establecidos. Esta medida no implica que se deban interconectar con medidores y un sistema de monitoreo total, pero que al menos las variables del diseño están reguladas integralmente a partir de las variables ambientales, labores ejecutadas y características operacionales.

Figura 24. Estructura de un sistema automático de control de iluminación.



Fuente: RETILAP, referencia [10].

Estos sistemas se apagan, encienden y regulan la luz según el control establecido, y permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de brindar flexibilidad al sistema de iluminación.

5.3.6.25. Incorporación de iluminación de emergencia en los diseños de proyectos eléctricos.

Debido a que en la UIS se tiene gran concurrencia de personal, según lo especificado en el RETIE, los diseños de edificios con aulas de clase y de

trabajo con la cantidad de personas manejada en la Universidad, deben tener iluminación de emergencia en caso de alguna eventualidad. Este es un aspecto que no es ampliamente considerado en los proyectos eléctricos y se recomienda incluirlos atendiendo las siguientes consideraciones:

- No se pueden emplear lámparas de descarga con encendido retardado.
- Los alumbrados de emergencia equipados con banco de baterías deben permanecer encendidos por lo menos 90 minutos luego de la suspensión del suministro de energía eléctrica.
- Los elementos del alumbrado de emergencia deben estar ubicados en zonas claves y con la distribución correcta de tal forma que permitan la evacuación segura de los usuarios.
- Los residuos de las lámparas de emergencia deben seguir cumpliendo lo estipulado en el presente documento referente a disposición final de RAEE [ítem **5.3.10**].

5.3.6.26. Incorporación de iluminación con base a diodos emisores de luz (LED) con alto rendimiento.

La utilización de LED representa una serie de beneficios en materia de eficiencia energética, confiabilidad y durabilidad de la instalación, así como seguridad de los usuarios de la misma. Entre éstos están:

- Bajo consumo: la lámpara LED consume menor potencia para producir la misma cantidad de luz.
- Baja tensión: la mayoría funciona a baja tensión (dependiendo de cada LED), lo que reduce el riesgo eléctrico para los usuarios.
- Baja temperatura: emiten muy poco calor, lo que ocasiona muy pocas pérdidas por efecto Joule.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

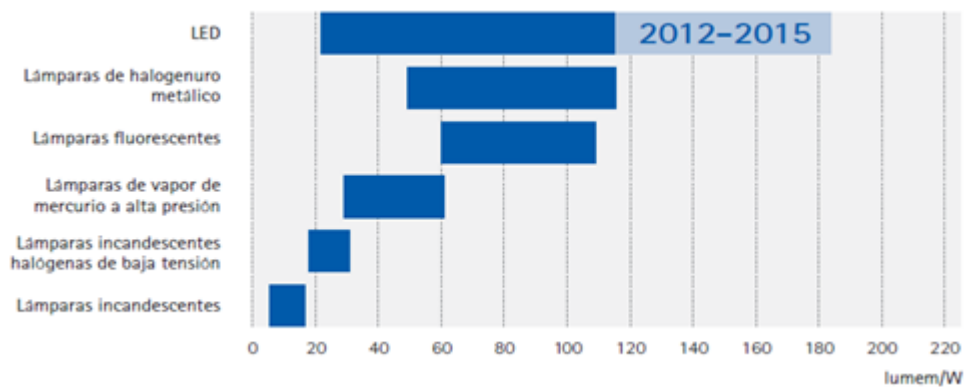
- Encendido instantáneo: para iniciar su operación necesitan sólo unos microsegundos.
- Larga vida útil: su tiempo de vida es mucho mayor que el de cualquier lámpara (hasta 100.000 horas), lo cual lo hace muy útil desde el punto de vista de costos de reposición y mantenimiento. Además poseen muy poca depreciación luminosa a lo largo de su vida útil (20% a las 45.000 horas, 30% a las 50.000 horas y mayor al 50% a las 100.000).
- No emiten radiación infrarroja, ni ultravioleta, ni colores saturados.
- Luz direccional: permite incrementar la eficiencia del sistema al iluminar solo la superficie deseada, permitiendo un flujo hemisferio superior, FHS = 0 %.
- Permiten flexibilidad en el diseño.
- Robustez, seguridad en vibración, estado sólido.
- Tienen una luminancia que oscila entre 10 y 100 millones de Cd/m², comparada con la de 50 mil de las LFC.
- Las lámpara tipo LED tienen una eficacia luminosa entre 90 y 120 lm/W, un IRC mayor de 75 y una vida útil como la indicada.
- Los LED permiten ser regulados en un amplio intervalo (casi del 0 a 100%), siendo el regulador mucho más eficiente que los balastos regulables más avanzados.

Los LED en blanco frío con una temperatura de color de entre 5.000 y 7.000 K (grados Kelvin) alcanzan más de 160 lm/W en las condiciones de referencia y se prevé que para 2013 estarán disponibles comercialmente. Los LED con temperaturas de color inferiores entre 2.700 y 4.000 K (los que se utilizan mayoritariamente en soluciones de iluminación en Europa) normalmente presentan un rendimiento ligeramente inferior. Para estas temperaturas de color, en 2011 se comercializaron LED con rendimientos luminosos de hasta 80 lm/W [52]. Si bien a mayor temperatura del color, se tiene un IRC menor, la escogencia del tipo de LED utilizado depende de las necesidades de iluminación de cada espacio.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

“Los LED con una temperatura de color más alta, y por tanto con una luz más fría, ofrecen un nivel de eficiencia superior que los mismos LED con temperaturas de color más bajas. El material luminiscente utilizado para crear el blanco cálido contiene más rojo y el rendimiento de este componente rojo es inferior al del amarillo. Por eso, el rendimiento general del LED es menor” [52].

Figura 25. Valores típicos para la eficiencia de fuentes luminosas.



Fuente: Referencia [52].

Si bien se han tenido una serie de limitaciones técnicas y económicas para la implementación de LED, tales como falta de regulación gubernamental, la tecnología LED está creciendo a pasos agigantados, siendo algunos de los hechos más importantes los siguientes:

En materia de flujo luminoso específico se encuentran muy por encima de las lámparas halógenas e incandescentes, además de ser competitivos con respecto a las LFC; Se puede decir que cada año el precio decae un 10% por la misma cantidad de lúmenes. Sin embargo, se tienen revisto valores de eficiencia entre 180 y 200 lm/W para LED que brinden colores cálidos. Este avance permite que se mejore la eficiencia y el costo a corto plazo, disminuyendo la tasa de obsolescencia.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Paralelo al crecimiento tecnológico, también se tiene previsto que para el 2020, el 80% del alumbrado general sea implementado por medio de tecnología LED [53].

Los LED por sí mismos tienen una distribución luminosa amplia, con un ángulo de emisión entre 80 y 140°, sin embargo, para maximizar su potencial, consumir la menor cantidad de energía posible y lograr una distribución de luz mucho más específica, se deben apoyar con elementos de óptica tales como lentes, difusores, reflectores o configuraciones entre ellos. En la siguiente figura se muestran algunos ejemplos de dichas configuraciones; de izquierda a derecha se muestran LED desnudos, lentes, lentes específicos, distribución para alumbrado de emergencia, reflectores, combinaciones de lentes y reflectores, difusores o láminas.

Figura 26. Configuraciones tecnología LED con difusores, lentes, reflectores.



Fuente: Imágenes referencia [52]. Elaborado por autores.

Hay aspectos que deben ser considerados e integrados correctamente en el diseño de luminarias LED. Debe seleccionarse el LED adecuado según al área de aplicación, la potencia, rendimiento luminoso, comportamiento térmico, vida útil, temperatura del color y costo, así como los lentes y difusores que complementan la distribución de la luz.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, a continuación se brindan las recomendaciones a tener en cuenta en los diseños de proyectos eléctricos en la UIS que involucren realización o repotenciación de sistemas de iluminación. Las pautas indicadas pueden ser complementadas de acuerdo con la referencia [34] (CASTILLO, Diana. MEJIA, Idania. ORDOÑEZ, Gabriel Director, “Tecnología LED: revisión de aplicaciones como alternativas para entornos sostenibles”. Trabajo de grado. Noviembre 2010) que se encuentra en la base de datos de biblioteca UIS, la cual establece un análisis de la situación de los sistemas de iluminación convencional en la UIS, así como las alternativas de aplicación de iluminación exterior³⁹ en base a tecnología LED dependiendo de los diversos entornos, dimensionamiento de la instalación eléctrica y análisis financiero, que se observa sirve de apoyo a la labor del diseñador.

Deben incorporarse fuentes de iluminación LED, pues hay que considerar que aunque su costo inicial es mayor, sus costos de mantenimiento, su funcionamiento y reposición son menores en comparación con otras fuentes luminosas; su consumo de potencia es relativamente pequeño y la luz que producen es la más parecida a la iluminación natural.

Restricción: Esta implementación debe realizarse al mediano y largo plazo para buscar que la instalación no se vuelva obsoleta debido al avance exponencial de la tecnología LED, así como también debe buscarse que la inversión justifique beneficios reales mayores a los brindados por las medidas indicadas anteriormente en el presente documento. Es por ello que la **ejecución** debe realizarse a partir de cinco años.

1. Se recomienda que se utilicen lámparas LED para iluminación exterior que no causen deslumbramiento (como las que están el espectro de luz

³⁹ Las soluciones indicadas pueden servir de base al diseñador para el desarrollo de sistemas de iluminación LED en entornos interiores y fines decorativos.

blanco azulada [54]) que no generen contaminación visual [55], [56] y que estén en un espectro de luz menor a 500 nanómetros para que así no afecten los patrones de comportamiento de la vida nocturna.

2. Se recomienda que se regule la tensión de la instalación para evitar daños en los elementos, además de que no se toquen sin una conexión apropiada a tierra.
3. Se debe considerar la mejor configuración de instalación de los LED con el fin de no modificar drásticamente las necesidades de iluminación de los ambientes⁴⁰. Además la protección de los elementos de acuerdo con la tensión de la configuración, medio regulador y corriente de la misma. Se debe asegurar la calidad de los elementos reguladores de corriente y tensión, para evitar daños rápidos de la electrónica de control y que se afecte el funcionamiento de las fuentes LED.
4. Se recomienda el uso de este tipo de lámparas para los sistemas de alumbrado de emergencia, pudiendo usarse aquellos con mayor temperatura del color para así tener una mayor eficiencia del sistema.
5. Los elementos usados en la instalación deben ser descritos de forma detallada en los aspectos que le competan, así como se especifica en las planillas para lámparas adjuntos, anexando las características de uso, restricciones técnicas y de operación, planes de mantenimiento, dispositivos de control compatibles y disposición final de los RAEE.

⁴⁰Debe seguirse cumpliendo lo especificado en el numeral 5.3.6.6.

5.3.6.27. Ejercer control centralizado en grandes instalaciones y apoyarse en un sistema de gestión energética y un BMS (Building Management System).

Usar sistemas de control centralizado como complemento a las medidas anteriores, en instalaciones de gran tamaño, permite una mejor gestión energética, así como un registro y control del consumo, variables del sistema y calidad de los servicios. Para evitar las imprecisiones que se puedan presentar por la implementación de los elementos de control mencionados es conveniente que se incorpore un sistema de manejo energético de edificios, con capacidad de monitoreo, seguimiento y control. (Esta pauta será explicada el ítem **5.3.8**).

5.3.7. CLIMATIZACIÓN

La climatización tiene como objetivo principal la generación y mantenimiento de un nivel adecuado de confort para los ocupantes de un ambiente cerrado, también ofrece la garantía del mantenimiento de un conjunto de condiciones ambientales para el desarrollo de un proceso o actividad específica que requiera un nivel de temperatura determinada dentro de un recinto.

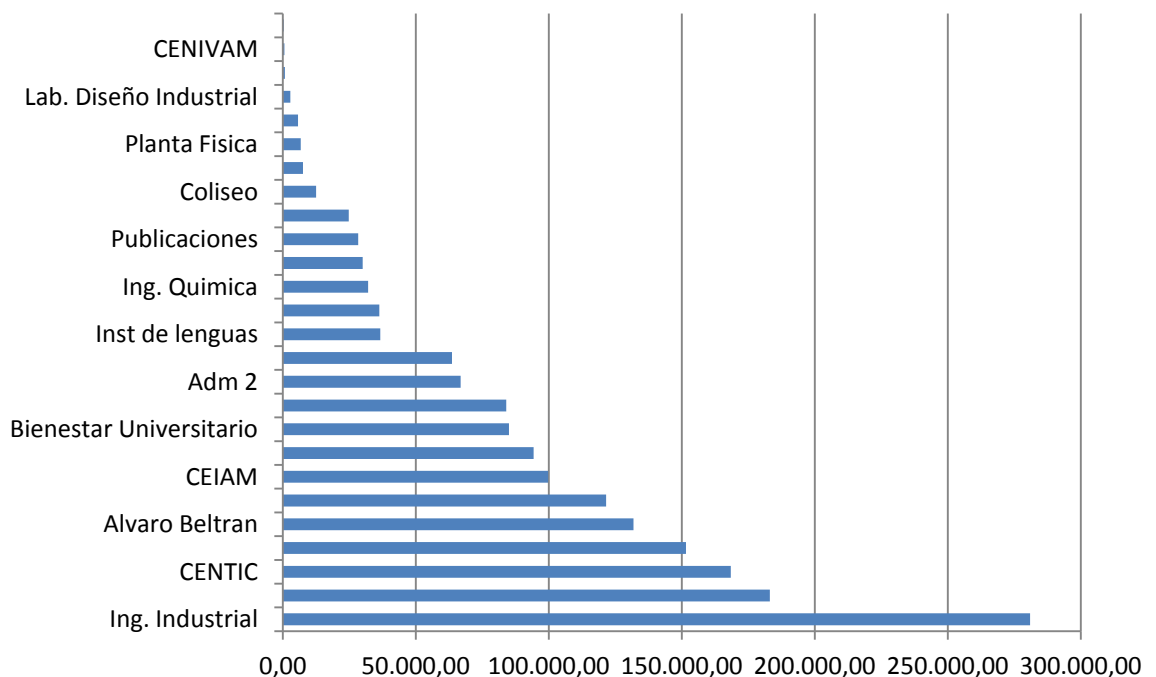
El propósito de un sistema de acondicionamiento de aire es tratar el aire para lograr controlar condiciones de humedad, temperatura, pureza y ventilación, con el fin de proporcionar un ambiente confortable a las personas y a las máquinas y materiales cuyas condiciones de operación y conservación así lo exijan. **[57]**

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Acondicionar el aire implica controlar una serie de variables físicas⁴¹ al interior del local, básicas en el control del confort térmico. Hoy en día los tres ejes principales que rigen la evolución de la climatización son: la calidad del aire interior, el consumo energético y el impacto medio ambiental. En este sentido, un sistema de aire acondicionado bien proyectado y ejecutado, orientado hacia el ahorro de energía, debe contar con equipos eficientes, uso de combustibles económicos o fuentes de energía alternativas y a esto debe agregarse una correcta operación, mediante temperaturas, velocidad de distribución de fluidos, tiempos de utilización y sistemas de control óptimos. [58]

La carga por climatización es uno de los factores de mayor consumo en los edificios y la UIS no es la excepción, tal como lo indica la siguiente gráfica:

Figura 27. Carga instalada en KW, de equipos de aire acondicionado sede central UIS.



Fuente: Autores, basados en datos referencia [29].

⁴¹temperatura seca, la humedad y calidad del aire.

Es por ello que la UIS actualmente busca implementar una política de renovación de equipos, que pretende reemplazar los aires acondicionados que ya no están en condiciones de seguir ofreciendo un servicio eficiente; también tiene proyectado el crecimiento de la infraestructura física a mediano y a largo plazo, lo que representa un crecimiento significativo de la carga de climatización en la Universidad.

Basado en esto se considera importante definir políticas y pautas técnicas orientadas a reducir el consumo energético debido a equipos de enfriamiento, para evitar que edificios nuevos o repotenciados repitan algunos errores cometidos en proyectos recientes⁴². A continuación se plantean dichas recomendaciones:

5.3.7.1. Deben utilizarse equipos de climatización eficientes energéticamente.

La selección de equipos eficientes energéticamente es el complemento para lograr un sistema de climatización orientado hacia el uso racional de la energía, como ya se indicó en el numeral 5.3.3.4 el rango de eficiencia de los equipos de aire acondicionado recomendado es el “A” o el “B” inicialmente.

5.3.7.2. Los equipos de aire acondicionado se deben instalar en circuitos eléctricos independientes, con conductores y dispositivos de protección adecuados.

El circuito que alimenta el equipo debe ser independiente y el calibre del conductor se dimensionará según la potencia nominal del aparato; de igual manera se recomienda no enviar más de dos circuitos por ducto o tubería. La

⁴² Se pudo observar en las reuniones efectuadas en la etapa de indagación, que el edificio de Ingeniería Industrial, el cual es el de más reciente ejecución tiene características de climatización ineficientes.

independencia del circuito brinda ventajas de confiabilidad en cuanto al servicio y versatilidad al diseño debido a que se pueden ejercer acciones encaminadas hacia la gestión y control específico de la carga.

5.3.7.3. *La ubicación del Equipo exterior del aire acondicionado debe establecerse en una zona con buena circulación de aire y protegido de los rayos del sol.*

Si se toma la decisión de colocar el equipo de aire acondicionado en el exterior de la infraestructura, se debe ubicarla unidad a la sombra, ya que así se logra reducir el consumo de electricidad en un 10% [42]. También el diseñador debe sugerir como buena alternativa, plantar árboles o arbustos para darles sombra a los aparatos de aire acondicionado sin que estos bloqueen el flujo de aire. La ubicación del equipo debe ser determinada de tal manera que este reciba el mayor flujo de aire posible. Si es necesario hacer una simulación previa, o visitar la zona de instalación, para referencias del flujo de aire en el punto, es recomendable hacerlo.

5.3.7.4. *Especificar el termostato para el control del apagado y encendido de los aires acondicionados en función de la temperatura.*

El termostato es un dispositivo que permite regular la temperatura del ambiente y cumple un papel muy importante en el control de consumo de energía, pues le proporciona una señal al equipo para que se apague el compresor cuando alcance la temperatura deseada. La eliminación o falta de graduación del termostato puede representar un desperdicio equivalente al 30% de la energía consumida por el equipo [48], por ello debe implementarse en el sistema de climatización para reducir el gasto de energía. Para un consumo eficiente y

confortable el termostato debe graduarse a una temperatura de 22° C, y preferiblemente debe ser programable.

5.3.7.5. No especificar la ubicación de cargas que emitan calor cerca del termostato del aire acondicionado.

Si el termostato está próximo a equipos que emiten calor, este lo detecta, lo que puede hacer que el dispositivo tome una medida incorrecta de la temperatura y el aire acondicionado funcione más tiempo del necesario y por lo tanto aumente el consumo de energía. Por ende se recomienda que la instalación del mismo sea alejada de los espacios previstos para la ubicación de dichos equipos.

5.3.7.6. Se deben zonificar los entornos a climatizar.

La zonificación es uno de los aspectos más importantes en el diseño del sistema de climatización; a partir de ella se pueden lograr resultados de eficiencia energética interesantes ya que es posible diferenciar la demanda dependiendo de la ocupación y/o aplicación, y establecer las características más convenientes para cada entorno. Por ejemplo los laboratorios normalmente incorporan equipos que necesitan un nivel de temperatura constante para su correcto funcionamiento y conservación; en áreas como estas se debe instalar un equipo independiente que alimente uno o más entornos con las mismas necesidades.

Los espacios con ocupación irregular o no constante (o que no necesitan condiciones controladas), tales como salas de profesores, conferencias, aulas de clase, deben ser climatizados con equipos independientes con sus circuitos exclusivos correspondientes. No es recomendable el uso de equipos de AA para climatizar entornos abiertos o pasillos (a menos que la zona sea interior y

cerrada), pues en estos casos la ventilación natural se convierte en la mejor opción.

5.3.7.7. *Diseñar espacios bajo el concepto de Arquitectura Bioclimática.*

Un diseño bioclimático busca adaptar las condiciones climáticas del entorno al diseño; el aprovechamiento de la luz natural, la circulación del aire, la humedad, techos verdes⁴³, las aguas lluvias y subterráneas, las corrientes telúricas, y además una adecuada elección de materiales da como resultado un diseño sostenible con el ambiente que sigue brindando condiciones de confort y servicio de alto nivel.

Los colores claros en techos y paredes exteriores reflejan el sol y evitan el calentamiento de los espacios interiores, la implementación de cubiertas verdes hace que la carga por climatización se reduzca considerablemente y como estas hay otras soluciones que brinda un diseño hecho bajo lineamientos arquitectónicamente sostenibles.

Restricción: debido al trabajo integrado de diseño que debe realizarse para implementar esta recomendación, la ejecución debe realizarse en un período superior a cinco años para permitir que la UIS desarrolle políticas más avanzadas en la adjudicación e integración de las fases de diseño de los proyectos eléctricos.

5.3.7.8. *Implementar cubiertas verdes en las edificaciones.*

La implementación de cubiertas verdes tiene gran acogida en el medio debido a los beneficios ambientales que brindan, tanto así que un estudio reciente en la Universidad Estatal de Michigan ha develado que el crecimiento y la

⁴³En el numeral **5.3.7.8** se explica de manera más profunda la implementación de cubiertas verdes como solución para disminuir el consumo en cargas de climatización.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

expansión de los techos verdes puede captar más de 55 mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂) que se libera en un área urbana con una población de alrededor de un millón de personas [59].

La implantación de techos verdes es una práctica que lleva siendo ejecutada hace varios años en países como Alemania, Austria, Suiza, Holanda, Hungría, Suecia y El Reino Unido que tienen asociaciones que fomentan los techos verdes. La ciudad de Linz, en Austria, paga a los constructores para que instalen techos verdes y en Suiza hay una ley federal al respecto. Gran Bretaña comenzó lentamente pero las políticas sobre este tema han cobrado gran vigor, especialmente en Londres y Sheffield; en el 2001 el gobierno de Tokio incluyó como requisito que todos los edificios nuevos que sobrepasarán los 1000 m² de suelo debían poblar el **20% de sus azoteas**: la meta era instalar 1200 hectáreas de techos verdes para el año 2011 y reducir la temperatura del centro de la ciudad en 1°C [60].

En Colombia ciudades como Bogotá ⁴⁴, Barranquilla, Medellín han implementado paulatinamente cubiertas verdes en sus edificaciones; este tema está siendo liderado por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, que además busca crear un sistema de certificación local, que se ajuste a las realidades del país y pueda aplicarse en edificaciones amigables con el medio ambiente [61]. Como ejemplo se tiene el Colegio San José, en Barranquilla que implementó techos verdes en todas sus terrazas y además optó por diseñar las aulas con una orientación N-S y acabados reflectivos para aprovechar la luz de día.

⁴⁴ El acuerdo N°. 338 de 2009 “Por el cual se implementan, promueven y estimulan las tecnologías de creación de techos verdes en Bogotá, D.C” es el primera fundamentación legal instaurada en Colombia en relación a los techos verdes.

Figura 28. Techos verdes a implementar en Colegio San José, Barranquilla, Colombia.



Fuente: Revista Dinero. Edición 6 de diciembre 2009.

Beneficios de las cubiertas verdes

- Según estudios los techos verdes son una excelente estrategia para atender el fenómeno de la isla calor, al disminuir de un 3% a 8% la concentración de calor en las ciudades. **[62]**
- Se logra un significativo ahorro energético debido a la menor utilización de aires acondicionados. **[62]**
- Contribuyen a mejorar la calidad del aire y del hábitat y a disminuir los niveles de CO₂. **[63]**
- Esta aplicación es compatible con panel fotovoltaicos , es más , favorece su funcionamiento en zonas tropicales al disminuir la temperatura de la terraza donde están instalados. **[60]**
- Reducción de ruidos **[64]**.
- Apoyo en fortalecimiento de imagen y comercialización **[64]**.

Características Generales de Las Cubiertas Verdes

- Las características deseables de una cubierta verde son: Resistencia a la sequía , resistencia a cambios bruscos de temperatura , el crecimiento vegetal moderado , la vegetación con raíz de corta profundidad , la alta esperanza de vida , un mínimo mantenimiento , un mínimo requerimiento de irrigación , así como una buena apariencia.[61]
- Los componentes de una cubierta verde son: Una capa vegetal, un suelo de cultivo y un conjunto de capas protectoras. El espesor de la aplicación normalmente está entre 10 y 30 cm.[36]

Vegetación: Es la parte visual de la aplicación. Su parte foliar determina en parte al nivel de aislamiento térmico, ya que a mayor sombra generada sobre el sustrato menor calor será transmitido a la estructura. Para la selección de la especie vegetal se debe tener en cuenta el nivel de irrigación, la profundidad mínima de la tierra de cultivo y el nivel de tolerancia al calor.

Suelo de Cultivo: Su composición determina en gran parte la vida útil del proyecto. Se debe caracterizar por ser liviano, nutritivo y de alta expectativa de vida.

Capa de drenaje: Permite controlar el nivel de agua lluvia y de riego del suelo de cultivo, a partir de material granular (grava) y de una estructura reticular plástica liviana. Su presentación en rollos o en unidades cuadradas permite su fácil instalación.

Capa anti-raíz: Esta membrana evita que las raíces de la vegetación sembrada se extiendan hasta la capa impermeabilizante, lo cual podría ocasionar perforaciones a ésta. Las últimas capas de drenaje ofrecidas en el mercado también cumplen con esta función.

Capa de impermeabilización: Evita el contacto del agua con la placa de hormigón y con ellos problemas de humedad. Se realiza a partir de una tela de

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

PVC o de una solución asfáltica (aplicación líquida). La primera estrategia es la más común debido a la no necesidad de aditivos.

Las cubiertas verdes se clasifican según se puede observar en la siguiente tabla :

Tabla 11. Clasificación de las cubiertas verdes.

CRITERIO	TIPO	
ESPESOR	Extensivo	Techos verdes horizontales o inclinados con espesores de 5 cm a 30 cm, generalmente cercanos a 10 cm. Son de bajo mantenimiento y un peso menor a 150 kg/m ² .
	Intensivo	Techos verdes horizontales con un espesor de 30 cm o superior cuyas plantas son de raíces generosas. Requiere un mantenimiento considerable.
INSTALACIÓN	Modular	Se caracteriza por la utilización de módulos (plásticos o metálicos) o sacos, de aproximadamente 0,2 m ² y un espesor de 5cm a 15cm, que almacenan el sustrato y en el cual se siembra la vegetación. Es de fácil y rápida instalación. La vegetación puede ser sembrada varias semanas antes de la ubicación definitiva de los módulos.
	En sitio	Son los techos verdes tradicionales, que consiste en el extendido de tierra sobre toda la terraza previa adecuación a partir de la instalación de las membranas para la posterior siembra de la vegetación.
PENDIENTE	Horizontal	Son aquellos que tienen una pendiente menor a 5%. Debido a su baja pendiente su sistema de drenaje debe ser especialmente diseñado.
	Inclinado	Techos verdes de 5% hasta 40% de pendiente que deben ser especialmente confinados en sus laterales para evitar deslizamientos. Una gran ventaja de éstos, es la facilidad de su drenaje.
DISEÑO	Artesanal	Son aquellos desarrollados a pequeña escala, principalmente en zonas rurales. Se caracterizan por la utilización de elementos comunes, sean naturales o sintéticos.
	Tecnificado	Son los comúnmente desarrollados en edificaciones y que emplean productos especializados para este tipo de proyectos y por ello su costo es mayor. Tienen mayores prestaciones en drenaje e impermeabilización que los de tipo artesanal.

Fuente: OSMA, Germán. Referencia [36].

- **Cubiertas verdes en la UIS**

La primera cubierta verde a implantarse en la Universidad va ser la del complejo de la E3T, se establecerán seis terrazas verdes, dos para el Edificio de Eléctrica I y cuatro para el edificio de Eléctrica II. [36].

Figura 29. Vista proyectada de la cubierta verde a dos niveles en el Edificio de Eléctrica I



Fuente: Referencia [36].

A continuación se enuncia y explica la pauta de diseño encaminada hacia el ahorro energético en carga de climatización a partir de la implementación de cubiertas verdes, basada en las ventajas y necesidades antes mencionadas:

5.3.7.8.1. Implementar Cubiertas Verdes en las azoteas de los edificios de la UIS.

Se debe realizar el análisis costo beneficio de la implementación de cubiertas verdes, haciendo énfasis en el impacto ambiental positivo que tiene implementar este sistema en el diseño, de igual manera se debe tener en cuenta el ahorro en cuanto a carga de climatización se refiere y sobre todo que la decisión de implementar o no las cubiertas verdes sea una decisión unificada por parte de los diferentes profesionales involucrados en la estructuración del diseño.

Restricciones: es relevante saber que la implantación de las cubiertas verdes demanda adaptaciones en la edificación en diseño o en construcción tales como: un soporte estructural para la carga adicional, un sistema de irrigación, un sistema de captación de aguas lluvias, unas condiciones de seguridad para el personal durante su construcción, uso y mantenimiento; que junto a los componentes requeridos para su construcción, representan una inversión adicional, por lo que el diseñador debe contemplar tales aspectos.[36] Por este hecho se plantea la ejecución de esta recomendación para un período mayor a cinco años.

5.3.8. SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL INTEGRADO DE EDIFICACIONES

Las recomendaciones indicadas en materia de iluminación, climatización y medición son efectivas cada una por separado y brindan un impacto considerable en el ahorro energético, mientras tengan una utilización a mediana y gran escala. Éstas actúan de manera focalizada, aunque logran un máximo potencial cuando todas se integran entre sí a través de un sistema que permita la medición, seguimiento, control de las variables energéticas y procesos a automatizar.

Es conveniente el uso de este tipo de sistemas cuando se tienen diversos subsistemas relacionados entre sí pero que trabajan de manera independiente, tal como ocurre en la UIS en los distintos edificios, laboratorios, zonas comunes, los cuales conforman un conjunto con un consumo elevado [29], en el que sería ideal que todos los sistemas de control y monitoreo locales

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

confluyan en un mismo punto para tener una visión del comportamiento energético, analizar las variables eléctricas y finalmente ejercer la gestión más adecuada según las necesidades globales. Además se puede unir la medición de variables eléctricas por ejemplo, el control de iluminación de un aula, piso o edificio, con el control de accesos, la conexión y desconexión de circuitos ramales o cargas de climatización según sean las necesidades y utilización de tales elementos.

Aunque con analizadores de red y medidores comunes, tenemos una herramienta de monitoreo con la cual, como acción complementaria, hacer seguimiento a los parámetros eléctricos, y lograr controlar y modificar malos hábitos de consumo, es imperativo el uso de equipos con capacidad de tele medida y control que tengan costos bajos, considerando que implementar SCADA (Supervising Control And Data Adquirement) teniendo en mente un control extensivo puede resultar bastante costoso dados los precios de estos equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior debemos mencionar una solución acertada a dichas inquietudes: Un BMS (*Building Management system- sistema de gestión de edificaciones*), es básicamente un sistema de control conformado por software y hardware que permite operación, mantenimiento de instalaciones mecánicas, eléctricas, contra incendios y de seguridad; y que puede ser usado en diversas áreas y tipos de edificaciones, tales como hoteles, centros de convenciones, centros comerciales, farmacéuticas, hospitales, industria, gobierno e **instituciones educativas**.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Algunos de los beneficios específicos que nos brinda un BMS son:

- Control de ventilación y confort térmico (calidad de estadía).
- Respuesta rápida y efectiva ante desperfectos en elementos o condiciones térmicas y lumínicas en ambientes.
- Reducción del tiempo de espera y ejecución de los mantenimientos.
- Programación efectiva de mantenimiento de instalaciones y equipos de aires acondicionados, fuentes luminosas, elementos estructurales.
- Posibilidad de control individual de espacios y/o elementos.
- Monitoreo efectivo de los equipos de los diversos sistemas interconectados (hidráulico, térmico, mecánico, eléctrico)
- Monitoreo efectivo del consumo energético.
- Mejoramiento de tareas de inspección de elementos y condiciones de seguridad de usuarios y trabajadores.
- Detección temprana de problemas en los sistemas.
- Incremento en confiabilidad de los sistemas.
- Ahorro en consumo energético.
- Flexibilización del uso de las instalaciones y espacios de las edificaciones.
- Control remoto o central del sistema.
- Evita que equipos (HVAC⁴⁵, iluminación) queden encendidos en horas y días en los que no hay personal, ayudando a ejercer un control en el consumo.

⁴⁵Heating, ventilation, and air conditioning (calentamiento, ventilación y aire acondicionado).

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Termostatos con comunicación a red y bloqueo de teclado, que permiten ajuste desde una estación de trabajo (cualquier PC) al personal autorizado, sin acceso local y sin utilizar cajas protectoras para evitar manipulación.
- Control de persianas, según necesidades lumínicas del ambiente y complementando un proceso de censado y automatización de HVAC e instalación eléctrica.
- Programación de arranques y encendido de aparatos.
- Ajustar parámetros de operación de los equipos y establecimiento de rangos óptimos de trabajo.
- Aumento del ciclo de vida de los equipos debido al uso más adecuado y oportuno de los mismos.

Las funciones de estos sistemas se enfocan en 3 aspectos claves que son monitorización, control y optimización de las instalaciones de las edificaciones en aspectos variados como se mencionó anteriormente. En orden de cumplir con su labor, los BMS están compuestos, dependiendo del tipo de sistema a gestionar y del objetivo de su implementación, de diversos elementos por 3 grandes partes, control distribuido, control de supervisión con web server, e integración.

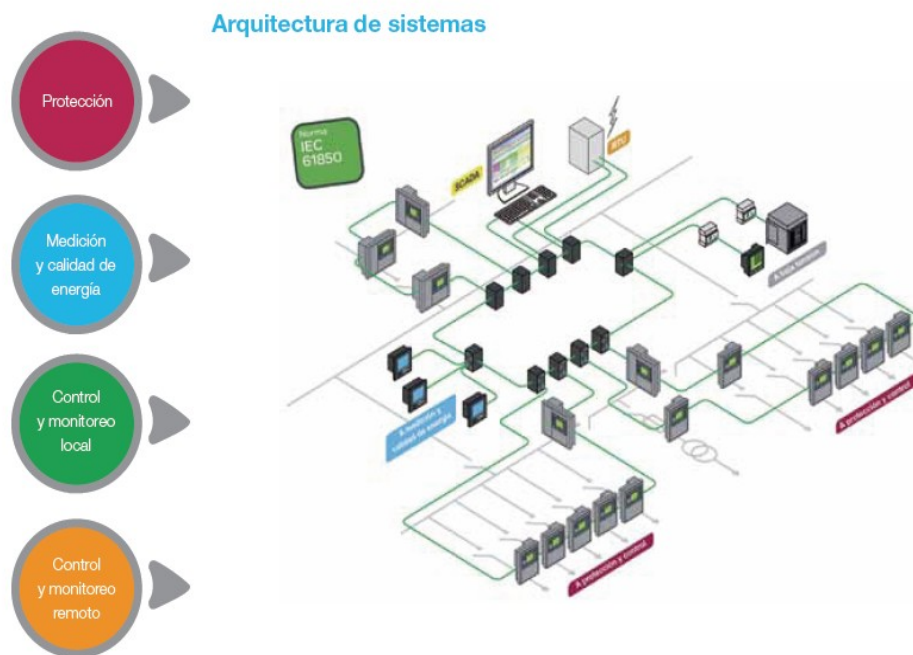
El primero se refiere a la lógica de control de campo, la cual define cómo se maneja cada sistema según su función o según la necesidad que se presente; esta lógica está en cada controlador de campo, por ende es de forma no centralizada. La segunda elimina la dependencia de un software en un único computador, permitiendo acceso a la información desde cualquier dispositivo con conexión a internet; también se puede tener un servidor central que cuente

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

con las condiciones térmicas, de seguridad y toda la infraestructura necesaria para su funcionamiento. La tercera parte es la integración, capacidad a través de la cual se pueden unir los subsistemas al centro de monitoreo y control central, o a los servidores de almacenamiento de la información.

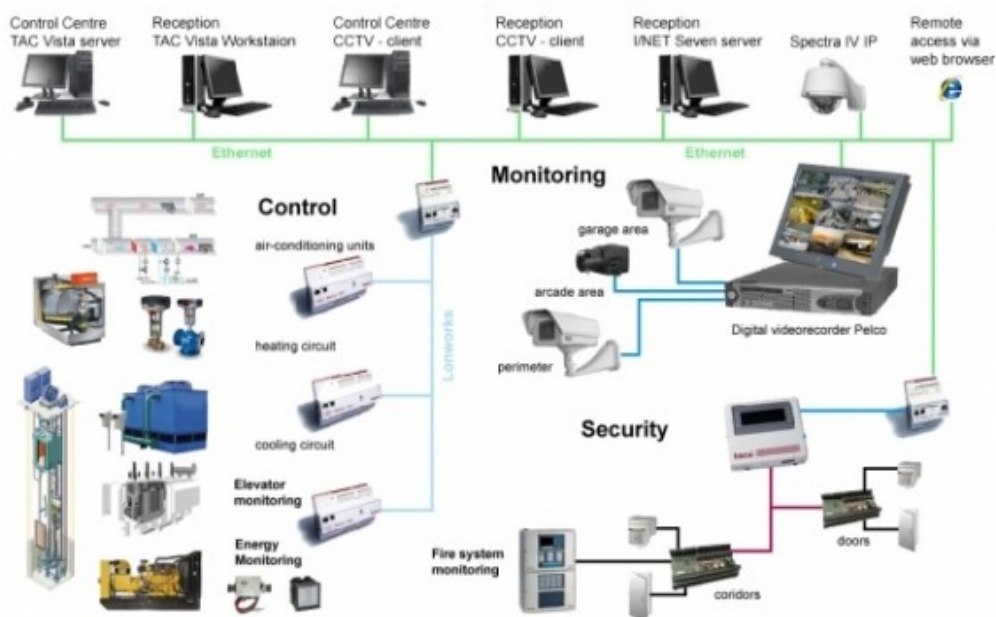
A continuación podemos observar la arquitectura de este tipo de sistemas y la aplicabilidad al campus universitario, pudiendo no sólo conectarse circuitos ramales y tableros de distribución, sino también las subestaciones eléctricas, UPS, bancos de baterías y la red de media tensión:

Figura 30. Estructura de un sistema de gestión de edificaciones⁴⁶



⁴⁶ El BMS puede tener diversas variaciones según la cantidad de equipos utilizados y el fabricante de los elementos.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



Fuente: Schneider Electric.

En un ciclo de vida de una edificación se pueden tener costos importantes en **operación** correspondientes a un 50 % de los totales del edificio en ese lapsus, así como un 25% en **remodelaciones y reestructuración** en caso de realizarlas, teniendo en cuenta que las edificaciones en la UIS (administrativas, aulas de clase, atención personal) constituyen alrededor de un 85% a 90 % de la carga instalada de la misma, e infiriendo un consumo energético proporcional a la carga instalada de cada una, y que la clase de las cargas (en especial las de HVAC) debido a las condiciones climáticas permite tener un alto potencial de ahorro energético, la implementación de un sistema de gestión de edificios con automatización y control, además de políticas URE, podría significar un ahorro entre un 20-40% en consumo y un 10% en costos de **mantenimiento** con las tecnologías disponibles. [42]

Actualmente la UIS está desarrollando un proyecto relacionado con la implementación de un sistema de control de accesos peatonal y vehicular de la sede principal y la facultad de salud, el cual busca adoptar una plataforma de

integración para el control de accesos. Sin embargo como ya se mencionó, un sistema BMS permite que en él confluyan diversos subsistemas como lo muestra la figura 31, por lo cual es posible la inclusión de aspectos como el control de iluminación, climatización y la gestión energética.

En el trabajo elaborado en la referencia [36], OSMA, Germán. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Tesis de maestría “Uso racional de la energía a partir del diseño de aplicaciones sostenibles en el edificio eléctrica II de la Universidad Industrial de Santander”, se puede observar en la **Figura 2.7** y **Tabla 2.9** una estructura de medición de parámetros a implementarse en el edificio de eléctrica, la cual puede servir de ilustración y fuente de información para el diseñador en caso de adoptar sistemas de este tipo.

La premisa de la recomendación es entonces, que además de mejorar las condiciones de miembros de la comunidad universitaria, también se pueden lograr beneficios económicos y mejor aún, de ahorro energético, para contar con una infraestructura eficaz, eficiente e integral donde se maximice la capacidad de operación de los sistemas de la Universidad. A continuación se brindan las recomendaciones que permiten cumplir dicho objetivo:

5.3.8.1. Usar equipos con capacidad de conexión por medio de diversos protocolos de comunicación.

Usando un sistema BMS, como un requisito desde los mismos proyectos de diseño eléctrico se establece un parámetro complementario a las nuevas reestructuraciones y ampliaciones de planta física que está llevando a cabo la UIS, los cuales contemplan sistemas de este tipo como alternativas viables para integrar los subsistemas de las edificaciones nuevas y repotenciadas.

El software de un BMS tiene una capacidad comunicativa por medio de protocolos de comunicación, por ejemplo TCP/IP, según la gama y marca de

los equipos, aunque se tienen referencias que operan con diversos protocolos al mismo tiempo haciéndolos más versátiles.

Por ende, el sistema del tipo propuesto que sea ejecutado, debe proporcionar integración con una plataforma de integración ya existente, debe ser controlable, brindar monitoreo sofisticado, medición, verificación, reporte versátil y red de comunicación, pudiendo realizarse una conexión adecuada de los equipos según la ubicación o necesidad, permitiendo que los sistemas estén interconectados sin software adicional facilitando las labores de adquisición y reemplazo de equipos, y permitiendo control y seguimiento externo.

5.3.8.2. Utilizar analizadores de red y elementos de medición que permitan luego incorporarse a un BMS.

En primera instancia, se deben incorporar analizadores de red y centros de medida, desde el diseño eléctrico, que permitan la medición y seguimiento de los parámetros (tensión, frecuencia, corriente, potencia y energía, distorsión armónica de corriente y tensión) de elementos importantes como la subestación eléctrica (dependiendo de la gama del analizador), las cargas de climatización, iluminación, cargas ti (datos). Esta cuantificación permite establecer bases para una correcta gestión energética en términos de calidad de potencia y confiabilidad eléctrica, además de identificar el estado de ciertas variables a controlar para fines de automatización de procesos, control de iluminación, control de velocidad y control local o remoto supervisado.

Los equipos de medición deben dimensionarse según la cantidad de parámetros que se quieran monitorizar. Tales elementos deben estar en capacidad de conectarse a un controlador general por edificio para que éste envíe la información a una plataforma de análisis de datos y luego desde ese

punto vaya a una plataforma de gestión y de control supervisado central existente provista por la UIS como parte de su gestión energética.

La información obtenida desde los centros de medida puede ser seguida continuamente o en tiempo real, y aún más importante, a partir de ella se pueden elaborar planes de acción enfocados hacia URE y optimización de procesos. En base a los aspectos indicados al comienzo de la sección **5.3.8** y a la estructura de los BMS, buscando a la vez un ahorro económico, se recomienda:

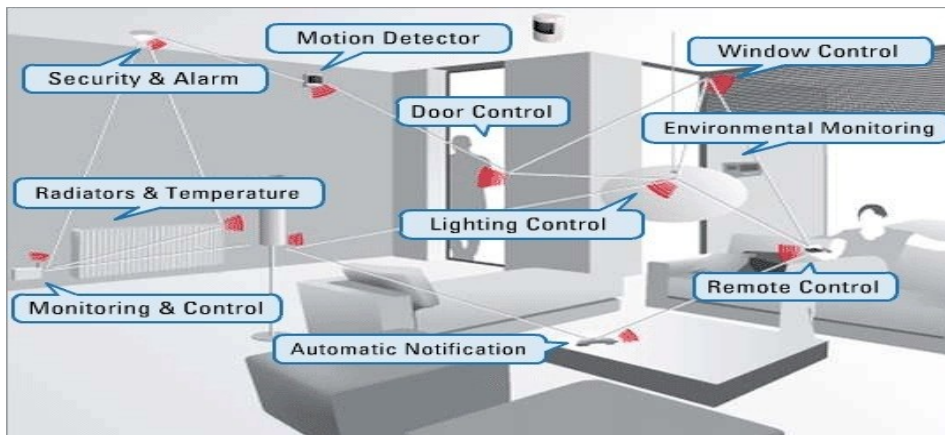
5.3.8.3. *Utilizar equipos en los tableros de distribución, con capacidad de control y tele medida.*

Restricción: dada los costos actuales de equipos de este tipo se recomienda un tiempo de cinco años para la ejecución amplia de esta recomendación.

5.3.8.4. *Adecuar un centro de control remoto con interfaces adecuadas para el monitoreo y gestión de cargas y circuitos ramales.*

La siguiente ilustración nos muestra como pueden estar los sistemas de climatización, iluminación, acceso y seguridad integrados; y aunque la misma está ubicada en un entorno residencial no deja de poder llevarse su idea principal a las edificaciones de una institución educativa como la UIS.

Figura31. Tecnologías integradas de sistemas de gestión energética de edificios.



Fuente: www.orbe.com.

Al contemplarse la incorporación de BMS como sistema de integración se consideran los aspectos a integrar:

5.3.8.5. ***Control de iluminación por medio de una plataforma integral de gestión de edificaciones.***

Los elementos como sensores de luz, fotocélulas, detectores de presencia, temporizadores, deben estar conectados a un BMS para efectos de monitorización⁴⁷, seguimiento, e intervención de los circuitos e instalaciones que controlan en cualquier momento. Debido a que el sistema es integrado se deben interrelacionar variables como la cantidad de luz determinada por sensores, así como las medidas por sensores de presencia, temporizadores, incluso sensores térmicos y lograr un control completo y mucho más eficiente.

A continuación se plantean las recomendaciones a seguir, complementadas desde el diseño eléctrico, para obtener el mayor potencial de sistemas de gestión en edificaciones:

⁴⁷ Poder saber el estado de tableros y circuitos ramales específicos en cualquier momento independientemente de la labor de control automático que ejerzan los elementos mencionados.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

1. Se debe programar y controlar en el sistema de gestión remoto, el encendido de circuitos de iluminación exterior, basados en la interacción de todos los elementos de control del BMS, en horarios nocturnos debe programarse la desenergización de circuitos o elementos que no se estén usando, o aquellas donde no se necesita presencia de personal de seguridad; para este fin se recomienda seguir las pautas indicadas en el numeral **5.3.6**.
2. El sistema debe permitir desconectar o apagar los circuitos de iluminación y de propósito general en horarios donde no se presente ocupación por parte del estudiantado (10:00 pm-5:00 am) (salvo laboratorios, centros de estudio, donde se tiene ocupación no constante y donde algunas prácticas requieren uso extemporáneo de las instalaciones) por medio de interruptores y equipos que se activen automáticamente o con un mando remoto.
3. Coordinar el encendido y apagado de circuitos en función de los horarios de ocupación de aulas de acuerdo con la programación de ocupación y asignación de espacios cada semestre, o según reservas de aulas para trabajos extracurriculares.

Restricción: esta recomendación debe ejecutarse a largo plazo (tiempo mayor a 5 años) debido a los retos que implicaría actualmente pues es necesaria una interacción entre el centro de gestión con admisiones y registro académico, reserva de aulas, etc.

4. Gestionar central o localmente los circuitos de iluminación de oficinas, ya sea por pulsadores que abran o cierren interruptores con capacidad de comunicación y mando remoto, o por medio de dichos equipos con capacidad de activación remota, los cuales permitan gestión centralizada recibiendo órdenes de encendido y apagado, pudiendo a la vez verificar las condiciones de los circuitos.

5. Por medio de los sensores integrados al BMS aprovechar la luz natural en las aulas y sitios de trabajo, mientras esta llegue en cantidades suficientes, para encender circuitos específicos que permitan obtener el nivel requerido. Dado que el sistema es integrado, se deben relacionar las variables de climatización con las lumínicas para lograr el mayor aprovechamiento de la luz natural y la menor incidencia térmica de la luz solar sobre la edificación. También se debe usar el sistema para el control de las cortinas o persianas automatizables, en el caso que las haya.

5.3.8.6. Control de dispositivos de climatización.

El diseño debe permitir un control de dichos elementos para poder ejercer un control energético enfocado hacia el ahorro. Si se integran todas éstas cargas a un sistema que permita el monitoreo, seguimiento y control de las mismas pueden tenerse aspectos muy importantes bajo vigilancia, tales como los horarios de operación de los equipos, fallas técnicas, eficacia del proceso y punto de operación. A su vez se puede controlar la temperatura de climatización de aulas y entornos de acuerdo a la necesidad de los ambientes por medio de sensores térmicos instalados en ellos que complementen el funcionamiento de dichos equipos, y regulen las mínimas temperaturas de climatización de espacios y evitar consumos energéticos innecesarios.

Esta gestión puede realizarse de manera continua y acorde a comportamientos estudiados, pero el diseño establecido para tal fin debe permitir flexibilidad y control sobre los procesos. A continuación se mencionan las recomendaciones relacionadas con la conexión de aparatos de climatización a un BMS:

1. Se deben medir variables como temperatura de cada ambiente, ocupación de espacios (los sensores de ocupación no deben limitarse sólo a iluminación sino que pueden activar cargas de aire acondicionado

en horarios donde no haya ocupación constante) y así determinar si es o no necesario el encendido de los elementos de HVAC (monitorización continua del estado de las cargas de climatización), y a partir de eso desconectar los equipos de aire acondicionado que no se están usando. Citando un ejemplo, si quedan encendidos equipos de noche ese consumo energético innecesario puede regularse y, según el equipo y el trabajo que realice, lograr un mayor porcentaje de ahorro.

2. Establecer parámetros de temperatura para garantizar control sobre el consumo (recordemos que cada grado de temperatura que se disminuya en un ambiente conlleva un gasto energético mayor [25]), así se evita que espacios aulas de clase donde las temperaturas debería situarse en 20-22 grados Celsius, se tengan equipos trabajando a 18-16°C (basándose en estudios de calor perceptible por el ser humano y tasa de ocupación de aulas o ambientes se debe pautar un rango específico de la temperatura de los espacios).
3. Uso de interfaces hombre-máquina (HMI) desde una estación de control central que permitan gestionar las cargas de HVAC. Debido a que no todas las edificaciones o aulas poseen aire acondicionado, pueden o no contemplarse en el dimensionamiento del BMS, sin embargo debe incluirse en toda repotenciación o diseño nuevo que lo permita, pues los planes de expansión de la Universidad pueden incluir más cargas HVAC en los diseños.

5.3.8.7. Monitoreo de la demanda.

Aunque se pueden tener datos de capacidad instalada que dan referencias acerca de qué entorno puede consumir más potencia [29], se deben tener mediciones independientes del consumo de cada uno, y su incidencia en el consumo global del campus, para medir y monitorear las variaciones que se

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

encuentren fuera de rangos comunes (por qué aumentó el consumo, qué está pasando en determinado edificio), con el fin de ejercer gestión energética.

“La sede principal de la Universidad cuenta con tres puntos de medición de energía eléctrica, instalados en el CENIVAM, coliseo y en el conjunto de edificios principales, lo cual hace difícil conocer el consumo exacto de cada edificio del campus” [37]. Es por ello que con un BMS, como sistema integrado, se deben realizar mediciones de consumo específico que ayuden a ejercer gestión energética y control en la búsqueda del URE.

Nota: Si bien en este documento se presenta énfasis en los aspectos eléctricos de diseño, este tipo de plataformas también brinda opciones sobre aspectos mecánicos, hidráulicos, control de bienes, calidad de servicio, control de ingreso y ubicación, por ejemplo. Es decir que existen herramientas valiosas para monitorizar diversos procesos en la UIS simultáneamente, así que un BMS no es una herramienta útil sólo para apoyar la infraestructura eléctrica, sino también para complementar labores relacionadas con las divisiones de planta física, mantenimiento tecnológico, servicios de información, así como la planeación y contratación de servicios.

Restricciones:

- Se debe iniciar con la instalación elementos de automatización y control de acuerdo con las necesidades primarias. **ejecución:** inmediata.
- Incorporar analizadores de red, medidores y registros con capacidad de tele medida, que tengan capacidad de conexión con elementos de igual o mayor gama, que no impliquen alto costo. **ejecución:** inmediata.
- Incluir elementos que permitan seguimiento, control a distancia y gestión energética. Debido a la iniciativa de implementación de equipos

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

de este tipo por parte de la UIS, la **ejecución** de esta medida puede ser inmediata.

- Implementación de un sistema de control supervisado con equipos necesarios para tal fin (según capacidad, memoria, interfaz, variables que control, necesidades de software y hardware, protocolo de comunicación, costos), así como la infraestructura que permita la correcta operación de los mismos (sitio apropiado, condiciones ambientales controladas, seguridad de las instalaciones, suministro eléctrico, acceso restringido). Dadas las limitantes de infraestructura, se debe indicar inicialmente el espacio destinado para tal fin y posteriormente (cinco años en adelante) puede realizarse su adecuación final.
- Sustitución de equipos una vez los existentes cumplan con su vida útil, así como plantear la reestructuración y repotenciación de instalaciones antiguas con el apoyo de planeación en la UIS. **Ejecución:** puede ser de manera inmediata mientras la relación costo-beneficio lo permita.
- El propósito de utilización del BMS y su aplicación en un tipo de sistema determinado, está supeditado al tiempo de implementación de la tecnología usada para controlarla, tal como se muestra en estas restricciones, así que habiendo la UIS superado la barrera de implantación de un sistema como este, los proyectos nuevos y repotenciados deben tener capacidad de unión al mismo de **forma inmediata**, incluso cuando algunas acciones que pueden realizarse con ellos están condicionadas aún.

5.3.9. CALIDAD DE LA ENERGÍA

El uso de equipos de alta eficiencia y larga vida útil, la automatización de procesos, correcto dimensionamiento de elementos, tarifas, reducción de pérdidas, son medidas que se han indicado en las secciones anteriores. Otro

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

aspecto igual de relevante para la competitividad, confiabilidad y eficiencia de los procesos es la calidad de la energía utilizada.

Si bien el objetivo del presente trabajo no involucra un estudio detallado de la calidad de la energía en la Universidad Industrial de Santander, debido a la gran cantidad de elementos electrónicos presentes en la UIS [27], los cuales son fuentes de perturbaciones, así como equipos de control y automatización previstos en las pautas indicadas, muy sensibles a las distorsiones en la red eléctrica, se considera importante la inclusión de éste ítem, aunque no se brinde una estricta metodología de dimensionamiento de dispositivos para garantizar la calidad del suministro eléctrico.

Algunos de los problemas relacionados con la calidad de la energía son el incremento en las pérdidas energéticas, los daños en la producción, la economía y la competitividad, así como incrementos en los costos, disminución de la confiabilidad, disponibilidad y confort.

Según la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995[65] los fenómenos electromagnéticos pueden clasificarse en 3 tipos:

- Variaciones en el valor RMS de la tensión o la corriente.
- Perturbaciones de carácter transitorio.
- Deformaciones en la forma de onda.

Dentro de los fenómenos contenidos en estos tres grandes grupos se encuentran:

- Transitorios impulsivos, oscilatorios.
- Depresiones, crestas, interrupciones.

- Sobretensiones, desequilibrios.
- Distorsiones de onda (corriente DC, armónicos e interarmónicos).
- Muestras, ruido, fluctuaciones de tensión, variaciones de frecuencia.

Estos diversos fenómenos pueden derivar en alteración de resultados de equipos de medición, corrosión de elementos, calentamiento, incremento de pérdidas, sobrecargas, disminución del factor de potencia, entre otras [65].

Son variadas las medidas correctivas para los problemas asociados a la calidad de la energía, éstas van desde acondicionadores de red y capacitores, hasta filtros de diversa índole⁴⁸. El costo de los mismos puede variar según la necesidad, así como su aplicación debe ser realizada por personal calificado, para así lograr los mejores resultados.

A pesar de que son múltiples las opciones que se pueden implementar para mitigar los efectos negativos de las cargas y del mismo estado de la red eléctrica en la calidad de la energía, es importante que como punto inicial se tenga la monitorización de parámetros de distorsión armónica de la red, para a partir de esto poder tomar medidas correctivas:

5.3.9.1. Implementar aparatos para medir parámetros de calidad de la energía.

Esta medida se da con el fin de estudiar el estado de la calidad de energía en las instalaciones nuevas y repotenciadas, para poder estudiar los correctivos más convenientes a utilizar para mitigar los problemas relacionados a este

⁴⁸ El lector puede consultar las referencias [65] a [71], en las cuales se tienen enlaces de interés para obtener mayor información al respecto; el diseñador debe estar capacitado o en su defecto asesorarse por personal calificado en este campo si desea adoptar medidas para asegurar la calidad de la energía en la red eléctrica.

aspecto. Se debe dimensionar el efecto de utilizar los tipos de cargas y equipos para los que se destinen las instalaciones diseñadas; esto permitirá prever los efectos de las mismas en la calidad del servicio, y la pertinencia del uso de equipos de medidas y sistemas de regulación, filtrado o control de las irregularidades que se presenten en las señales eléctricas.

Si bien el diseñador es autónomo para la implementación de equipos que permitan mitigar los efectos de calidad del suministro, es importante que se incorporen en los proyectos nuevos y repotenciados equipos que permitan monitorear además de los parámetros eléctricos de la red como tensión, corriente, potencia y frecuencia, aspectos como la forma de onda, desbalance de cargas, distorsiones armónicas de tensión y corriente, y fallas en el sistema.

Los equipos indicados deben colocarse por grupos de cargas o de forma total por edificación según cuán específica se quiera la medida; los dispositivos integrables a un BMS⁴⁹ brindan opciones importantes al respecto, así que este debe ser un criterio clave para la selección de los mismos.

5.3.10. RAEE

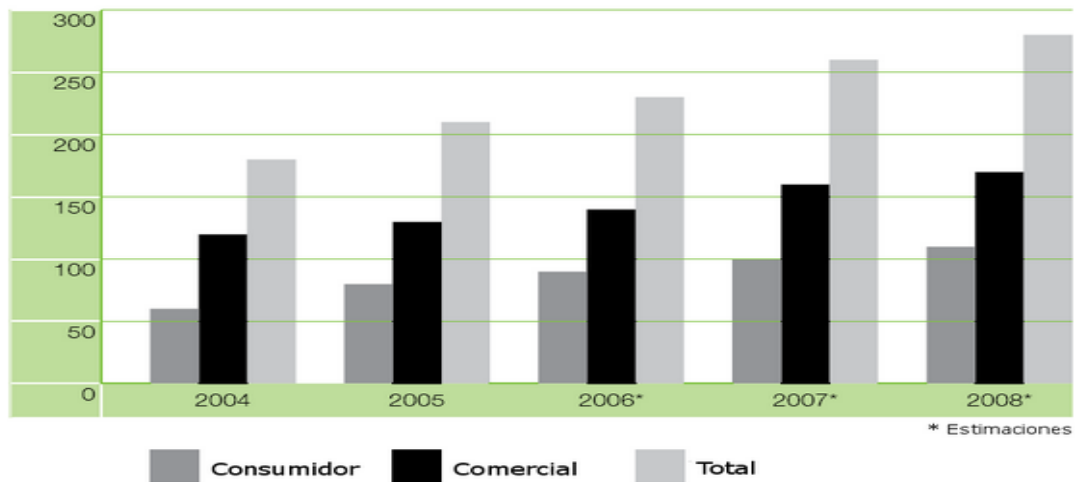
Los AEE, *Aparatos eléctricos o electrónicos* son aquellos que necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos para funcionar de manera adecuada así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes. En la actualidad la ciencia y la tecnología avanzan vertiginosamente, lo que conlleva a tener una mejora constante y rápida en cuanto a eficiencia, funcionamiento, tamaño, capacidad de almacenamiento, velocidad, precisión y confiabilidad de los equipos; tornándolos obsoletos en menos tiempo de lo normal, creando la necesidad de reemplazarlos en

⁴⁹ Se puede obtener mayor información sobre estos elementos en el ítem **5.3.8**.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

algunos casos sin haber culminado la vida útil del aparato. El crecimiento de los RAEE *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos* es evidente en la siguiente ilustración, tanto así que los RAEE generados cada año son 2 millones de toneladas y se estima una duplicación para las próximas décadas.

Figura 32. Crecimiento de computadores obsoletos a nivel mundial



Fuente: referencia [72].

Los productos nuevos generan desechos que demandan una disposición final adecuada, que al ignorarse puede causar un gran impacto ambiental negativo, hay organizaciones e instituciones cuya misión se centra en el manejo y disposición final de estos residuos a través de la implementación de alternativas tecnológicas ambientales puestas en marcha en otros países con más experiencia en el tema con resultados interesantes.

Actualmente en Colombia se encuentran vigentes una serie de normas como la *ley 9 de 1979, la resolución 189 del 15 de julio de 1994, decreto 1594 de 1984, decreto 4741 de 2005*, entre otras, que explican el manejo de los residuos peligrosos y establecen restricciones para el manejo, la manipulación, el

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

transporte y la disposición final de los mismos; adicionalmente definen y ofrecen una clasificación de los residuos.

Hasta el momento no pasa lo mismo con los RAEE, residuos que día a día están aumentando y que en Colombia no tienen un marco normativo específico completo que los controle. Se han firmado acuerdos, aprobado resoluciones pero nada contundente y de peso que exija a los productores, proveedores y comunidad en general, a tener una gestión adecuada para los RAEE, y el resultado se observa en nuestro campus, al vigilar y hacerse cargo de sólo lo que está contemplado por ley.

Teniendo presente la idea de promover el manejo, control y aprovechamiento de los residuos, no sobra mencionar la importancia de consolidar lineamientos orientados hacia la estandarización de pautas sobre el manejo y disposición de los RAEE en el campus de la UIS ; esto se hace imperioso debido a la gran cantidad de equipos eléctricos y electrónicos encargados de brindar confort térmico, almacenamiento de información, medida de variables en los laboratorios y muchas aplicaciones más que forman parte de la actividad diaria de la Universidad.

A demás de tener beneficios ambientales, el manejo y gestión de residuos es también una alternativa viable para una empresa o entidad pública que quiera aprovechar de la manera más eficiente sus equipos en el proceso de post consumo, ya sea utilizando los componentes funcionales de los equipos para aplicaciones internas o externas. Cuando se habla de aplicaciones externas se hace referencia a la identificación de los residuos electrónicos como una fuente de recursos secundarios que pueden servir para dar mercado a ciertos componentes ya escasos. Según Daniel Ott en su diagnóstico 45.000.000 toneladas de los RAEE contienen alrededor de 3.000 toneladas de cobre lo que equivale a un valor de más de 25 millones de USD. Para obtener la misma cantidad de una mina de cobre, sería necesario mover aproximadamente 300

millones de toneladas de rocas. Por esta razón los residuos electrónicos se consideran minas superficiales y a la vez, una fuente de negocio lucrativa.

Otra manera significativa de dar un uso adecuado a los RAEE es aportar los equipos a los diferentes programas que tiene el gobierno en el ámbito social, como por ejemplo Computadores para Educar.

A pesar de los beneficios económicos, ambientales y sociales hay pocas empresas formales que se dedican al manejo y gestión de los RAEE de modo estandarizado, sin embargo la expansión de actividades manuales de recuperación de equipos, bajo sistemas informales, sin las herramientas ni el conocimiento adecuado, ha crecido significativamente. La manipulación de lo RAEE sin el conocimiento de los parámetros a seguir es de alto riesgo, debido al elevado grado de toxicidad que presentan las sustancias de los equipos.

- **Actualidad en cuanto al control y manejo del RAEE en la UIS.**

La Universidad produce una cantidad significativa de residuos y aparatos eléctricos y electrónicos que son desechados por daños irreparables o por obsolescencia tecnológica. Esta es una de los motivos que incentivaron a la creación del PGIR *Plan de Gestión Integral de Residuos* que mediante recolecciones locativas dan manejo a la mayoría de residuos que se presentan en el campus universitario producto de las actividades realizadas en la UIS.

El PGIR está conformado por el Comité Directivo y el Comité técnico ambiental y sanitario, encargados de dar soporte y solución a la problemática que están generando los residuos , trabajando paralelamente con las Divisiones de Planta física y Mantenimiento tecnológico , que dan apoyo con capacitaciones y procedimientos alrededor de la buena práctica y gestión ambiental. Las actividades orientadas hacia el manejo y gestión de los residuos de la

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Universidad por parte del comité ambiental se pueden ver plasmadas en la siguiente tabla:

Tabla 12. Programa de disposición de equipos UIS.

ACTIVIDAD	CONTROL DE ASPECTO AMBIENTAL	ACCIONES
Mantenimiento de equipos	Manejo de RAEE	<ul style="list-style-type: none"> * Recolección y almacenamiento * Contratación del gestor * Disposición final
Mantenimiento de equipos	Manejo de equipos dados de baja	<ul style="list-style-type: none"> * Recolección y almacenamiento * Disposición (venta interna o externa)
Mantenimiento de equipos	Manejo de muebles y enseres dados de baja	<ul style="list-style-type: none"> * Recolección y almacenamiento * Disposición (venta interna o externa)
Mantenimiento de equipos grandes	Manejo de productos químicos: grasas, aceites, varsol, gasolina, ACPM	<ul style="list-style-type: none"> * Revisión de los documentos existentes para la ejecución de mantenimiento de equipos que requieran insumos químicos para su funcionamiento o mantenimiento (plantas eléctricas, subestaciones, transformadores, guadañadoras, etc.) * Inclusión del control operacional ambiental donde se requiera.
Mantenimiento de aires y neveras	Manejo de gases refrigerantes (R12-R22)	<ul style="list-style-type: none"> * Inventario de aires acondicionados * Cronograma de sustitución y/o eliminación de los aires y neveras que posean estos gases. * Recolección de los gases refrigerantes en contenedores (balas). * Disposición final de las balas que contengan estos gases.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

ACTIVIDAD	CONTROL DE ASPECTO AMBIENTAL	ACCIONES
Mantenimiento: fabricación de piezas metálica	Disposición final de viruta metálica	* Recolección y almacenamiento * Identificación de las necesidades al interior de la Universidad para el requerimiento de la viruta metálica (inventario de UAA) * Entrega al gestor del material que no se requiere al interior de la Universidad * Disposición final
Entrega y uso de EPPs	Disposición final de EPP dados de baja	* Identificación de los EPP que requieren disposición controlada * Establecer lineamiento para el aseguramiento de la entrega del EPP dado de baja a Salud Ocupacional. * Recolección y almacenamiento * Disposición final
Uso de sustancias químicas y biológicas – prácticas de laboratorio	Generación de residuos peligrosos	*Entrega gestor autorizado *Seguimiento control gestor autorizado

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Programa de gestión ambiental [27].

La Universidad cuenta con equipos encargados de manejar diferentes aspectos como la informática, telecomunicaciones, iluminación, confort térmico y aparatos para ofrecer soporte en áreas como oficinas administrativas y elementos de laboratorios, el aumento de estos recursos es cada vez más constante confirmando esto la carga instalada establecida actualmente en el campus principal de la UIS que según los datos obtenidos por estudiantes de la Escuela Eléctrica y Electrónica ya está en 5.534.480 W [29].

De todos los AEE que hay en la Universidad el PGIR actualmente solo hace gestión y control sobre las fuentes de iluminación, tóners y pilas. Según datos obtenidos de la página de la UIS [27], el peso total recolectado durante el 2011 fue de 370 Kg de RAEE por lo que se puede observar el bajo número de

elementos que tuvieron la gestión y manejo ambiental adecuado en cuanto a AEE.

5.3.10.1. Se debe realizar un diseño considerando el impacto ambiental de los productos.

La técnica a seguir para lograr este efecto consiste en la selección de la arquitectura de diseño, junto con los componentes y materiales, teniendo en cuenta la influencia de un producto en el entorno a lo largo de su ciclo de vida útil, que generalmente se divide en la obtención (materiales), fabricación, transporte, uso y eliminación. Por ende se recomienda que se tenga en cuenta el impacto que generan los productos utilizados, y si estos fueron o no elaborados teniendo en cuenta criterios de ecodiseño⁵⁰.

Figura 33. Fases del ciclo de vida de un producto



Fuente: Miguel Ángel Gómez González, Cap. 8 Ecodiseño e impacto ambiental.

⁵⁰ uso de materiales renovables, bajo consumo, alta eficiencia, sustancias no peligrosas, funciones diversas, fácil ensamblaje, aislamiento, tolerancia térmica, peso reducido.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Los diseñadores deben adoptar componentes que hayan sido elaborados teniendo en cuenta el ecodiseño, pero sobre todo que tengan en lo menor posible elementos contaminantes (cadmio, plomo, bifenílicos y polibromados), estas sustancias representan altos riesgos para la salud humana si los productos o aparatos que las contienen se manejan de forma inapropiada al concluir su ciclo de vida útil.

Figura 34. Sello de NO toxicidad de los productos



Fuente: referencia [72]

Cabe resaltar que deben seleccionarse los elementos a implementar evitando contaminantes y teniendo en cuenta la normativa nacional e internacional, principalmente en dispositivos de aire acondicionado, fuentes luminosas, materiales de construcción, etc.

Debido a la necesidad planteada anteriormente a continuación se especifican los parámetros o lineamientos a tener en cuenta por el diseñador a la hora de adquirir un AEE, orientados a facilitar el manejo y control adecuado de los residuos.

5.3.10.2. Se recomienda que el equipo tenga una vida útil extensa, sea de última tecnología y tenga componentes de fácil sustitución.

Esto con la firme intención que el tiempo previsto para volverse RAEE sea lo más lejano posible, otra alternativa posible consiste en buscar alargar la vida útil por medio de la compra de equipos que permitan el fácil recambio de sus componentes; se deben tener en cuenta los equipos que estén diseñados de forma sencilla logrando así facilitar la renovación de componentes y alargar de este modo su vida útil (por ejemplo el acceso y recambio fácil de la memoria RAM, del disco duro, de la tarjeta gráfica etc.). En este sentido, es especialmente importante asegurarse de que los proveedores garanticen una disponibilidad de repuestos durante un período de tiempo suficiente, al menos de dos años.

5.3.10.3. Deben tener prioridad los proveedores que posean un programa de gestión y control en cuanto a disposición final de los equipos AEE.

Deben seleccionarse aquellos que provean un plan autónomo de reciclaje o re uso de sus productos específicamente. Si el proveedor tiene algún tipo de programa como los mencionados anteriormente, el diseñador debe informar a la Universidad acerca del mismo y dar las pautas necesarias para implementarlo. En el caso que los proveedores de AEE no tengan un plan de post consumo, el diseñador deberá suministrar a la Universidad las sugerencias necesarias para el adecuado manejo de los AEE que son utilizados en su diseño.

5.3.10.4. *Se debe hacer un análisis mínimo cuantitativo de los AEE necesarios a implementarse en el diseño.*

Este análisis debe satisfacer las necesidades básicas de los usuarios sin dejar a un lado el confort y calidad del servicio. Es necesario realizar un estudio que identifique los recursos existentes, las futuras necesidades y busque posibilidades de sinergia para optimizar la distribución e instalación de los equipos (por ejemplo vía red para aumentar la cantidad de personas conectadas a una impresora).

La consideración de estos criterios en el marco de la adquisición de equipos apoya significativamente la producción e innovación de equipos eléctricos y electrónicos más amigables con el ambiente, y lo más importante logra impactar positivamente el desarrollo ambiental que pretende lograr la UIS en sus procesos.

5.3.11. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES.

Uno de los aspectos más importantes actualmente es la sustitución de las fuentes energéticas agotables y dañinas para el ambiente por otras que generen un menor impacto y permitan sostenibilidad. Es por eso que mundialmente se está buscando el uso de la energía eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, energía geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, nuclear, las cuales generan un impacto ambiental menor que aquellas en base a la quema de combustibles fósiles. Cabe destacar que cada una de ellas tiene un factor contaminante si consideramos las adecuaciones para la instalación de equipos, la huella de carbono de los elementos que constituyen las plantas generadoras, el factor visual, la destrucción del hábitat de la fauna y flora, sin embargo la disminución de los contaminantes emitidos durante su operación y el hecho de que los recursos usados en ellas son renovables, las hacen una

herramienta importante para afrontar las inquietudes presentes con la escasez del petróleo y demás combustibles fósiles.

La implementación de estas fuentes de energía renovable está supeditada a factores posicionales, geográficos, disponibilidad de recursos y factores económicos, siendo este último uno de los más decisivos para que se ejecuten sólo en países y sitios donde el beneficio y rendimiento de las instalaciones compense la inversión, y no de manera general en todo el mundo.

Si bien la implementación de estos sistemas está bastante condicionada, es común en ciudades y poblaciones usarlos como medidas de apoyo para el ahorro energético, aunque en una menor escala, alimentando cargas pequeñas o instalaciones de poca extensión. En la búsqueda de implementar fuentes renovables en centros poblacionales, uno de las áreas a las que se apunta, es que los edificios o complejos logren generar toda o parte de la electricidad que consumen y así ser autosustentables; si bien esto es un avance y apoyo a las labores de ahorro energético, también les ayuda a las edificaciones en la búsqueda de certificaciones internacionales en diversas categorías (LEED por ejemplo [20]).

Energía solar fotovoltaica:

La energía solar fotovoltaica es un tipo de energía solar sostenible debido a su poca incidencia ambiental, a que es distribuida (se puede utilizar en cualquier lugar⁵¹) y produce energía en las horas de mayor demanda.

Colombia cuenta con un promedio diario multianual de radiación de 4,5 Kwh/m/m² teniendo en la Guajira un valor promedio de 6kWh/m lo que ratifica al territorio nacional como una zona bastante apta para la implementación de este tipo de energías renovables [65]. La radiación solar en Bucaramanga es en promedio 4,9 [Kwh/m²/día], lo que significa un abastecimiento de energía

⁵¹ Su implementación está sujeta a la latitud donde se quiera usar y a los niveles de radiación solar, entre otras.

solar anual de 1,82 [MWh/m²]. Tal nivel se debe a la posición geográfica y condiciones climáticas del sitio.

En Colombia, la inversión inicial requerida en un proyecto de generación fotovoltaica debe ser asumida en su totalidad por los interesados del proyecto, puesto que actualmente no existen incentivos estatales más allá de la excepción de ciertos impuestos. A pesar de ello, la UIS desea instalar algunos sistemas fotovoltaicos en su campus central. [36]

Tomando como consideración la radiación solar que tiene la región para implementar tecnologías solar fotovoltaica, y la iniciativa por parte de la Universidad en implementar fuentes de energía no convencionales, se brinda la siguiente recomendación⁵²:

5.3.11.1. Incorporar la energía solar fotovoltaica como sistema complementario para suministrar energía a un porcentaje de la carga del diseño.

Se recomienda hacer un análisis que determine la viabilidad de la implementación del sistema, según su ubicación, edificación, o carga a alimentar; se deben dar las especificaciones técnicas del sistema, elementos a utilizar, instructivo de uso y mantenimiento, y obligatoriamente un sistema de monitoreo, medición, gestión y conexión-desconexión a la red.

A continuación se dan sugerencias a tener en cuenta para tomar la decisión de implementar o no un sistema fotovoltaico:

⁵² Se considerará sólo este tipo de FER debido a que los vientos presentes en la UIS poseen una baja calidad energética, lo que implica la no existencia significativa de aerogeneradores potencialmente útiles dada la baja velocidad del viento [36] en caso de pensar en adoptar generación por energía eólica. La presencia de edificaciones y las condiciones irregulares del terreno también condiciona considerablemente la aplicación de este tipo de sistemas.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Es importante que la cubierta del edificio sea dura, para que pueda soportar el peso de los equipos de un sistema fotovoltaico.
- El área disponible para implementar es importante, por ello si se va a instaurar un sistema fotovoltaico es imprescindible que las cubiertas no estén ocupadas por equipos como aires acondicionados, tuberías, antenas, etc.
- Se deben descartar zonas en las cuales exista a su alrededor bastante vegetación o edificaciones de mayor altitud, las cuales ocasionen cierto nivel de sombra, disminuyendo la incidencia de radiación solar sobre los paneles fotovoltaicos.
- Para determinar la inversión inicial de sistema fotovoltaico es necesario cotizar diferentes proveedores; a continuación se presenta un listado de los mayores proveedores de equipos para sistemas fotovoltaicos en Colombia. Cabe aclarar que no son los únicos que prestan el servicio, la lista se da como guía para facilitar al diseñador la cotización de equipos en el país.

Tabla 13. Proveedores de sistemas fotovoltaicos

EMPRESA	CIUDAD	PAGINA WEB	TELÉFONO
HEMEVA LTDA	Bogotá	www.hemeva.com	
AMPA SOLAR	Piedecuesta	www.ampaenergysolutionscolombia.es.tl/	3178141706
APS SERTEL	Bogotá	www.aps-sertel.com	57 (1) 3470593
ENERGÍA INTEGRAL ANDINA	Manizales	www.colombiaexport.com/eiase.htm	891617-891448
APROTEC	Cali	www.aprotec.com.co	(2)6535797
TRAFOCOL	Bogotá	www.trafocol.com/colombia	2678764
COLTECNICAS LTDA	Bogotá	www.coltecnica.com	4737687

Fuente: referencia [37].

Restricciones: se debe realizar un estudio de factibilidad desde el punto de vista técnico y económico para evaluar la viabilidad de la implementación del sistema solar fotovoltaico, los costos necesarios para tal fin y las limitaciones como la inversión inicial, el área disponible y la capacidad máxima del sistema que en eventual caso impiden la ejecución de esta parte del proyecto. Esto se realiza con el fin de que, aunque no lleva a cabo instantáneamente la puesta en marcha del sistema, queden las bases para futuros proyectos cuando las tecnologías y rendimientos justifiquen la inversión.

Esperando que las tecnologías para implementar estos sistemas tengan menores costos, la **ejecución** debe realizarse en un espacio de tiempo mayor a 10 años.

Nota: En la UIS se han desarrollado proyectos evaluadores del potencial de implementación de estas tecnologías, características ambientales y especificaciones de sistemas de este tipo; es por eso que se bridan, para el apoyo al trabajo del diseñador, las siguientes referencias: **[36 y 37]**

5.4. ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO.

A partir de las necesidades observadas en la UIS y los aspectos básicos que se deben tener en cuenta en el diseño de proyectos eléctricos, se elaboraron pautas discriminadas según los componentes importantes desde el diseño que contribuyen al URE. Dichas pautas son consignadas en un instrumento de verificación (**anexo D**), el cual permite identificar los puntos claves de trabajo para cumplir criterios de eficiencia energética. Dichas pautas están separadas tal y como en el presente documento, según el grupo de componentes que permiten ahorro: selección de equipos, iluminación, climatización,

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

transformadores, motores, BMS, calidad de la energía, fuentes renovables de energía y RAEE. Con este instrumento se puede evaluar el potencial de ahorro y Uso racional de la energía que tienen los diseños eléctricos realizados, según cumplan o no los criterios indicados.

Teniendo en cuenta los lineamientos y tiempos de implementación en el PROURE en un período de cinco años (2010-2015), los criterios indicados se considera deben ser exigidos en espacios de tiempo iguales, siendo estos 2012-2017, 2017-2022, 2022 en adelante. Esta clasificación permite contemplar diversos escenarios donde las restricciones económicas, tecnológicas, normativas, así como de viabilidad de implementación por parte de los diseñadores, limitan la aplicación de las mismas.

De acuerdo a estos tiempos, se elaboraron 3 listas de verificación que contienen las medidas distribuidas según su tiempo de implementación, de acuerdo con las restricciones indicadas. La primera contempla los criterios a evaluar en los primeros cinco años luego de la entrada en vigencia de este proyecto. La segunda contiene los criterios anteriores más otros a implementar en los siguientes cinco años. Finalmente, la tercera contiene todas las medidas a implementar en un período mayor a 10 años luego de la entrada en vigencia de la misma. Se considera que debe cumplirse un porcentaje de los criterios indicados en cada tiempo mientras estos apliquen al tipo de diseño eléctrico ejecutado; este porcentaje debe estar distribuido de la siguiente manera⁵³: 50 % de cero a cinco años, 70% de cinco a diez años, y 90 % de diez años en adelante, con un aumento de 2% anual de ahí en adelante hasta alcanzar el 100%⁵⁴.

⁵³ La idea es permitir una implementación poco a poco de las pautas indicadas y darles una ventana de cambio de concepción del diseño a los diseñadores contratados para los proyectos eléctrico UIS.

⁵⁴ Se considera viable alcanzar este porcentaje de cumplimiento dada el avance tecnológico, reglamentario nacional y normativo institucional que facilitarán la concepción y aplicación de criterios URE en los diseños eléctricos.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS
ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

Sin embargo, las pautas indicadas en el instrumento pueden ser aplicadas en cualquier instante, independientemente de que se presenten restricciones para su implementación, pues si el diseñador puede sortearlas es ideal la ejecución de la mayoría, en un tiempo menor al considerado; la particularidad es que no son exigibles en los tiempos donde no son mencionados.

El estilo de la lista planteada fue realizado en base a las listas de verificación LEED [20], no por los contenidos evaluados, sino por la estructura de componentes: cumplimiento, no cumplimiento, aplica o no aplica. La presentación del mismo se diseñó para que posteriormente pueda convertirse en una sencilla herramienta digital o en línea que permita ingresar por medio de enlaces o hipervínculos a la información requerida en cada criterio (a los diseñadores para saber cómo cumplirlos, y a las unidades académico – administrativas y divisiones para verificarlos).

El instrumento indicado presenta un instructivo para la asignación de cumplimiento, el cual es indicado en cada ítem para dar una noción al diseñador de cómo cumplir el criterio y evitar interpretaciones y aplicaciones unipersonales de los criterios indicados. De igual manera se citan las referencias normativas y las referencias con las secciones enumeradas del presente documento para instruir al diseñador en caso de que éste requiera mayor información al respecto.

6. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.

En este capítulo se exponen los resultados y conclusiones más relevantes obtenidos durante la realización del trabajo de grado:

- Se identificó que la UIS está al tanto de la importancia del URE en sus procesos sin embargo las políticas al respecto no son aplicadas en todos sus estamentos, ni se tiene una estructura organizacional integral al respecto, lo que indica la necesidad e importancia de la aplicación del presente trabajo.
- Se logró verificar a través de las reuniones con las diferentes divisiones administrativas la falta de criterios URE en el proceso de diseño, planeación, evaluación, adjudicación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas que se desarrollan en los proyectos ejecutados en la Universidad.
- Se plantearon los componentes técnicos de diseño eléctrico en el enfoque URE, y se clasificaron teniendo en cuenta tres factores; en primer lugar las cargas que representan mayor consumo energético en la Universidad, segundo la viabilidad de implementar sistemas innovadores que ofrecen eficiencia y calidad en sus características y por último la normativa y reglamentación nacional e institucional de diseño eléctrico que permite incorporar el concepto de URE en sus criterios.
- Se identificaron y formularon pautas de diseño eléctrico en base a componentes, distribuidos entre: Recomendaciones generales, Selección de equipos según su eficiencia energética, transformadores eléctricos de potencia, motores eléctricos, sistemas de iluminación, climatización, gestión energética de edificaciones, calidad de la energía,

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

disposición final de los recursos electrónicos y fuentes no convencionales de energía.

- Se identificaron restricciones tecnológicas, económicas, y de avance en las políticas nacionales institucionales, las cuales limitan la aplicación de las pautas URE recomendadas, por lo cual en el instrumento de verificación anexo se discriminan los diferentes tiempos de implementación, y los porcentajes de cumplimiento de las pautas indicadas según los mismos.
- Se elaboró el instrumento con parámetros de diseño eléctrico enfocados hacia URE, con su respectivo instructivo y referencias a la normativa y al presente documento, como una herramienta practica y objetiva orientada a ser un importante aporte a los lineamientos que tiene proyectados la Universidad en búsqueda de la sostenibilidad en sus procesos, y a contribuir a los diseñadores en la definición de parámetros y tipos de sistemas a incluir en sus diseños..
- Se cumplieron la totalidad los objetivos propuestos en el proyecto, dejando una fuente de consulta y apoyo para las labores de diseño de los proyectos eléctricos contratados y ejecutados en la UIS, así como un punto de partida para futuros proyectos en distintas áreas de estudio a ser llevados a cabo en la UIS.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). "Climate change 2007: the AR4 Synthesis Report". Ginebra, Suiza, 2007. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf >

[2] Ministerio de Minas y Energía, Plan Energético Nacional, Estrategia Energética Nacional, Ley 697 200.

[3] Unidad de Planeación Minero Energética, Plan energético nacional: "estrategia energética integral". <<http://www.upme.gov.co/Docs/Plan%20Energetico%20Nacional/12.%20Uso%20Racional%20de%20Energia/planenergetico-52.pdf>>

[4] Ministerio de Minas y Energía "Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas", Resoluciones: 18 0398 del 7 de abril de 2004, 18 0498 del 29 de abril de 2005, 18 1419 del 1 de noviembre de 2005 y Resolución No. 18 1294 Agosto 06 de 2008.

[5] Ministerio de Minas y Energía "Programa De Uso Racional Y Eficiente De Energía Y Fuentes No Convencionales" – PROURE Informe Final Plan De Acción 2010-2015.

[6] Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear Ministerio Energía y Minería Uruguay.

[7] Ley 697/2001, 3 Octubre 2001.

[8] Ministerio de minas y energía: proyecto coeficiencia: mejora de la eficiencia energética en edificios.

[9] Ministerio de Minas y Energía, Plan Energético Nacional, Estrategia Energética Nacional, Visión 2003-2020, Unidad de Planeación Minero Energética, Uso Racional de la Energía-Instrumentos Económicos. 2003.

[10] Ministerio de Minas y Energía, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público "RETILAP" – Resolución No. 18 1331 DE AGOSTO 06 de 2009.

[11] Norma técnica colombiana NTC 2050, INCONTEC, 1998.

[12]<<http://www.acee.cl/576/propertyvalue-12850.html>>

[13]<<http://www.ecoportel.net/content/view/full/169/offset/8>>

[14]<<http://www.domodesk.com/content.aspx?co=158&t=146&c=43>>

[15] Decreto 3683 de 2003.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

[16] ISO, documents ISO, Win the energy challenge with ISO 50001.pdf

[17] Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía, PROGRAMA CONOCE.

[18] LUTZ, Wolfgang. "Programas de Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética de Artefactos y Equipos en Latinoamérica y el Caribe ¿Armonización, Convergencia o Alineación?". III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética. 2010.

<<http://www.olade.org/eficiencia/Documents/ponencias/Sesion%204/4-1-CLASP-Lutz.pdf>>

[19] ESPINOSA, J.P. ECHEVERY, Diego. Universidad de los Andes. Aplicabilidad del sistema LEED en el entorno colombiano.

[20] <<http://www.leed.net>>

[21] Guía CTE, Código técnico de la edificación, real decreto 314, 17 de marzo de 2006. España.

[22] Naciones Unidas, Ratificación Protocolo de Kioto. 2009.

[23] Instituto para la Investigación y desarrollo de la energía (IDAE). Plan de Energías Renovables PER 2011-2020, Informe de previsión. España.
<<http://www.idae.es/index.php>>

[24] Programa país de eficiencia energética PPEE. Chile. 2010.

[25] Programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos PAEEP, Argentina. 2004.

[26] Universidad Industrial de Santander, proceso de contratación
<<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/contratacion/Procedimientos/PCO.04.pdf>>

[27] Universidad Industrial de Santander < <http://www.uis.edu.co>>

[28] Manual de gestión integrado: procesos de la Universidad Industrial de Santander NTC GP 1000:2009 – NTC ISO 9001:2008 NTC ISO 14001:2004 – NTC OHSAS 18001:2007.

[29] ARDILA, Luis. SANTOS, Julián. Auxiliares mantenimiento tecnológico. Proyecto sobre uso racional de la energía - Inventario energético realizado en la Universidad

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Industrial de Santander en la sede central, facultad de salud y sede Guatiguará. 2012.

[30] THERÁN, Gustavo. POSADA, Juan. CARRILLO, Gilberto, Director. Trabajo de grado “URE: aplicación del análisis exergético a circuitos eléctricos en los edificios de la facultad de ingenierías fisicoquímicas y planta de aceros de la UIS”. Noviembre 2006.

[31] BONILLA, William. CARRILLO, Gilberto, Director. Trabajo de grado “Propuesta para un uso racional de la energía en el acueducto metropolitano de Bucaramanga en el sistema subestación alimentadora sistema de bombeo de la planta de Bosconia”. Marzo 2006.

[32] PLATA, Sandra. HURTADO, Hernán. ORTIZ, Manuel, director. Trabajo de grado “Diseño de un instrumento de métrica cuantitativa y cualitativa para la caracterización de los parámetros de uso racional y eficiente de la energía”. 2011.

[33] ARRIETA, Wilfer. CAMPO, Eusebio. JURADO, Ciro, Director. Trabajo de grado “Tecnología LED aplicada a los sistemas de iluminación”. Julio 2004.

[34] CASTILLO, Diana. MEJIA, Idania. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Trabajo de grado “Tecnología LED: revisión de aplicaciones como alternativas para entornos sostenibles”. Noviembre 2010.

[35] CÁRDENAS, Carlos. CARRILLO, Gilberto, Director. Tesis de maestría “Uso racional y eficiente de energía: metodología de gestión energética desde un enfoque exergético para pequeñas y medianas empresas”. 2006.

[36] OSMA, Germán. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Tesis de maestría “Uso racional de la energía a partir del diseño de aplicaciones sostenibles en el edificio eléctrica II de la Universidad Industrial de Santander”. Julio 2011.

[37] CAMARGO, Jesús. DALLOS, Álvaro. ORTIZ, Manuel, Director. Trabajo de grado “Evaluación del potencial de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos en las edificaciones y zonas endurecidas de la sede central de la Universidad Industrial de Santander”. Noviembre 2011.

[38] Cartilla Sistema de Gestión integral (SGI) Unidad de planeación minero-energética UPME.

[39] Schneider Electric, Manual de soluciones eficiencia energética.

[40] Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución, Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. 2005.

[41] Guía técnica de iluminación eficiente sector residencial y terciario, dirección

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

general de industria, energía y minas, consejería de economía e innovación tecnológica, Madrid, España. <<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>>

[42] Escuela De Negocios OIS, y Centro De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa. "Manual De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa." Manual De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa. 14 June 2010. Web. 07 Mar. 2012. <<http://www.empresaeficiente.com/publicaciones-online/manual-eficiencia-energetica/index.html>>.

[43] Norma Técnica Colombiana 5105. Máquinas eléctricas rotatorias. Clases de eficiencia de motores de inducción trifásicos, de una sola velocidad (código- IE). 2002.

[44] Norma Técnica Colombiana 3477. Máquinas eléctricas rotatorias. Métodos para la determinación de las pérdidas y de la eficiencia a partir de ensayos (excluyendo las máquinas para vehículos de tracción). 2008.

[45] Norma Técnica Colombiana 5111. Eficiencia energética en motores eléctricos. Método de ensayo para medir la eficiencia. Tecnología americana. 2002.

[46] Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología COLCIENCIAS. Eficiencia energética en motores eléctricos. <<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/motores.pdf>>

[47] Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) "Eficiencia Energética en Transformadores Eléctricos" en <<Http://www1.upme.gov.co/> Ministerio De Minas Y Energía, 21 Feb. 2008.>

[48] Guía para el uso eficiente de la energía en edificios y dependencias públicas. Programa de uso racional y eficiente de la energía PROUREE. Argentina.

[49] Introducción al uso eficiente de la energía en la iluminación. Universidad Tecnológica nacional argentina. <<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap01.pdf>>

[50] Corporación centro de Investigación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico CIDET <<http://www.utp.edu.co/~mauriciorami/lista.pdf>>

[51] Universidad Nacional De Colombia. "Alumbrado Interior De Edificaciones Para Entidades Públicas." Guía didáctica para el buen uso de la energía. Unidad de Planeación Minero Energética UPME. <<Http://www1.upme.gov.co/>>. Ministerio De Minas Y Energía, 21 Feb. 2008. Web. 16 Feb. 2012.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

[52] ETAP, Lightning. “una nueva fuente de iluminación”. Segunda edición. Diciembre, 2011.

http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/LED_information/LED%20dossier_ES.pdf

[53] GUERCHOR, Rodolfo. Iluminación eficiente: mitos y realidades de la iluminación LED. Noviembre, 2011. <www.energiase.com>

[54] International Dark-Sky Association, «Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting», Tucson-Washington, DC. Mayo 2010

[55] REITER, Russell, «Contaminación lumínica: supresión del ritmo circadiano de melatonina y sus consecuencias para la salud», en VV.AA., Cronobiología básica y clínica, págs. 269-289. 2006.

[56] MADRID, Juan Antonio. ROL DE LAMA, María. “Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana”. Grupo de trabajo GT-LUZ Contaminación lumínica: Documento final, 9º Congreso Nacional del Medio Ambiente, págs. 28-34, diciembre 2008.

[57] Unidad de Planeación Minero energética UPME. COLCIENCIAS. “eficiencia en sistemas de climatización”.

[58] <<http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/05/incremento-de-la-eficiencia-energetica-en-el-aire-acondicionado>>

[59] <<http://www.tuverde.com/2009/10/estudio-los-techos-verdes-podrian-captar-mas-de-55-mil-toneladas-de-carbono/>>

[60] <<http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/3-2012-bogot%C3%A1-ser%C3%A1-una-ciudad-con-techos-verdes.html>>

[61] LUCKETT, Kelly .2009 Green roof construction and maintenance sl. McGraw Hill, 2009 ISBN 978 0-07-160881-7

[62] KOSAREO, Lisa. RIES, Robert. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. 2007.

[63] SAILOR, DJ. A green roof model for building energy simulation programs ELSEVIER, Energy and Building, 2008.

[64] Grupo técnico de techos verdes. “Recomendaciones técnicas para proyectos de cubiertas vegetales”. Santiago de Chile, 2011.

[65] Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

[66] Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología COLCIENCIAS. Calidad de la energía eléctrica. <<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>>

[67] Electrical Power Systems Quality. Roger C. Dugan, Mark F. Mc Granaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty. Ed. McGraw -Hill. Estados Unidos, 1996.

[68] Característica de la tensión suministrada por las redes generales de distribución (UNE-EN 50160). Ed. AENOR. España, 2001.

[69] NEMA Standards Publication ANSI/NEMA MG 1-2003, "Motors and Generators". National Electrical Manufacturers Association. Estados Unidos, 2004.

[70] IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems (IEEE Std. 519-1992). Institute of Electrical and Electronic Engineers. ISBN 1-55937-239-7. Estados Unidos, 1993.

[71] IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plant (IEEE Std. 141-1994). ISBN 1-55937-333-4. New York, USA, 1994.

[72] QUINTANA, Carlos. TARAZONA, Laura. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Trabajo de grado "Caracterización del centro de almacenamiento controlado para aparatos y residuos eléctricos y electrónicos en el campus central de la Universidad Industrial de Santander". 2011.

[73] <<http://energia.wadooda.com/tag/europa/>>

[74] Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS
ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

BIBLIOGRAFÍA

ARDILA, Luis. SANTOS, Julián. Auxiliares mantenimiento tecnológico. Proyecto sobre uso racional de la energía - Inventario energético realizado en la Universidad Industrial de Santander en la sede central, facultad de salud y sede Guatiguará. 2012.

ARRIETA, Wilfer. CAMPO, Eusebio. JURADO, Ciro, Director. Trabajo de grado "Tecnología LED aplicada a los sistemas de iluminación". Julio 2004.

BONILLA, William. CARRILLO, Gilberto, Director. Trabajo de grado "Propuesta para un uso racional de la energía en el acueducto metropolitano de Bucaramanga en el sistema subestación alimentadora sistema de bombeo de la planta de Bosconia". Marzo 2006.

CAMARGO, Jesús. DALLOS, Álvaro. ORTIZ, Manuel, Director. Trabajo de grado "Evaluación del potencial de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos en las edificaciones y zonas endurecidas de la sede central de la Universidad Industrial de Santander". Noviembre 2011.

Característica de la tensión suministrada por las redes generales de distribución (UNE-EN 50160). Ed. AENOR. España, 2001.

CÁRDENAS, Carlos. CARRILLO, Gilberto, Director. Tesis de maestría "Uso racional y eficiente de energía: metodología de gestión energética desde un enfoque exergético para pequeñas y medianas empresas". 2006.

Cartilla Sistema de Gestión integral (SGI) Unidad de planeación minero-energética UPME.

CASTILLO, Diana. MEJIA, Idania. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Trabajo de grado "Tecnología LED: revisión de aplicaciones como alternativas para entornos sostenibles". Noviembre 2010.

Corporación centro de Investigación y desarrollo tecnológico del sector eléctrico CIDET <<http://www.utp.edu.co/~mauriciorami/lista.pdf>>

Decreto 3683 de 2003.

Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear Ministerio Energía y Minería Uruguay.

Electrical Power Systems Quality. Roger C. Dugan, Mark F. Mc Granaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty. Ed. McGraw -Hill. Estados Unidos, 1996.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Escuela De Negocios OIS, y Centro De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa. "Manual De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa." Manual De Eficiencia Energética Gas Natural Fenosa. 14 June 2010. Web. 07 Mar. 2012. <<http://www.empresaeficiente.com/publicaciones-online/manual-eficiencia-energetica/index.html>>.

ESPINOSA, J.P. ECHEVERY, Diego. Universidad de los Andes. Aplicabilidad del sistema LEED en el entorno colombiano.

ETAP, Lightning. "una nueva fuente de iluminación". Segunda edición. Diciembre, 2011. http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/LED_information/LED%20dossier_ES.pdf

Grupo técnico de techos verdes. "Recomendaciones técnicas para proyectos de cubiertas vegetales". Santiago de Chile, 2011.

GUERCHOR, Rodolfo. Iluminación eficiente: mitos y realidades de la iluminación LED. Noviembre, 2011. <www.energiase.com>

Guía CTE, Código técnico de la edificación, real decreto 314, 17 de marzo de 2006. España.

Guía para el uso eficiente de la energía en edificios y dependencias públicas. Programa de uso racional y eficiente de la energía PROUREE. Argentina.

Guía técnica de iluminación eficiente sector residencial y terciario, dirección general de industria, energía y minas, consejería de economía e innovación tecnológica, Madrid, España. <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>

<http://energia.wadooda.com/tag/europa/>

<http://www.acee.cl/576/propertyvalue-12850.html>

<http://www.domodesk.com/content.aspx?co=158&t=146&c=43>

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/169/offset/8>

<http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/3-2012-bogot%C3%A1-ser%C3%A1-una-ciudad-con-techos-verdes.html>

<http://www.leed.net>

<http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/05/incremento-de-la-eficiencia-energetica-en-el-aire-acondicionado>

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

<http://www.tuverde.com/2009/10/estudio-los-techos-verdes-podrian-captar-mas-de-55-mil-toneladas-de-carbono/>

IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems (IEEE Std. 519-1992). Institute of Electrical and Electronic Engineers. ISBN 1-55937-239-7. Estados Unidos, 1993.

IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plant (IEEE Std. 141-1994). ISBN 1-55937-333-4. New York, USA, 1994.

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias) "Eficiencia Energética en Transformadores Eléctricos" en <[Http://www1.upme.gov.co/](http://www1.upme.gov.co/). Ministerio De Minas Y Energía, 21 Feb. 2008.>

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Instituto para la Investigación y desarrollo de la energía (IDAE). Plan de Energías Renovables PER 2011-2020, Informe de previsión. España. <http://www.idae.es/index.php>

Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). "Climate change 2007: the AR4 Synthesis Report". Ginebra, Suiza, 2007. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf >

International Dark-Sky Association, «Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting», Tucson-Washington, DC. Mayo 2010

Introducción al uso eficiente de la energía en la iluminación. Universidad Tecnológica nacional argentina. <<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap01.pdf>>

ISO, documents ISO, Win the energy challenge with ISO 50001.pdf

KOSAREO, Lisa. RIES, Robert. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. 2007.

Ley 697/2001, 3 Octubre 2001.

LUCKETT, Kelly .2009 Green roof construction and maintenance sl. McGraw Hill, 2009 ISBN 978 0-07-160881-7

LUTZ, Wolfgang. "Programas de Normas y Etiquetado de Eficiencia Energética de Artefactos y Equipos en Latinoamérica y el Caribe ¿Armonización, Convergencia o Alineación?". III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS
ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

2010. <http://www.olade.org/eficiencia/Documents/ponencias/Sesion%204/4-1-CLASP-Lutz.pdf>

MADRID, Juan Antonio. ROL DE LAMA, María. “Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana”. Grupo de trabajo GT-LUZ Contaminación lumínica: Documento final, 9º Congreso Nacional del Medio Ambiente, págs. 28-34, diciembre 2008.

Manual de gestión integrado: procesos de la Universidad Industrial de Santander NTC GP 1000:2009 – NTC ISO 9001:2008 NTC ISO 14001:2004 – NTC OHSAS 18001:2007.

Ministerio de Minas y Energía “Programa De Uso Racional Y Eficiente De Energía Y Fuentes No Convencionales” – PROURE Informe Final Plan De Acción 2010-2015.

Ministerio de Minas y Energía “Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas”, Resoluciones: 18 0398 del 7 de abril de 2004, 18 0498 del 29 de abril de 2005, 18 1419 del 1 de noviembre de 2005 y Resolución No. 18 1294 Agosto 06 de 2008.

Ministerio de Minas y Energía, Plan Energético Nacional, Estrategia Energética Nacional, Ley 697 200.

Ministerio de Minas y Energía, Plan Energético Nacional, Estrategia Energética Nacional, Visión 2003-2020, Unidad de Planeación Minero Energética, Uso Racional de la Energía-Instrumentos Económicos. 2003.

Ministerio de Minas y Energía, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público “RETILAP” – Resolución No. 18 1331 DE AGOSTO 06 de 2009.

Ministerio de minas y energía: proyecto coeficiencia: mejora de la eficiencia energética en edificios.

Naciones Unidas, Ratificación Protocolo de Kioto. 2009.

NEMA Standards Publication ANSI/NEMA MG 1-2003, “Motors and Generators”. National Electrical Manufacturers Association. Estados Unidos, 2004.

Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Norma Técnica Colombiana 3477. Máquinas eléctricas rotatorias. Métodos para la determinación de las pérdidas y de la eficiencia a partir de ensayos (excluyendo las maquinas para vehículos de tracción). 2008.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

Norma Técnica Colombiana 5105. Máquinas eléctricas rotatorias. Clases de eficiencia de motores de inducción trifásicos, de una sola velocidad (código- IE). 2002.

Norma Técnica Colombiana 5111. Eficiencia energética en motores eléctricos. Método de ensayo para medir la eficiencia. Tecnología americana. 2002.

Norma técnica colombiana NTC 2050, INCONTEC, 1998.

Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución, Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. 2005.

OSMA, Germán. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Tesis de maestría “Uso racional de la energía a partir del diseño de aplicaciones sostenibles en el edificio eléctrica II de la Universidad Industrial de Santander”. Julio 2011.

PLATA, Sandra. HURTADO, Hernán. ORTIZ, Manuel, director. Trabajo de grado “Diseño de un instrumento de métrica cuantitativa y cualitativa para la caracterización de los parámetros de uso racional y eficiente de la energía”. 2011.

Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía, PROGRAMA CONOCE.

Programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos PAEEP, Argentina. 2004.

Programa país de eficiencia energética PPEE. Chile. 2010.

QUINTANA, Carlos. TARAZONA, Laura. ORDOÑEZ, Gabriel, Director. Trabajo de grado “Caracterización del centro de almacenamiento controlado para aparatos y residuos eléctricos y electrónicos en el campus central de la Universidad Industrial de Santander”. 2011.

REITER, Russell, «Contaminación lumínica: supresión del ritmo circadiano de melatonina y sus consecuencias para la salud», en VV.AA., Cronobiología básica y clínica, págs. 269-289. 2006.

SAILOR, DJ. A green roof model for building energy simulation programs ELSEVIER, Energy and Building, 2008.

Schneider Electric, Manual de soluciones eficiencia energética.

THERÁN, Gustavo. POSADA, Juan. CARRILLO, Gilberto, Director. Trabajo de grado “URE: aplicación del análisis exergético a circuitos eléctricos en los edificios de la

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

facultad de ingenierías fisicoquímicas y planta de aceros de la UIS". Noviembre 2006. Unidad de Planeación Minero energética UPME. COLCIENCIAS. "eficiencia en sistemas de climatización".

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología COLCIENCIAS. Eficiencia energética en motores eléctricos. <<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/motores.pdf>>

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología COLCIENCIAS. Calidad de la energía eléctrica. <<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>>

Unidad de Planeación Minero Energética, Plan energético nacional: "estrategia energética integral". <<http://www.upme.gov.co/Docs/Plan%20Energetico%20Nacional/12.%20Uso%20Racional%20de%20Energia/planenergetico-52.pdf>>

Universidad Industrial de Santander < <http://www.uis.edu.co>>

Universidad Industrial de Santander, proceso de contratación <<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/contratacion/Procedimientos/PCO.04.pdf>>

Universidad Nacional De Colombia. "Alumbrado Interior De Edificaciones Para Entidades Públicas." Guía didáctica para el buen uso de la energía. Unidad de Planeación Minero Energética UPME. <[Http://www1.upme.gov.co/](http://www1.upme.gov.co/)>. Ministerio De Minas Y Energía, 21 Feb. 2008. Web. 16 Feb. 2012.

ANEXOS

ANEXO A. SOPORTE DE LAS REUNIONES EJECUTADAS EN LAS UNIDADES ADMINISTRATIVAS Y DIVISIONES UIS.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



Fecha: 23 de Febrero de 2012

Asunto: indagación del papel de la división de mantenimiento tecnológico en el desarrollo de los proyectos de diseño eléctrico en la UIS.

División de mantenimiento tecnológico

INFORMACIÓN SUMISTRADA:

Esta división no está directamente relacionada con el establecimiento de parámetros de diseño eléctrico pues ésta es una labor ligada a la división de planta física. Su función está orientada a la gestión, reparación y conservación de bienes tecnológicos, aunque brinda soporte en la instalación, control y supervisión de nuevos equipos. La adquisición de productos no es competencia de esta división pues los procesos de compra los realizan directamente las unidades académico administrativas y la dirección de contratación; y la disposición final de los mismos tampoco es de su competencia ya que sólo evalúan técnicamente si se puede o no dar de baja un equipo basándose en la relación costo beneficio.

La división de Mantenimiento tecnológico es consciente de la importancia del uso racional y eficiente de la energía, así como de la reducción de costos de funcionamiento que acarrearán equipos conectados a la red eléctrica, es por ello que apunta a trabajar conjuntamente con otras unidades de la universidad para buscar alternativas y acciones que contribuyan a ello. De manera independiente, está iniciando un trabajo enfocado a establecer ciertos requisitos para equipos de climatización, tales como requerimiento de etiqueta de eficiencia, el uso de refrigerantes ecológicos, el número de fases según tamaño del equipo y el uso adecuado (de acuerdo al entorno) del mismo, aunque dadas las múltiples variables que intervienen en la selección y viabilidad de este tipo de equipos, dichos requisitos no están aún establecidos como exigencias institucionales.

Manuel José Ortiz Rangel

Jabid Eduardo Quiroga Méndez

Rodrigo Rafael Beltrán Buelvas

Adriana Marcela Meneses Prado

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES

Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



Fecha: 2 de Diciembre de 2011

Asunto: Indagación de papel de división de servicios de información en los proyectos de diseño eléctrico y el establecimiento de parámetros técnicos relacionados.

División: Servicios de Información.

INFORMACIÓN SUMISTRADA:

El ingeniero Benjamín Pico, nos indicó que su función en lo referente a proyectos de diseño eléctrico es mínima, siendo la división de planta física la principal involucrada en ellos y en la evaluación de componentes técnicos. Esta división se ve involucrada en tales proyectos en el diseño redes de comunicación el cual también es realizado en la mayoría de los casos por diseñadores eléctricos.

No se tienen requisitos técnicos específicos para el diseño de redes de comunicación, pero la UIS se rige a normas y ciertos protocolos de acuerdo a categoría en la que se encuentra, apuntando a mejorar cada vez más tal posicionamiento. Dichas normas están enunciadas en la página de la universidad, en el mapa de procesos de la división de servicios de información, construcción de redes de datos. En este ámbito no es factible el URE pues es más determinante la calidad de la señal de los datos transmitidos que el ahorro energético en su transmisión.

Manuel José Ortiz Rangel

Benjamín Pico

Rodrigo Rafael Beltrán Buevas

Adriana Marcela Meneses Prado

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES

Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



Fecha: 5 de Diciembre de 2011

Asunto: Indagación de papel de planeación en los proyectos de diseño eléctrico en la UIS y el establecimiento de parámetros técnicos relacionados.

Planeación.

INFORMACIÓN SUMISTRADA:

El ingeniero Juan Miguel Ortiz nos comentó que la función de planeación en la Universidad es asesorar a las unidades académico administrativas en la formulación de proyectos de inversión (cabe resaltar que no hay un límite económico impuesto por la Universidad, siendo la calidad el factor de mayor relevancia en los proyectos que se realizan en la institución). Se estableció que dicha unidad no maneja proyectos de diseño eléctrico, dado que dicho ámbito es remitido a planta física para que emita un concepto acerca de los diseños, planos de diseño y otros entregables y a su vez para que se cumpla una lista de verificación (tipo proyecto, alcance, cargas, diagrama unifilar y demás entregables) que debe ser tenida en cuenta principalmente por el diseñador.

Como iniciativa de la Universidad y de planeación es importante la incorporación de URE en los diversos proyectos y procesos que se llevan a cabo, así como la automatización y ahorro, aunque no de manera formal bajo alguna política institucional, pero si procurando la reducción de costos de funcionamiento. Dichas iniciativas están sujetas a los criterios de diseño y tecnologías establecidos por cada diseñador, más no a un estándar dado por las divisiones contratantes o por la UIS como tal.

Manuel José Ortiz Rangel

Juan Miguel Ortiz Rangel

Rodrigo Rafael Beltrán Buevas

Adriana Marcela Meneses Prado

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



Fecha: 30 de Noviembre de 2011

Asunto: indagación del papel de la dirección de Contratación y proyectos de inversión, en el desarrollo de los proyectos de diseño eléctrico en la UIS.

Dirección de Contratación

INFORMACIÓN SUMISTRADA:

El Ingeniero Álvaro Bernal muy amablemente nos facilitó un listado de licitaciones y de las diferentes convocatorias hechas por la UIS desde el 2005 al 2011. Al realizar el listado se hizo un filtro donde se escogían las licitaciones que asociaban de manera relevante los aspectos eléctricos. Los archivos pueden ser descargados directamente desde la página de la universidad la cual nos brinda información sobre las especificaciones técnicas finales de diseño. Anexo se encuentra el listado.

También se solicitó información del papel que juega la dirección de contratación y proyectos de inversión, en los proyectos de diseño eléctrico de la UIS y nos fue dicho que ésta dirección no se encuentra involucrada directamente en establecimiento de aspectos técnicos de diseño eléctrico. En ella se establecen requisitos generales legales de las convocatorias y licitaciones, y se publican (previa verificación) los diversos aspectos técnicos especificados por la dependencia contratante, el diseñador o la división relacionada (planta física, mantenimiento tecnológico, servicios de información) siempre y cuando haya concordancia entre el diseño establecido y las necesidades de la obra o proyecto.

Los procesos realizados por la dirección pueden ser consultados en la página de la UIS, así como su organigrama, estructura y actividades llevadas a cabo.

Esta dirección es el último paso de los proyectos antes de su publicación y debe velar que los aspectos publicados sean los correctos, siendo dicha revisión más de forma que de fondo.

Manuel José Ortiz Rangel

Álvaro Bernal

Rodrigo Rafael Beltrán Buelvas

Adriana Marcela Meneses Prado

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



LICITACIONES:

- **2005**
 1. Coliseo, subestación planta física convenio ESSA.
 2. Ciencias Humanas, licitación 015.
 3. Laboratorios de Física, licitación 014.
 4. Plazoleta, licitación 020.
 5. Sala Anexa auditorio, licitación 029.
 6. Centic, licitación 028.
 7. Caracterización, licitación 031.

- **2007**
 1. Administración 2, licitación 001.
 2. Ingeniería Química, licitación 010.

- **2008**
 1. Subestación, convocatoria 001.
 2. Auditorio Iluminación, licitación 021.
 3. Sistema Eléctrico Camilo, licitación 014.

- **2009**
 1. Ingeniería Industrial, licitación 012.

- **2010**
 1. Plantas de Emergencia: licitación 002, licitación 033, licitación 044.
 2. Redes Eléctricas Laboratorios Livianos: Convocatoria 023, licitación 059, licitación 064.

- **2011**
 1. Ingeniería Eléctrica, licitación 016.

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



Handwritten signature or initials

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



Fecha: 03 de Febrero de 2012.

Asunto: Indagación de papel de la división de planta física en los proyectos de diseño eléctrico y el establecimiento de parámetros técnicos relacionados.

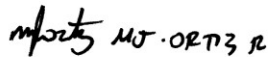
División: Planta física.

En reunión con el ingeniero Javier Eslava se conoció que la división encargada de la revisión y validación de las especificaciones técnicas en los proyectos de diseño eléctrico es, en la mayoría de los casos, la división de planta física. Ésta revisa tanto los diseños al inicio como al término de las convocatorias, y al comienzo y final de los proyectos a realizar, realizados por contratación, planeación y la misma planta física, evaluando el cumplimiento de la normativa colombiana vigente (RETIE, NTC 2050, NTC 4452, norma para el cálculo y diseño de sistemas de distribución de la ESSA), el URE (aunque en una etapa de verificación de criterios preliminares), y la conformidad con las necesidades del diseño, emitiendo así un concepto al respecto. Antes de la ejecución de cualquier proyecto debe solicitarse la disponibilidad de carga a esta división.

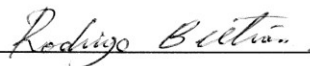
La división se rige por la normativa nacional para la verificación del cumplimiento de parámetros de diseño eléctrico ya que no se cuenta con un plan conjunto en todas las dependencias sobre las licitaciones, diseños y obras eléctricas enfocado hacia el URE; sin embargo se procura que los diseños y productos cumplan con criterios mínimos de eficiencia, de acuerdo a lo que indique las normas específicas para los proyectos eléctricos.

Otra de las exigencias de la DPF, respecto a los materiales en este caso, es que los conductores eléctricos sean tipo cable, que los elementos tengan certificado RETIE o del CIDET, y que se demuestre la calidad y legalidad de los productos utilizados.

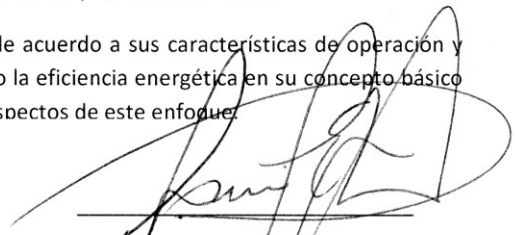

La adquisición de productos es determinada de acuerdo a sus características de operación y mantenimiento, e implementación, manejando la eficiencia energética en su concepto básico y por lo cual se desea implementar todos los aspectos de este enfoque.



Manuel José Ortiz Rangel



Rodrigo Rafael Beltrán Buelvas

Ing. Javier Eslava

Adriana Marcela Meneses Prado

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Estudio basado en el uso racional y eficiente de energía (URE) para establecer los requisitos técnicos adicionales de los diseños eléctricos contratados por la UIS.



También se encarga del mantenimiento y reparación programados de los elementos e instalaciones eléctricas, sin embargo también maneja las solicitudes de las diferentes unidades académico-administrativas, y estas últimas no están sujetas a periodos específicos de implementación regular establecida.

La división de planta física considera necesario el poder ejercer una labor paralela de interventoría durante los procesos de ejecución de los proyectos eléctricos para evitar cambios a futuro que puedan afectar el mantenimiento, reparación, ampliación o reestructuración de las instalaciones que quieran ser realizados por la división.

v. B

CREAR CONCIENCIA AMBIENTAL "UN COMPROMISO DE TODOS"



ANEXO B. RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS A LOS CRITERIOS URE EN LOS DISEÑOS

RECOMENDACIONES:

Como medida complementaria a todas las pautas de diseño brindadas en el instrumento de verificación del **anexo D**, a continuación se brindan a la UIS una serie de criterios que permiten llevar a cabo URE a la par de los mismos diseños; dichas medidas deben ser adoptadas como parte de la política de gestión ambiental de la Universidad para apoyar las exigencias y aportes URE que deben tenerse en cuenta para la planeación y ejecución de los proyectos eléctricos.

RECOMENDACIONES PARA PROPONENTE

- Proveer sistemas integrales de aislación eficientes a fin de reducir el consumo de energía para calefacción y refrigeración durante toda la vida útil de la obra.
- Conectar los equipos de ofimática en red para limitar su número y consumo energético.
- Los colores claros en techos y paredes exteriores reflejan el sol y evitan el calentamiento de los equipos interiores **[39]**.

RECOMENDACIONES PARA LA UNIVERSIDAD

GENERALES

- Las propuestas presentadas en las licitaciones y convocatorias que realiza la Universidad deben realizarse como un trabajo conjunto entre el diseñador eléctrico y el arquitecto de tal manera que se puedan

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

complementar los parámetros de diseño eléctrico URE con las pautas que establece un diseño arquitectónico bioclimático. Es importante que la persona encargada de realizar el diseño arquitectónico tenga especialización en diseño bioclimático o la experiencia suficiente en el campo.

- Promover programas orientados a generar conciencia sobre la importancia de tomar hábitos de consumo energético adecuados y en ellos resaltar los beneficios y resultados favorables que traen consigo una cultura de ahorro energético es la manera de lograr una disminución de hasta el 15% en la factura de energía eléctrica y además impactar positivamente el ambiente. [39].
- Al momento de adjudicar el contrato de ejecución de un proyecto el jurado debe dar un porcentaje favorable a las propuestas que cumplan los parámetros de diseño URE, con el fin de motivar la implementación de los mismos.
- Incentivar el ahorro energético a través de beneficios o estímulos⁵⁵ a los edificios que demuestren reducción del consumo de energía.
- Establecer el costo beneficio de la sustitución de equipos ineficientes por equipos con estándares y rangos de eficiencia mucho mayores y amigables con el ambiente.
- El presente proyecto es extensible y ofrece la base para que las demás disciplinas de la Universidad elaboren pautas enfocadas hacia URE que lo complementen y de esa manera el diseño como un todo haga su aporte hacia el desarrollo sostenible.
- Ofrecer al diseñador patrones de ocupación nocturnos y diurnos de los diferentes entornos de la Universidad (áreas administrativas, aulas de clase, escenarios deportivos, laboratorios, auditorios). Las necesidades del diseño expresadas por las UAA deben ser detalladas para permitir que el mismo se ajuste correctamente al propósito final de la instalación.

⁵⁵ El ahorro económico debido a los buenos hábitos de consumo puede ser destinado a favorecer el confort de las instalaciones o compensar las necesidades que manifiesten sus ocupantes.

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

- Brindar las herramientas de hardware y software que complementen los elementos que se empleen en los diseños eléctricos. A su vez debe exigir que los equipos seleccionados por el diseñador deben tener capacidad de conexión con los analizadores ya existentes en el campus, es por eso que es recomendable que los equipos seleccionados manejen diversos protocolos de comunicación y en lo posible sean multicanales, para que no acarreen costos adicionales de sustitución de activos, en los que bien se puede incurrir cuando ellos cumplan su tiempo de vida útil.
- Se debe destinar un porcentaje del presupuesto del proyecto para dar espacio a los diseñadores para implementar Fuentes no convencionales de Energía que impliquen sobrecostos.

ILUMINACIÓN

- Realizar el reemplazo total de las fuentes de iluminación del alumbrado público por lámparas de sodio ⁵⁶ de alta eficiencia.
- Es conveniente mantener limpios y pintar o repintar en el caso de que sea necesario, las paredes y techos de las instalaciones con colores claros para incrementar la reflexión de la luz y así poder disminuir la necesidad lumínica del área.
- Establecer un plan de mantenimiento programado centrado en la limpieza de luminarias y fuentes de iluminación, para así disminuir el rango de depreciación luminosa de la lámpara. Actualmente la frecuencia de reparación de las fuentes de iluminación es determinada según las necesidades de las UAA, pero es conveniente que se prevean

⁵⁶En promedio, una luminaria tradicional de mercurio para alumbrado público consume 125 W, lo que equivale a una demanda de energía de 662 Kwh/año. Por otro lado, una bombilla de sodio de alta eficiencia bajo las mismas condiciones de operación demandaría unos 321 Kwh/año, es decir, casi 50% menos.[41]

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

estas labores con un plan estructurado a seguir por la División de Planta Física.

- La Universidad debe establecer unas políticas y requisito básicos de mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas.
- Reacomodar los muebles para que no obstruyan la entrada de luz natural a las instalaciones.
- Exigir la entrega de la versión definitiva (componentes de un diseño eléctrico) del proyecto ejecutado y facilitar dicha información a la división de planta física con el fin de apoyar sus labores, y a mediano plazo consolidar una base de datos actualizada de las instalaciones eléctricas de la UIS. es conveniente que la labor interventora de esta división sea paralela a la ejecución de los proyectos.

CLIMATIZACIÓN

- Limpiar periódicamente los filtros del aire para evitar la contaminación por polvos, ácaros, pólenes, etc.
- Mantener las puertas y ventanas cerradas, evitará el ingreso de aire del exterior al ambiente climatizado. Limitar el uso de equipos de AA sólo a los espacios que ya los usan o donde sea estrictamente necesario controlar las variables de temperatura y humedad.
- Se recomienda ajustar el termostato a una temperatura no menor a 22° C. Este valor garantiza confort y es adecuado para la salud de los ocupantes. Cada grado que disminuya la temperatura, aumentara el consumo en un 8%.
- La diferencia de temperatura del área climatizada con el exterior no debe ser superior al 12%.**[57]**

ANEXO C. PLANTILLA DE ESPECIFICACIÓN DE FUENTES LUMINOSAS USADAS EN EL DISEÑO.

Este anexo sirve como una guía para la especificación de las características de equipos de sistemas de iluminación. El diseñador puede realizar cambios en el formato y entregarlo según su criterio, pero especificando de igual manera los aspectos indicados en el presente documento. Los equipos de iluminación basados en tecnología tipo LED deben especificar las características indicadas que a ellos competan (o las variaciones respectivas dependiendo de la tecnología, como elementos ópticos, reguladores, etc.), además de los elementos adicionales requeridos para su funcionamiento. A esta lista se le puede anexar las pautas de mantenimiento preventivo de acuerdo con las recomendaciones planteadas, y las limitantes técnicas de operación de los equipos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICA DE LUMINARIAS			
SUMINISTRO DE LAMPARAS PARA NOMBRE DEL PROYECTO UIS			
(LUMINARIA A ESPECIFICAR)			
UBICACIÓN:	CANTIDAD	TIPO DE INSTALACIÓN	CODIGO PLANOS
			(SIMBOLO UTILIZADO)
IMAGEN			
CARACTERÍSTICAS GENERALES	Tipo de luminaria		
	Distribución de luz		
	Ancho [m]		
	Largo [m]		
	Altura [m]		
	Carcasa o cuerpo		
	Acabado carcasa		
	Grupo óptico interno		
	Grupo óptico externo		

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

	Socket	
	Cableado interno	
	Cableado externo	
	Empalmes de cables	
	Marco reglamentario	
	Requisitos adicionales	
FUENTE LUMINOSA	Tipo de bombilla	
	Potencia [W]	
	Diámetro del tubo [Pulgadas]	
	Flujo luminoso mínimo [lúmenes]	
	Color	
	Tiempo de encendido [s]	
	Eficacia Mínima [lúmenes/vatio]	
	Índice de reflexión cromática	
	Temperatura de color [°K]	
	Vida útil [horas]	
	Rango de EE	
	Longitud [cm]	
	Bombillas por luminaria [un]	
BALASTO	Certificaciones	Homologado UI - CE - Normas ecológicas.
	Marcas aceptadas	General Electric, Philips, Osram, Sylvania o similar
	Tipo	Electrónico.
	Potencia [W]	
	Voltaje [V]	
	Sistema de encendido	
	Factor de Potencia	
	Factor de Balasto	
	Distorsión armónica THD [%]	
	Clasificación del ruido	
	Balasto por luminaria	
	Tipo de marcación	Adhesivo en material resistente al agua
	Datos de la marcación	Marca del fabricante, referencia, potencia, voltaje y diagrama de cableado
	Montaje	Acoplados en lados opuestos en el interior del chasis de la luminaria.
EQUIPOS ADICIONALES	Detalles y especificaciones	
ANEXOS OBLIGATORIOS	Certificaciones	Homologación UL - CE
	Marcas aceptadas	Advance, Universal, General Electric, Vossloh, Osram, Philips
		Certificado de conformidad con RETILAP
GARANTIAS		Catálogo de los productos y componentes

ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS

		Protocolo del balasto
		Fotometría en formato IES (impreso y digital)
		Mínimo un (1) año para los tubos fluorescentes
		Mínimo tres (3) años para los demás componentes
OBSERVACIONES		

La plantilla anterior puede adaptarse para la especificación de equipos de aire acondicionado, de acuerdo a las variables técnicas y aparatos adicionales que éstos involucran. Se recomienda a la UIS, tan pronto como la DMT establezca requisitos específicos hacia el URE de estos equipos, se brinde una platilla de este tipo a los diseñadores, o al menos con las características e información que crean conveniente.

ANEXO D. INSTRUMENTO DE VERIFICACIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS ENFOCADOS HACIA URE.

Se anexa en formato digital el instrumento de verificación que resume los parámetros de diseño eléctrico enfocados hacia URE desarrollados en el presente documento. De igual manera se indica un instructivo con los criterios de cumplimiento, que sintetizan la información del presente trabajo. Se recomienda al diseñador remitirse a este documento para mayor información sobre la aplicación e implicaciones de las pautas indicadas.

**ANEXO E. PORCENTAJES DEL MONTO CONTRATADO EN
LICITACIONES 2005-2011 RELACIONADAS CON OBRAS ELÉCTRICAS,
DESTINADO A SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, CLIMATIZACIÓN Y
TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS.**

Dado que la información detallada de los términos finales de los contratos realizados por la UIS tiene carácter restringido, fueron analizados proyectos de reciente ejecución, en los cuales se integraran obras civiles y eléctricas, algunos de reciente ejecución, a los que fue posible acceder a parte de la información. Estos proyectos fueron los de los edificios: CENTIC, Biblioteca Central UIS, edificio Administración II e Ingeniería Industrial. Los porcentajes identificados⁵⁷ se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Porcentaje de componentes sobre el monto total contratado en proyectos estudiados

PROYECTO	POCENTAJE DE ILUMINACIÓN	PORCENTAJE DE CLIMATIZACION	PORCENTAJE TRANSFORMADORES
ADECUACIONES ELÉCTRICAS EN LA BIBLIOTECA CENTRAL	3.14%	66.5%	NO SE ESPECIFICAN TRANSFORMADORES EN LA LICITACIÓN
ADECUACIONES CIVILES ARQUITECTONICAS ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES PARA LA MODERNIZACION Y AMPLIACION DE LA PLANTA FISICA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	5.31%	12.18%	1.52%
ADECUACIONES CIVILES ARQUITECTONICAS ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN 2	6.47%	6,09%	NO SE ESPECIFICAN TRANSFORMADORES EN LA LICITACIÓN
CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DEL EDIFICIO CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (CENTIC).	16,55%	11,94%	NO SE ESPECIFICA EL VALOR DEL TRANSFORMADOR SEGÚN LOS DATOS SUMINISTRADOS

Fuente: Autores

⁵⁷ Los autores realizaron los cálculos en base a la información suministrada pues dichos datos no eran encontrados de manera explícita por lo cual se consideran como valores aproximados para tener una noción del peso de los componentes indicados en el total del costo del contrato.

**ESTUDIO BASADO EN EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE LOS COMPONENTES TÉCNICOS DE DISEÑO DE PROYECTOS
ELÉCTRICOS NUEVOS Y REPOTENCIADOS EN LA UIS**

De igual manera se conocieron proyectos como el del nuevo edificio de investigaciones de la sede UIS **Guatiguará**, en el cual el contrato de la parte eléctrica fue realizado por separado, y si bien no se pueden establecer porcentajes por separado, puede establecerse que los costos por iluminación fueron alrededor de **70 millones**, y los relacionados con el transformador de potencia fueron **137 millones**. Cabe destacar que dentro de estos valores no están incluidos otros aspectos muy importantes de la red eléctrica que aumentan los costos indicados. Dado que dentro de las licitaciones indicadas en el capítulo 4 no fueron especificados otros proyectos referentes a sedes de la UIS fuera del área metropolitana, no se analizaron montos de obras eléctricas de proyectos distintos a los ya mencionados.

Es importante observar que los costos son altos⁵⁸ para estos componentes (los proyectos indicados en la tabla 14 van desde los mil millones de pesos hasta los siete mil millones en valor contratado), por lo cual no se justifica que los sistemas contemplados en los diseños y proyectos eléctricos sean ineficientes o de bajo desempeño, es por ello que se recomienda la toma de medidas enfocadas hacia el URE que aún representando una inversión inicial adicional, garanticen un desempeño adecuado de los sistemas implementados y reduzcan los costos de operación y mantenimiento.

⁵⁸ Se invita al lector a remitirse a la dirección de contratación UIS o a la página oficial de la Universidad Industrial de Santander, para obtener información detallada de montos contratados siguiendo los lineamientos y procesos que la Universidad estime necesarios para acceder a dicha información.