

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y  
ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO ECOLOGICO PARA  
OBTENER LA CERTIFICACION LEED(Líder en Eficiencia  
Energética y Diseño sostenible)”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**HERRERA FREIRE MONICA SHICELA  
mherrera@ingtec.com.ec**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTRICO**

**PASPUEL REVELO MIGUEL FERNANDO  
miguelpaspuelr@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. BOLIVAR LEDESMA GALINDO  
bolívar.ledesma.62@gmail.com**

**Quito, Mayo 2013**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Mónica Shicela Herrera Freire, Miguel Fernando Paspuel Revelo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Mónica Shicela Herrera Freire

---

Miguel Fernando Paspuel Revelo

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mónica Shicela Herrera Freire y Miguel Fernando Paspuel Revelo, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Bolívar Ledesma Galindo**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo primero un agradecimiento al ser todo poderoso que día a día nos da la fuerza y sabiduría para seguir adelante.

A mi familia, en especial a mi padre Neris Herrera quien a pesar de la prueba tan grande que nos puso la vida, ha sabido sacarnos adelante.

A mi madre Zoilita Freire, quien desde donde quiere que este siempre estará velando y cuidando cada pasó que doy.

A mi esposo Byron, que con sus palabras de aliento no han dejado que desmaye y pueda seguir adelante.

A Martha Gallardo, a mis hermanas Magy, Nely, Meches, Titis, Kary y Andrea, a mis suegros, abuelitos y tíos, quienes nunca perdido la fe en mí y siempre estarán dispuestos a apoyarme en cualquier circunstancia.

A mis hijas Gaby, Karen y Miley, a mis sobrinos Andrés y Emily quienes con su inocencia han sabido sacarme una sonrisa.

A mis amigos María Dolores Abadiano, Verónica Gonzales, Liliana Lignia, Paola Erazo, William Rueda, Evelin Gavilánez, Carlos Terán con quienes compartimos no solo una aula de clases sino también cada momento que marco la etapa de mi vida estudiantil.

A mi amigo y compañero de tesis Miguel, por compartir esta etapa final de mi carrera.

Al Ing. Bolívar Ledesma, quien nos ayudó con su tiempo y conocimientos para lograr la culminación de este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me han apoyado no solo en mi etapa profesional sino en la vida, un agradecimiento sincero.

Mónica

## DEDICATORIA

A Mi Hermanos: mis incondicionales compañeros de vida y a María Belén: el inicio del cambio.

Miguel

## **DEDICATORIA**

La culminación de esta etapa importante  
En mi vida se la dedico a mi familia,

En especial a mi esposo Byron  
Y a mis hijas Gaby, Karen y Miley.

Mónica

## **AGRADECIMIENTO**

A Mis Padres: mis maestros eternos con fe inquebrantable en mí.

A Andrea, Lorena. Rafael y María Lorenita: apoyo y motivación permanente

Miguel

## CONTENIDO

CONTENIDO  
RESUMEN  
PRESENTACION

### CAPITULO 1. LA NORMATIVA LEED

1.1.	BREVE HISTORIA DE LAS CERTIFICACIONES ENERGETICAS PARA EDIFICIOS	1
1.1.1	1990 BREEAM INGLATERRA BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT	3
1.1.2.	1998 LEED USA U.S. REEN BUILDING COUNCIL	4
1.1.3.	2001 CASBEE JAPÓN JAPAN GREENBUILD COUNCIL	5
1.1.4.	2003 GB TOOL ISBEE GREEN BUILDING COUNCIL	6
1.1.5.	2005 HQE ASOCIACIÓN FRANCESA PARA EL MEDIO AMBIENTE DE ALTA CALIDAD (ASSOHQE)	7
1.2.	LEED (Leadership in Energy and Environmental design - Líderes en Eficiencia Energética y Diseño sostenible)	10
1.3.	HISTORIA	12
1.4.	EFICACIA	13
1.5.	BENEFICIOS Y DESVENTAJAS	14
1.6.	ASPECTOS QUE CALIFICAN LA CERTIFICACION LEED	16
1.6.1.	PARCELAS O SITIOS SOSTENIBLES	16
1.6.2.	EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA	17
1.6.3.	ENERGIA Y ATMOSFERA	18
1.6.4.	MATERIALES Y RECURSOS	18
1.6.5.	CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR	19
1.6.6.	INNOVACION EN EL DISEÑO	19

1.6.7. SINTESIS DE LA TABLA DE EVALUACION LEED	20
1.7. SISTEMA DE CLASIFICACION	22
1.8. PROCESO DE CERTIFICACION	26
1.9. ECUADOR GREEN BUILDING COUNCIL	27

## **CAPITULO 2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MONITOREO Y CONTROL DE UN EDIFICIO CON MIRAS A OBTENER UNA CERTIFICACION LEED**

2.1. ANTECEDENTES	28
2.2. SINTESIS EJECUTIVA DEL PROYECTO	29
2.3. ENERGIA Y ATMOSFERA	29
2.3.1. Prerrequisito EYA2-minima eficiencia-requerido	29
2.3.2. Crédito EYA1-optimizacion de la eficiencia	30
Energética-valor 1-19 puntos	
2.3.3. Crédito EYA2- energía renovable en el sitio	31
Valor: 1-7 puntos	
2.3.4. CREDITO EYA 5- MEDICION Y VERIFICACION-	31
VALOR: 2 PUNTOS	
2.3.5. CREDITO EYA 6- ENERGIA VERDE- VALOR 2 PUNTOS	32
2.4. SISTEMA ELECTRICO	32
2.4.1. DEMANDA	32
2.4.2. SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO	33
2.4.2.1. Introducción	33
2.4.2.2. Objetivo	33
2.4.2.3. Justificación de la solución	33

2.4.2.4. Dimensionamiento y especificaciones	35
De componentes	
2.4.2.5. Generador fotovoltaico	35
2.4.2.6. Especificaciones técnicas generador	40
Fotovoltaico	
2.4.2.7. Estructura de soporte	42
2.4.2.8. Especificaciones técnicas estructura	44
De soporte	
2.4.3. INVERSOR	45
2.4.3.1. Especificaciones técnicas inversor	50
2.4.3.2. Protecciones	53
2.4.4. INSTALACIONES	55
2.4.4.1. Alimentadores eléctricos	55
2.4.4.2. Tuberías	60
2.4.4.3. Medición y registro de parámetros	69
2.5. SISTEMA DE ILUMINACION	74
2.5.1. INTRODUCCION	74
2.5.2. OBJETIVO	76
2.5.3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION	76
2.5.4. DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACIONES	81
DE COMPONENTES	
2.5.4.1. Luminarias	81
2.5.4.1.1. Luminaria 2x28w-t5 sin balastro	81
2.5.4.1.2. Luminaria hermética 2x32w-t8	82
Sin balastro	
2.5.4.1.3. Luminaria ojo de buey 26w	84
Cerrado	
2.5.4.1.4. Luminaria ojo de buey 2x26w	86
Cerrado	
2.5.4.1.5. Luminaria tipo mini ojo de buey	87
con lámpara de led	
2.5.4.1.6. Luminaria tipo barco con lámpara	88
Incandescente de 60w	

2.5.4.1.7. Luminaria tipo reflector con Lámpara de mercurio halógeno de 250w	89
2.5.5. SISTEMA DE CONTROL	91
2.5.5.1. Balastro electrónico dimerizable 2x32w o 2x28w	96
2.5.5.2. Sensor de presencia	99
2.5.5.3. Sensor de nivel lumínico	102
2.5.5.4. Botoneras de control	104
2.5.5.5. Paneles de conmutación- control De luces	107
2.5.5.6. Paneles de procesadores	111
2.5.5.7. Programa de control, configuración Y administración del sistema	114

## **CAPITULO 3. ELABORACION DE UNA GUIA DE PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE UNA CERTIFICACION LEED**

3.1. INTROFUCCION	116
3.2. PASOS PARA LA OBTENCION DE LA CERTIFICACION LEED	117
3.3. SISTEMA DE CLASIFICACION DE EDIFICIOS SOSTENIBLES LEED	118
3.4. REQUISITOS MINIMOS DEL PROGRAMA	118
3.4.1. PARCELAS SOSTENIBLES (PS)	119
3.4.2. EFICIENCIA EN AGUA (EA)	126
3.4.3. ENERGIA Y ATMOSFERA (EYA)	127
3.4.4. SEGUIR LA GUIA AVANZADA PARA EL DISEÑO ENERGETICO DE ASHARE	132
3.4.5. SEGUIR LA GUIA AVANZADA PARA LA EFICIENCIA DE LAS FACHADAS DE EDIFICIOS	133
3.5. MATERIALES Y RECURSOS (MR)	136
3.6. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR (CAI)	138
3.7. INNOVACION EN EL DISEÑO (ID)	142
3.8. PRIORIDAD REGIONAL (PR)	143
3.9. LISTA DE COMPARACION DE UN EDIFICIO LEED PARA	143

## NUEVA CONSTRUCCION Y GRANDES REMODELACIONES

3.10. REGISTRO	145
3.11. PASOS PARA REALIZAR EL REGISTRO DEL PROYECTO	146
3.12. PREPARAR SOLICITUD	151
3.13. RESOLUCION DE CREDITOS	153
3.14. PRESENTACION DE SOLICITUD	153
3.15. REVISION DE LA SOLICITUD	154
3.16. CERTIFICACION	156

## **CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. CONCLUSIONES	157
4.2. RECOMENDACIONES	159
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	161
DIRECCIONES ELECTRONICAS	165
ANEXOS	166

## RESUMEN

En los últimos años ha adquirido mucha fuerza la preocupación de la humanidad por la conservación del medio ambiente. La construcción es una de las actividades globales que inevitablemente se ha incluido en esta misión. El acelerado desarrollo de la tecnología y la reducción de los costos de producción e importación de esa tecnología han permitido que esta no sea una tarea excluyente de los países tercermundistas como el nuestro.

Pensando en apoyar la lucha por preservar el medio ambiente se crea la normativa LEED, estándar difundido ampliamente a nivel internacional, de manera precisa proporciona los criterios y herramientas, de aplicación más sencillas a la de otros sistemas, que permitan evaluar el respeto medioambiental y de salud de los edificios. En el presente proyecto se ha buscado el conocimiento total y claro de esta normativa, su inicio, su evolución y su presentación final que ha definido su aceptación como el sistema más adecuado para su aplicación en la región y en nuestro país.

Las estrategias para tener una edificación con acceso a un nivel de certificación dentro de la normativa en estudio incluyen los correctos diseños de sus instalaciones eléctricas y electrónicas; no existe una mejor forma de explicar su aplicación que el desarrollo de los mismos en un edificio real, tal como se describe en la segunda parte de este trabajo.

Por último, se debe comprender que el trabajo y la responsabilidad de los profesionales no terminan con el diseño adecuado y la construcción de los edificios, pues es necesario completar el proceso con la verificación del cumplimiento con el estándar por parte de terceros. La guía de procedimiento para la obtención de un nivel de certificación presentada complementa de manera efectiva la comprensión de la normativa así como su aplicación, validada con el ejemplo.

## **PRESENTACIÓN**

En el CAPITULO 1 se muestra de forma rápida la evolución de los sistemas de certificación ambiental de edificios hasta llegar a la exposición de la normativa con mayor difusión alrededor del mundo y objeto de estudio: LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible). Se profundiza en la exposición de su desarrollo y perfeccionamiento a lo largo de los años, se describen todas las categorías de calificación, así como la valoración por el cumplimiento de cada uno de sus requerimientos, se presentan los diferentes sistemas bajos los cuales se enmarca cualquier tipo de construcción para su evaluación y se explican las ventajas y desventajas del estándar.

Para una mejor comprensión de los conceptos y criterios expresados en el CAPITULO 2, presentamos un ejemplo real realizándose el DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO ECOLOGICO PARA OBTENER LA CERTIFICACION LEED(Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible), aquí se describen detalladamente las estrategias a utilizarse para obtenerse la mayor cantidad de puntos dentro de las categorías y créditos existentes en la normativa y que, aunque constituyen un caso específico de estudio, pueden aplicarse a cualquier edificación en nuestro país. Los sistemas ampliamente descritos corresponden al de generación fotovoltaica, iluminación y control de iluminación de los cuales se describe: su aporte en la obtención de la certificación, la concepción del diseño y cada uno de sus componentes con sus respectivas especificaciones técnicas; se desarrollan los planos y estudios correspondientes para finalmente establecer un presupuesto referencial que es sometido a su respectivo análisis.

En el CAPITULO 3, presentamos los estándares en estudio, una guía general del procedimiento para la obtención de un nivel de certificación LEED en el sistema Nueva construcción o grandes remodelaciones, se detallan cada uno de los pasos a seguirse y complementariamente se realiza una pequeña descripción de cada uno de los créditos de todas las categorías que conforman

el sistema seleccionado para el estudio, inclusive de las que no involucran a la Ingeniería Eléctrica o a la Ingeniería Electrónica..

# CAPITULO 1

## LA NORMATIVA LEED

### 1.1. BREVE HISTORIA DE LAS CERTIFICACIONES ENERGETICAS PARA EDIFICIOS

La certificación ambiental de Edificios se constituyó como un instrumento de valoración de la calidad ambiental de un edificio que busca evaluar el proceso e impacto completo del ciclo de vida de un Edificio. La primera iniciativa nace en Reino Unido en 1990 bajo la abreviatura del sistema BREEAM.

En cambio la primera iniciativa en certificación energética nace de “EU Eco-label” (la etiqueta ecológica de la Unión Europea), que se creó en 1992 para alentar a las empresas para comercializar productos y servicios que respondan a altos estándares de desempeño y calidad ambiental.

Permitía clasificar cada edificio en función del consumo energético final esperado del mismo, asociándolo a una letra de la A a la G

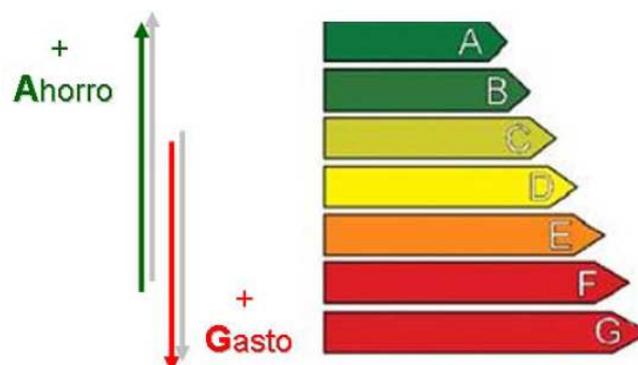


Figura 1-1 Etiqueta ecológica de la Unión Europea

Lo que marcó un impulso definitivo para los programas de certificaciones energéticas para edificaciones es el Protocolo de Kyoto en 1997 en el que la Unión Europea (UE) acordó una reducción total de emisiones de gases de efecto invernadero en un 8% por debajo de los niveles de 1990 durante el primer período del compromiso (2008-2012). En consecuencia, la Comisión Europea lanzó el "Programa Europeo de Cambio Climático" (PECC) el año 2000, a fin de establecer una estrategia comunitaria para la aplicación del Protocolo de Kioto.

El primer informe del PECC, dió una lista de acciones prioritarias, una de estas fue la promoción de la eficiencia energética de los edificios y se recomendó una nueva directiva sobre esto.

La Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios (EPBD) se aprobó a finales del 2002 y definió un marco general para promover la eficiencia energética de los edificios que debía implementarse antes del 04 de Enero 2006 a las legislaciones nacionales de los estados miembros de la Unión Europea.

La metodología debía incluir todos los aspectos que determinan la eficiencia energética y no sólo la calidad del aislamiento del edificio. Este enfoque integrado debería tener en cuenta aspectos tales como instalaciones de calefacción y refrigeración, instalaciones de iluminación, la posición y orientación del edificio, la recuperación de calor, etc. Certificados de eficiencia energética debían estar disponibles cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados.

La EPBD, establece que en casi todos los edificios de la Unión Europea esté disponible un certificado de rendimiento energético. Este certificado tiene que expresar la eficiencia energética del edificio como un indicador numérico que permite la evaluación comparativa.

Los primeros países en implementarlo fueron Dinamarca, países bajos, Alemania y Grecia.

Lo particular es que nacen de organismos no gubernamentales o consejos integrados por profesionales del área de la construcción, que se organizan y generan estas iniciativas para mejorar las prácticas de la construcción. A su vez, ellos son los encargados de monitorear y certificar. (Sistema consensuado).

Existen más de 120 organismos de estrategia en el mundo siendo 5 los principales, y desde éstos se han ido replicando en el mundo y no se refieren

directamente al ámbito de la construcción sino a temas más amplios, como medio ambientales, residuos, contaminación, emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.

**Los parámetros más comunes que se evalúan son:**

- Salud y bienestar.
- Transporte.
- Energía.
- Materiales.
- Consumo de agua.
- Uso de suelo.
- Contaminación.

La primera generación de certificación ambiental de edificios internacionales evaluaba al edificio como un objeto y de manera resumida eran:

**1.1.1. 1990 BREEAM INGLATERRA (BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT)**

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – Método de Evaluación Ambiental de la organización de investigación en edificios.

Primer Sistema de Certificación del Reino Unido.

Desarrollado por el “Centro de Investigación en la Construcción”, en un primer momento para abarcar solamente el tema energético, pero luego fue ampliado, y ahora toma en cuenta un amplio rango de temas ecológicos, ambientales y de salud.

Existen programas BREEAM para diferentes tipos de edificios: oficinas, unidades industriales, establecimientos comerciales, escuelas, hospitales, cárceles, cortes, viviendas, etc. Puede usarse para evaluar el desempeño ambiental de cualquier tipo de edificio sea este nuevo o existente.

BREEAM funciona con un sistema de puntajes simple que permite comparar diferentes estrategias de diseño antes de empezar la construcción. Las medidas buscan reducir la contaminación atmosférica global a impactos locales, incluyendo aquellos que afectan la salud humana.

Hoy en el mundo existen más de 110,000 edificios certificados y más de medio millón registrados para certificarse, pues con una de sus herramientas pueden ser evaluados edificios fuera del Reino Unido.

El puntaje total máximo es de 100, estos puntos se obtienen mediante una evaluación, la misma que permite obtener una certificación BREEAM, el sistema otorga credenciales de sostenibilidad a las autoridades de planeamiento, credenciales ecológicas a los inversionistas y ofrece a los usuarios la posibilidad de un buen diseño ambiental.

### **1.1.2. 1998 LEED USA ( U.S. GREEN BUILDING COUNCIL)**

Leadership in Energy and Environmental Design

Sistema de Calificación de Edificios Ecológicos (LEED Green Building Rating System™) Nace de una iniciativa del USGBC (United States Green Building Council – Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos) en 1995, el cual representa todos los segmentos de la industria de la construcción de EEUU que más tarde fue apoyado por el gobierno gestionando la certificación de los edificios públicos. Hoy en día se ha expandido por gran parte del mundo. Funciona a partir de estándares de los Estados Unidos de Norteamérica basado en un consenso para desarrollar e incentivar edificios sostenibles de alta eficiencia.

En términos del Consejo, LEED fue creado para:

Definir lo que significa “edificio ecológico” mediante el establecimiento de un estándar de medida común

Promover prácticas de diseño integral.

Reconocer el liderazgo ambiental en la industria de la construcción.

Estimular la competencia ecológica.

Aumentar la conciencia del consumidor de los beneficios de los edificios ecológicos.

Transformar el mercado de la construcción.

El sistema LEED provee un marco para asesorar el rendimiento del edificio y lograr las metas de sostenibilidad. Basado en estándares científicos, promueve el uso de estrategias para el desarrollo sostenible del:

- Territorio,
- el ahorro de agua,
- la eficiencia energética,
- la selección de materiales, y
- la calidad del ambiente interior.

LEED también trabaja en colaboración con el grupo internacional GBC (Green Building Council-Consejo de Edificio Verde).

### **1.1.3. 2001 CASBEE JAPÓN (JAPAN GREEN BUILD COUNCIL).**

Se crea a través de un trabajo conjunto entre el mundo empresarial, gubernamental y académico, en el año 2001 con el apoyo de la Oficina de Vivienda del Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transportes y Turismo (MLIT) lo que condujo a la creación de una nueva organización, "The Japan GreenBuild Council" (JaGBC/ Japan Sustainable Building Consortium" (JSBC), cuya secretaría está administrada por el Instituto para la Construcción de Medio Ambiente y Conservación de la Energía (IBEC). JaGBC, JSBC y subcomités están juntos trabajando en Innovación y desarrollo permanente de este sistema. Hoy en día, la mejora y difusión de CASBEE se están promoviendo en el marco del Plan de Acción Ambiental MLIT (junio de 2004) y el Protocolo de Kyoto.

CASBEE se elaboró conforme a las siguientes políticas:

- El sistema debe estar estructurado para evaluar edificios de alta calidad, aumentando así los incentivos a los diseñadores y otros.
- El sistema de evaluación debe ser lo más simple posible.
- El sistema debe ser aplicable a los edificios en una amplia gama de aplicaciones.
- El sistema deberá tener en cuenta las cuestiones y los problemas peculiares de Japón y Asia.

Los instrumentos de valoración son:

- CASBEE para el Pre-diseño,
- CASBEE construcción del nuevo edificio,
- CASBEE para las construcciones existentes,
- CASBEE para la renovación,

Cada herramienta está diseñada para un fin y un usuario independiente, y está puede tener una amplia gama de usos: oficinas, escuelas, apartamentos, etc;. en los edificios evaluados.

#### **1.1.4. 2003 GB TOOL ISBEE GREEN BUILDING COUNCIL**

Era un sistema de evaluación ambiental de edificios creado por el "Green Building Challenge" que es una agrupación de alrededor de veinte países bajo la coordinación del iSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment – Iniciativa internacional para el medioambiente construido sustentable).

El proyecto del GBC era un intento de desarrollar un sistema de asesoría de segunda generación diseñado para reflejar las diferentes prioridades,

tecnologías, tradiciones constructivas e incluso valores culturales que existen en diversas regiones y países.

Para poder usar el sistema cada uno debía primero ajustar las valoraciones del sistema asegurando así que los resultados fueran relevantes a las condiciones locales.

GBTool es la herramienta de asesoría desarrollada por el GBC, a manera de software, que permite una descripción completa del edificio y su performance y a la vez modificar los puntos referenciales para que la calificación se realice en términos regionales. GBC incluso incentiva a los sectores públicos y privados a usar los resultados para poder desarrollar una nueva generación de sistemas de registros. Los países europeos que están aún desarrollando sus propios sistemas están usando el sistema del GBC para intercambiar ideas y mejorarlos.

Este sistema de evaluación se viene desarrollando en el marco de un proceso de discusión internacional durante muchos años.

#### **1.1.5 2005 ASSOHQE (ASOCIACIÓN FRANCESA PARA EL MEDIO AMBIENTE DE ALTA CALIDAD)**

Desde 1993, el ministerio de vivienda francés, consciente de los impactos en el medioambiente generados por el sector de la construcción, impulsa realizaciones experimentales de “Alta Calidad Ambiental”

A partir de esto aparece la primera definición de la alta calidad ambiental de edificaciones establecida con la norma NF EN ISO 8402: “La calidad ambiental de los edificios corresponde a las características del edificio, de sus equipamientos (productos y servicios) y de la operación de construcción o adaptación de un edificio que le confiera la aptitud de satisfacer las necesidades de controlar los impactos sobre el ambiente exterior y de la creación de un ambiente interior confortable y sano.”

El sistema HQE consiste en una lista de trabajo de 14 objetivos, ordenados en 4 grupos, que buscan, por un lado, controlar los impactos de la operación en el medio ambiente, y por otro lado, producir un ambiente interior satisfactorio:

La Gestión Normativa HQE está compuesta por:

Las reglas generales de la marca NF (Norma Francesa).

Las reglas de certificación de la marca NF Edificios terciarios –Gestión HQE.

El Referencial Técnico de Certificación Edificios Terciarios –Gestión HQE.

El referencial técnico es elaborado por CERTIVEA–Filial del CSTB.

Sistema de Evaluación Integral para el Fortalecimiento de Eficiencia Medioambiental.

En 20 años los sistemas de certificación se han replicado y optimizado, han variado desde analizar una fase específica a la vida completa del edificio; sin embargo de lo cual presentan falencias como no considerar la dimensión socio – económica por ser creados o copiados de modelos del primer mundo; uno sólo evalúa innovación en el diseño (LEED). En países en desarrollo y del tercer mundo existen vacíos en normativas o calidad de materiales y procesos, lo que dificulta la certificación por lo que se ha tendido a hacer capítulos particulares.

Con la evolución de los sistemas nace una segunda generación de certificación ambiental, en esta generación la metodología en la evaluación va desde el proceso de pre – diseño hasta la ocupación, es decir, se evalúa todo el ciclo de vida del Edificio que comprende:

- Pre – diseño.
- Diseño esquemático.
- Diseño analizado.
- Documentación de construcción.
- Operación y mantenimiento.

- Demolición.

Los sistemas vanguardistas de esta etapa son:

- 2008 SBTOOL GBCH IISBE
- 2009 LEED 3.3. USA USGBC

Uno de los aspectos más sobresalientes que se toman en cuenta en esta nueva generación de Sistemas de certificación es que se evalúan los procesos en la construcción lo que es una ventaja en la implementación.



**Figura 1-2 Base de la sustentabilidad**

Los nuevos Sistemas de Certificación Ambiental de edificios consideran la base de la sustentabilidad que son la sociedad, la economía y el medio ambiente, por medio de la EVALUACIÓN INTEGRADA que mide a nivel general lo anterior y básicamente realiza un análisis del Ciclo de Vida del Edificio sumado un análisis del Costo del Ciclo de Vida que significa que deben indicar los ahorros proyectados y el impacto que tendría la operación para justificar los gastos de implementación.

El objetivo principal de los Sistemas de Certificación Ambiental es mejorar estándares de diseño y productos para mejorar el hábitat y proteger el medio ambiente.

De manera muy resumida y destacando los principales beneficios de los procesos de certificación son:

- Se presenta una visión Integral de la edificación.
- Existe una valorización del trabajo de los profesionales y técnicos.
- Se provoca una transformación del mercado por exigencia en estándares de Calidad.
- Promoción de la industria.
- Comunidades educativas.
- Especialización.
- Tecnología.
- Metodología.

## **1.2. LEED (Leadership in Energy and Environmental design - Líderes en Eficiencia Energética y Diseño sostenible)**

El Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos (USGBC por sus siglas en inglés - United States Green Building Council) es una organización no gubernamental cuyo principal objetivo es la promoción de edificios sustentables, tendientes a mejorar la calidad ambiental, la creación de espacios saludables, la eficiencia de los sistemas tecnológicos y los recursos económicos. Para facilitar un diseño basado en la integración de estos conceptos, el USGBC creó un sistema denominado **LEED** – Leadership in Energy and Environmental Design (Líderes en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), una herramienta que facilita la aplicación de estrategias de diseño ambiental y que se utiliza como parámetro para evaluación y certificación del nivel de sustentabilidad alcanzado por los proyectos. Fue inicialmente implantado en el año 1998, utilizándose en varios países desde entonces.

**LEED** se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. 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 de construcción.

Esta certificación, de uso voluntario, tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto ambiental de la industria de la construcción.

Esta certificación que, ha ido ganando aceptación internacionalmente, brinda un marco para identificar e implementar soluciones prácticas y medibles, para diseñar, construir, operar y mantener edificios verdes. Igualmente es lo suficientemente flexible para ser aplicada tanto en edificios comerciales como en vivienda, así como en cualquier etapa del ciclo de vida de las construcciones.

La definición más acertada para LEED es la que lo define como un sistema de reconocimiento internacional de la construcción verde, que proporciona verificación por terceras partes de que un edificio o de que una comunidad fue diseñada y construida utilizando las estrategias destinadas a mejorar el rendimiento en todas los parámetros más importantes: el ahorro de energía, uso eficiente del agua, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la mejora de calidad ambiental en interiores, la administración de los recursos y la sensibilidad a sus efectos.

El programa de certificación LEED de edificios verdes anima y acelera la adopción global de la construcción sostenible verde y prácticas de desarrollo a través de un conjunto de sistemas de clasificación que reconoce los proyectos que implementan estrategias para mejorar el desempeño ambiental y la salud. Y los califica en función del puntaje que alcanzan como:

- Certificados LEED.
- Plata.

- Oro Platino.

LEED proporciona a los propietarios de edificios y los operadores un marco conciso para identificar y ejecutar los proyectos de edificios verdes y prácticas medibles en la construcción, operación y mantenimiento. Funciona en todo el ciclo de vida del: diseño, la construcción, operación y mantenimiento, y modificación significativa. LEED también incentiva la inversión beneficiando a los propietarios de edificios comerciales así como a los arrendatarios.

### **1.3. HISTORIA**

El desarrollo de LEED comenzó en 1993 y fue encabezado por el Natural Resources Defense Council (NRDC), el científico Robert K. Watson, quien, como presidente fundador del Comité Directivo de LEED (hasta 2006), condujo un proceso basado en el consenso, sin fines de lucro, que incluye organizaciones y agencias gubernamentales, arquitectos, ingenieros, desarrolladores, constructores, fabricantes de productos y otros líderes del sector. Al principio el comité de LEED incluyó también como miembros al cofundador Mike Italiano, a los arquitectos Bill Reed y Mendler Arena, a Gerard Heiber, Myron Kibbe constructores, los ingenieros Richard Bourne y Tom Paladino y Lynn Barker, copresidente de la comisión técnica de LEED en 1996.

En 1998, el programa piloto LEED 1.0 fue lanzado durante un período experimental mientras se realizaban las revisiones respectivas. En marzo de 2000, LEED 2.0 fue lanzado al mercado y por último el 27 de abril de 2009, el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (USGBC) puso en marcha LEED V3. La capacidad de ser flexible le permite a LEED evolucionar aprovechando las nuevas tecnologías y avances en la ciencia de la construcción, mientras se da prioridad a la eficiencia energética y a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

LEED ha pasado a ser una herramienta de valoración para la nueva construcción de un sistema global de seis herramientas de evaluación que cubre todos los

aspectos del proceso de desarrollo y construcción. LEED también ha crecido de seis voluntarios en un comité a más de 200 voluntarios en cerca de 20 comisiones y más de 200 profesionales en Washington, DC.

LEED fue creado para lograr lo siguiente:

- Definir " edificio verde " mediante el establecimiento de un estándar común de medida.
- Promover la gestión integrada desde el diseño de la edificación.
- Reconocer el liderazgo ambiental en la industria de la construcción.
- Estimular la competencia verde.
- Sensibilizar a los consumidores de los beneficios de la construcción verde.
- Transformar el mercado de la construcción.

En 2003, el Consejo de Construcción Verde de Canadá recibió permiso para crear su propia versión de LEED, llamado LEED Canadá, sobre la base de la versión de EE.UU., pero con diferencias en cuanto al clima, la geografía, las mediciones estándar, y el énfasis prioritario. LEED Canadá sigue siendo actualizado y mantenido de forma independiente pero paralelo a los sistemas de calificación LEED EE.UU.

#### **1.4. EFICACIA**

En un análisis del 2003 del ahorro en la construcción verde que se obtienen a partir de una revisión de 60 edificios que ha obtenido un certificado de LEED en cualquiera de sus categorías o niveles se comprobó que los edificios eran entre el 25 y el 30% más eficientes energéticamente, pero también se atribuye importantes beneficios a la mayor productividad de una mejor ventilación, control de temperatura, control de iluminación y la reducción de la contaminación del aire interior .

Desde una perspectiva puramente económica, en 2008 varios estudios encontraron que la certificación LEED en espacios destinados a oficinas para la renta generalmente permitía el cobro de mayores costos de alquiler y tenían mayores tasas de ocupación. El costo adicional para la prestación mínima de certificación se ha estimado en 3%, con un adicional de 2,5% para la obtención del nivel de Certificación. Los estudios más recientes han confirmado estos datos antes de que los edificios certificados consiguieran alquileres más altos de manera significativa, los precios de venta y las tasas de ocupación, así como menores tasas de capitalización reflejan un menor riesgo de inversión.

LEED se centra en el diseño del edificio y no en su consumo real de energía y por lo tanto se ha sugerido que los edificios LEED debe realizar un seguimiento para descubrir si el potencial de ahorro energético desde el diseño se están utilizando en la práctica.

### **1.5. BENEFICIOS Y DESVENTAJAS**

Los edificios con certificación LEED se supone que utilizarán los recursos de manera más eficiente en comparación a los edificios convencionales construidos simplemente. Estos edificios con certificación LEED a menudo proporcionan un ambiente de trabajo más saludable y entornos de vida mucho mejores, lo que contribuye a una mayor productividad y una mejor salud de los empleados y comodidad.

El USGBC ha recopilado una larga lista de beneficios de la aplicación de una estrategia de LEED, que va desde la mejora de la calidad del aire y el agua a la reducción de los residuos sólidos, en beneficio de los propietarios, ocupantes, y la sociedad en su conjunto.

La aplicación de LEED produce un edificio construido bajo normas de excelencia en cuanto a calidad de construcción, eficiencia energética, calidad excepcional del aire exterior, luminosidad interior, acceso a vistas del paisaje externo, ahorro de agua potable, la utilización de materiales sin emisiones de contaminantes al

momento de ocupar el edificio y los aumentos en la productividad de sus ocupantes que pagan en un corto plazo la inversión inicial. Está comprobado que un edificio certificado atrae a más inversionistas o potenciales propietarios: el valor en el mercado inmobiliario se multiplica inevitablemente. Este reconocimiento integra diversas características y diferencias.

A menudo cuando una calificación LEED se lleva a cabo el costo de diseño inicial se eleva. Una de las razones por el costo más alto es que los principios de construcción sostenible no pueden ser bien comprendidos por los profesionales del diseño en la realización del proyecto. Esto podría requerir tiempo que debe dedicarse a la investigación. Algunos de los puntos más finos de LEED (especialmente aquellos que exigen un nivel superior al estándar de la industria) podrían dar lugar a malos entendidos entre el equipo de diseño, equipo de construcción, y el cliente, lo que podría dar lugar a retrasos. Además, puede haber una falta de disponibilidad de los elementos de construcción que cumplen con las especificaciones LEED. Obtener la certificación LEED para un proyecto es un costo añadido en sí mismo, este costo adicional se presenta en forma de correspondencia a USGBC, contratación de un consultor de diseño-LEED, y la contratación g para la puesta en marcha, todo lo cual forzosamente no serán incluidos en un proyecto ambientalmente responsable.

Sin embargo, los mayores costos iniciales pueden ser efectivamente mitigados por los ahorros efectuados en el tiempo debido a los costos operativos inferiores, con relación a los estándares de la industria típica, de un edificio certificado LEED. La recuperación de la inversión económica adicional puede venir en forma de ganancias de productividad de los empleados como resultado de trabajar en un ambiente más saludable. Los estudios han sugerido que una inversión inicial del 2% extra da un rendimiento de más de diez veces durante el ciclo de vida del edificio.

LEED es una herramienta de diseño y no una herramienta de medición del desempeño, sin embargo, no incorpora una herramienta que valore el clima de la ubicación del proyecto, aunque la versión más nueva corrige en gran medida esta

debilidad. Debido a esto, los diseñadores pueden hacer que los materiales o las opciones de diseño les permita obtener un punto de LEED, a pesar de que no puede ser el sitio con el clima apropiado.

LEED es un instrumento de medición para la edificación sustentable en los Estados Unidos, y actualmente en el mundo, que se está desarrollando y modificando continuamente por los trabajadores de la industria de la construcción verde, especialmente en las áreas metropolitanas; sin embargo, la certificación de edificios ha sido más difícil de conseguir en los pequeños y medianos mercados. Además, algunas críticas sugieren que el sistema de calificación LEED no es sensible y no varía bastante con respecto a las condiciones ambientales locales. Por ejemplo, un edificio en Maine, recibiría el mismo crédito que un edificio en Arizona para conservación del agua, aunque el elemento es más importante en este último caso. Otra queja es que los costos de certificación exigen dinero que podría usarse para hacer el edificio aún más sostenible. Muchos críticos han señalado que el cumplimiento y los costos de certificación han crecido más rápidamente que el personal de apoyo del USGBC.

## **1.6. ASPECTOS QUE CALIFICA LA CERTIFICACIÓN LEED**

El certificado LEED se estructura en 6 categorías principales:

### *Parcelas o Sitio Sostenible*

La ubicación del proyecto aporta importantes consideraciones para que un proyecto sea verde. Esta categoría promueve la instalación en tierras ya urbanizadas; minimiza el impacto en el medioambiente y las fuentes de agua; promueve la sana integración con el paisaje; premia las vías de transporte eficientes; reduce la contaminación lumínica y el efecto isla de calor<sup>1</sup>. Otro aspecto importante es conservar las características naturales del lugar de emplazamiento, a través de la disminución de pavimentos impermeables y

maximización de áreas verdes. Esta estrategia disminuye las altas temperaturas producidas por los pavimentos tradicionales.

Las actividades recomendadas para la obtención de puntos en esta categoría son:

- Selección del solar adecuada<sup>1</sup>.
- Escorrentías y control de la erosión.
- Conectividad, transporte público y densidad.
- Respeto de hábitat locales.
- Medidas contra el Efecto Isla de Calor.

#### *Eficiencia en el uso del agua*

La utilización de grandes volúmenes de agua aumenta los costos de mantención y de ciclos de vida de un edificio, aumentando además los costos de los consumidores en abastecimiento y tratamiento del agua potable. Muchas estrategias de conservación del agua tienen cero costos y presentan rápidos retornos. Las medidas de eficiencia de uso de agua pueden fácilmente reducir el uso del agua en un 30%. En un edificio de 9000 m<sup>2</sup>, de artefactos de bajo consumo acoplado a sensores y controles automáticos pueden ahorrar un millón de galones de agua por año. Las aguas grises pueden ser utilizadas para riego y estanques de servicios higiénicos.

Sobre la base de lo mencionado anteriormente las actividades específicas para la obtención de puntos son:

Tecnologías para la reducción del consumo.

- Instalaciones eficientes.
- Reciclado de agua.
- Control y Medición.

---

<sup>1</sup> U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, CONSEJO CONSTRUCCION VERDE ESPAÑA; LEED 2009 para Nueva Construcción y Grandes Remodelaciones Versión 3.0.; 2009.

### *Energía y atmósfera*

Anualmente la industria de la construcción consume entre un 30% a 40% de la energía mundial. La generación de energías a partir de combustibles fósiles impactan el medio ambiente de diversas formas, comenzando por su extracción, transporte, refinamiento y distribución. Los edificios sustentables pueden enfrentar estos problemas de dos formas: reduciendo la cantidad de energía requerida para su funcionamiento y utilizando formas más benignas de energía. Entre mejor es el comportamiento energético de un proyecto, menores son sus costos operacionales. A medida que aumenta la competencia mundial por el suministro de combustible disponible el rango de retorno en medidas de eficiencia energética mejoran.

Como principales recomendación es dentro de esta categoría tenemos:

- Optimización del comportamiento energético.
- Sistemas eficientes de HVAC.
- Uso de Energías Renovables.
- Instalaciones Eficientes.
- Simulaciones Energéticas.
- Puesta en marcha de los sistemas (Commissioning).

### *Materiales y recursos*

Durante la construcción de un edificio se genera gran cantidad de residuos, se utiliza gran variedad de materiales y recursos. Por ello, la categoría de Materiales y Recursos promueve el uso de materiales renovables y el reciclaje de los desperdicios durante la construcción y la operación; la selección de materiales responsables debe considerar las siguientes características y actividades:

- Reciclados o con contenido reciclado.
- Producidos regionalmente.
- De rápida renovación natural.

- De bajo impacto medioambiental.
- Medidas para el reciclado.
- Tratamiento de materiales contaminantes.

### *Calidad ambiental interior*

Estimula el acceso a la luz natural, la mejora de la calidad del aire y del ambiente sonoro al interior de las construcciones.

La calidad del aire interior afecta no sólo a la salud de sus ocupantes sino también a su rendimiento laboral. Por ello se debe implementar medidas para mejorar la calidad de los espacios interiores mediante las siguientes estrategias:

- Monitorización de la calidad del aire.
- Ventilación.
- Calidad del aire durante la construcción.
- Materiales de baja emisividad (COV-Compuestos orgánicos volátiles).
- Control del CO<sub>2</sub> interior.
- Confort Térmico y Lumínico

### *Innovación en el diseño*

La innovación en la categoría de diseño proporciona puntos de bonificación para los proyectos que utilizan tecnologías nuevas e innovadoras y que las estrategias para mejorar el rendimiento de un edificio sea mucho más allá de lo que se requiere por otros créditos. Esta categoría también premia a proyectos por la inclusión de un profesional acreditado LEED en el equipo que garantice un enfoque sistemático e integral para la fase de diseño y construcción.

Dentro de cada una de estas 6 categorías hay créditos o puntos para el cumplimiento de objetivos específicos. LEED v3.0, la última actualización, incluye un máximo de 100 puntos más los 6 puntos para la

Innovación en Diseño y 4 puntos por prioridad regional. Dando así que LEED puede calificar los edificios en cuatro niveles de certificación posibles:

- Certificado: 40 - 49 puntos
- Plata: 50 - 59 puntos
- Oro: 60 - 79 puntos
- Platino: 80 puntos o más.



Figura 1-3 Base de la sustentabilidad

### *Síntesis de la tabla de evaluación LEED*

De las categorías mencionadas en los párrafos anteriores a continuación se presenta una tabla que de manera muy resumida muestra los puntos que pueden obtenerse

REQUISITOS	PUNTOS
Sostenibilidad del emplazamiento	8-14
prerrequisito: control de la erosión del terreno y de la sedimentación	
elección del emplazamiento	1
desarrollo urbano	1
mejora de la calidad del terreno	1
transporte alternativo	1-4
reducción de los ruidos en el emplazamiento	1-2
gestión del agua de lluvia	1-2
proyección de los espacios abiertos con objeto de reducir las islas	1-2

de calor	
reducción de la contaminación	1
Eficiencia en el uso del agua	3-5
gestión eficiente del agua en los espacios abiertos	1-2
tecnologías innovadoras para la recuperación del agua	1
reducción del uso del agua	1-2
Energía y atmósfera	7-17
prerrequisito 1: proyección de los sistemas energéticos de seguimiento del edificio	
prerrequisito 2: estándares energéticos mínimos	
prerrequisito 3: reducción de cfc (clorofluorocarburos) en los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire	
optimizar la eficiencia energética	2-10
uso de energía renovable	1-3
Monitoreo del edificio	1
reducir la emisión de gases de efecto invernadero para cumplir las condiciones establecidas por el protocolo de Montreal	1
medida y seguimiento de los resultados	1
promover el uso de energía limpia	1
Materiales y recursos	7-13
prerrequisito: recogida selectiva de los materiales y residuos reciclables	
reutilización en el edificio	1-2
gestión de los residuos procedentes de la construcción	1-2
reutilización de los recursos	1-2
Reciclado	1-2
uso de materiales locales o regionales	1-2
uso de materiales renovables rápidamente	1
uso de madera certificada	1
Calidad del aire interior	8-15
prerrequisito 1: estándar mínimo de calidad del aire interior	
prerrequisito 2: control del humo del tabaco	

seguimiento de las emisiones de CO2	1
favorecer la ventilación interna de los edificios	1
plan de gestión de la construcción para asegurar la calidad del aire en espacios interiores	1-2
uso de materiales con bajas emisiones	1-4
control de las fuentes de contaminación química en espacios interiores	1
sistemas de control	1-2
confort térmico	1-2
iluminación natural y vista	1-2

Tabla 1-1 Puntos a obtener en el proceso de obtención LEED

## 1.6. SISTEMAS DE CLASIFICACION

### *LEED NC - LEED para Edificios Nuevos y Gran Remodelación*

Es un sistema de clasificación de edificios sostenibles que han sido diseñados para guiar y distinguir a los edificios de oficinas e institucionales de alta eficiencia, enfocado principalmente a los edificios de oficinas. En la práctica ha sido aplicado también a: Escuelas y colegios, facultades, residencial en altura, edificios industriales, laboratorios, centros comerciales, bibliotecas y muchas otras tipologías.

### *LEED EB - LEED para Operación y Mantenimiento de edificios existentes.*

Es un sistema que maximiza la eficiencia en el funcionamiento y mantenimiento mientras que al mismo tiempo minimiza los impactos en el medioambiente y aumenta el bienestar de los ocupantes. Proporciona a los propietarios y operadores de edificios unos índices admitidos basados en la eficiencia para medir el funcionamiento, mejoras y mantenimiento en una escala coherente.

LEED-EB es el instrumento adecuado para entregar lugares donde se vive o trabaja que sean rentables económicamente, medioambientalmente responsables y sean saludables y productivos.

El Sistema de Clasificación LEED para Operación y Mantenimiento trata los temas de:

- Temas de limpieza y mantenimiento de la totalidad del edificio incluido el uso de productos químicos.
- Calidad del Aire Interior Continuo.
- Eficiencia Energética.
- Eficiencia en Agua.
- Instalaciones y Programas de Reciclado.
- Programas de mantenimiento exteriores.
- Mejoras de los sistemas para cumplir con los estándares de eficiencia de Sostenibilidad del edificio:
  - Energía.
  - Agua.
  - CAI (calidad del ambiente interior).
  - Iluminación.

LEED-EB se ha diseñado para complementar LEED-NC. LEED-EB se aplica a edificios existentes que no tengan la certificación LEED-NC y a edificios que ya han obtenido la certificación LEED-NC.

### ***LEED CI - LEED para Remodelación de Interiores***

Es un sistema para la mejora de los espacios de los inquilinos de los edificios o para remodelaciones menores.

LEED-CI da la oportunidad a los inquilinos y a sus diseñadores de interiores de realizar actuaciones sostenibles en edificios en los que no tienen control sobre el

funcionamiento de la totalidad del edificio. LEED-CI es el estándar que goza de reconocimiento para certificar interiores sostenibles de alta eficiencia que son lugares de trabajo; saludables y productivos, que cuestan menos de operar y mantener y que reducen la huella en el medioambiente.

El Sistema de Clasificación LEED para Remodelación de interiores trata los temas de:

- Selección Sostenible del espacio del inquilino.
- Eficiencia en el uso del agua.
- Optimización de la eficiencia energética:
  - Iluminación.
  - Controles de iluminación.
- Utilización de recursos para los sistemas y mobiliario del interior del edificio:
  - Calidad Ambiental Interior.
  - Criterios amplios de emisiones.

### ***LEED CS - LEED para Sitio y Entorno***

LEED-CS: Para Sitio y Entorno es un sistema de clasificación de edificios para proyectistas, constructores, promotores y propietarios de edificios de nueva planta que van a realizar con criterios sostenibles el sitio y entorno de nueva planta. A grandes rasgos definido, la construcción de sitio y entorno cubre los elementos base del edificio, tales como la estructura, fachada y cubiertas así como los sistemas e instalaciones a nivel de todo el edificio, tales como las instalaciones centrales de climatización, electricidad, fontanería, pci (proyección, construcción e instalación), etc. LEED-CS reconoce que la división de responsabilidades entre propietarios e inquilinos para ciertos elementos del edificio varía según mercados.

El Sistema de Clasificación LEED-CS reconoce la limitada esfera de influencia que un promotor puede ejercer sobre un edificio que se construye para alquilar o para vender a un tercero y anima a la implantación de prácticas de proyecto y

construcción sostenibles en áreas en las cuales el promotor tiene el control. Los promotores pueden a menudo implantar estrategias sostenibles que indirectamente permitan a los futuros inquilinos beneficiarse de ellas. Por el contrario, los promotores inadvertidamente pueden implantar estrategias que impidan a los inquilinos implantar elementos sostenibles. LEED-CS trabaja para establecer relaciones de sinergia que permitan a los futuros inquilinos el capitalizar las estrategias sostenibles implantadas por el promotor. Estas áreas claves suelen ser; distribución interna del espacio, decoración y acabados, moquetas, elementos de sombra interiores, mobiliario, iluminación de puestos de trabajo, etc., están a menudo fuera del control directo del promotor.

LEED-CS Sitio y Entorno se ha diseñado para complementarse con LEED-CI Remodelación de Interiores. Ambos establecen criterios tanto para promotores/propietarios como inquilinos.

LEED-CS se encuentra en la fase Piloto.

### ***LEED H - LEED para Viviendas Unifamiliares***

LEED-H: Para Viviendas Unifamiliares es una iniciativa voluntaria para promover la transformación de la industria del medio construido hacia prácticas más sostenibles. Es una herramienta muy necesaria para los constructores, los propietarios y los gobiernos locales para construir lugares medioambientalmente responsables, saludables y eficientes en recursos para vivir.

LEED-H se encuentra en la fase Piloto

### ***LEED ND - LEED para Urbanizaciones***

LEED-ND: Para Urbanizaciones integra los principios de: crecimiento inteligente, urbanismo y Sostenibilidad en el medio construido, este es el primer estándar para el proyecto y construcción de urbanizaciones. Mientras que otros sistemas

de certificación LEED se centran de forma fundamental en prácticas de construcción sostenible, con solo algunos pocos créditos que tratan la selección de la parcela, LEED-ND hace el énfasis en aspectos del crecimiento inteligente, proyecto y desarrollo de urbanizaciones mientras que todavía incorpora una selección de las prácticas más importantes de la Sostenibilidad en el medio construido. Está guiado por los 10 principios del crecimiento inteligente que incluyen; capacidad, proximidad al transporte público, mezcla de tipos de usos, mezcla de tipos de edificios, elementos que favorecen el uso de peatones y bicicletas. Es un incentivo, una señal definida para proyectar y construir mejor urbanizaciones y edificios.

LEED-ND lanza el Programa Piloto en el Otoño del 2006

## **1.7. PROCESO DE CERTIFICACION LEED**

El proceso se inicia con el registro del proyecto durante la fase inicial de planificación, a continuación se prepara la documentación (planos, diseño, objetivos, tiempo de ejecución...) y los cálculos para satisfacer los prerrequisitos. Dicho proyecto debe demostrar su compromiso con la sustentabilidad y cumplir con los estándares previamente definidos por los miembros del USGBC para la certificación de los edificios.

El paso previo a la obtención de la certificación es la pre – certificación. Entendiéndose como el reconocimiento formal otorgado por el USGBC al proyecto en su fase inicial y que verifica el cumplimiento de los prerrequisitos y un mínimo número de puntos para conseguir el nivel de certificación LEED.

La obtención final de la Certificación, así como del nivel de Certificación (Certificado, Plata, Oro, Platino) quedará pendiente de una evaluación final del edificio.

En el Capítulo 3 de este trabajo se presenta una guía general más detallada del procedimiento para la obtención de la certificación de un edificio.

## **1.8. ECUADOR GREEN BUILDING COUNCIL**

En el 2009 nuestro país fue presentado ante el consejo del WGBC en Phoenix, USA., por lo tanto desde entonces el Ecuador está como ASOCIADO, y actualmente se encuentra en el proceso de afiliación ante el WGBC (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL). La misión del EGBC es el inicio, desarrollo e implantación de los conceptos de la Edificación Verde.

La presentación oficial en nuestro país se realizó el pasado 16 de noviembre del 2010. Además, es necesario que el EGBC cuente con el apoyo de los gobiernos tanto seccionales como nacionales para que sean en conjunto los encargados de generar una legislación coherente, un ente regulador y educador para la comunidad completa y que trabajen para crear una ciudad más sustentable en tres aspectos: social, económico y ambiental, logrando incrementar la calidad de vida de las personas y en general de todos los habitantes.

## **CAPITULO 2.**

### **DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MONITOREO Y CONTROL DE UN EDIFICIO CON MIRAS A OBTENER UNA CERTIFICACION LEED**

Con la finalidad de presentar de forma práctica las actividades que se deben aplicar con la finalidad de acumular puntos para la obtención de una certificación LEED, en este capítulo se presenta un ejemplo de los Diseños de las Instalaciones Eléctricas y Electrónicas de un edificio que permitan cumplir con ese objetivo.

#### **2.1. ANTECEDENTES**

Con fines didácticos se tomará como ejemplo un Edificio que será destinado a Biblioteca Pública. El edificio en mención se conformará de la siguiente manera:

- Tres niveles de subsuelos cuyo uso principal será de espacios para estacionamientos y bodegas. En el Subsuelo 1 se prevé la conformación de un auditorio principal.
- En a Planta Baja se ha previsto un gran lobby que constituye el ingreso principal al Edificio. También se ha previsto a ubicación de dos Salas de Conferencias y una Cafetería.
- Desde el Piso 1 hasta el Piso 5 se implementará la biblioteca propiamente dicha, en estos pisos se distribuirán estanterías para los libros, también se ha previsto la construcción de salas de trabajo, salas de lectura y salas de televisión.
- En los Pisos 6 y 7 se ubicarán las oficinas administrativas de la Biblioteca, también se han previsto el espacio necesario para las salas de reuniones.
- La terraza constituye una planta con un pequeño corredor interior que permite el acceso a una gran área libre exterior.

Se ha realizado el presente estudio de instalaciones eléctricas y electrónicas, en coordinación con los requerimientos establecidos por la Dirección Arquitectónica así como con las normas establecidas por la Norma Ecuatoriana de la

construcción 2011, normas de la Empresa Eléctrica Quito, el Código Eléctrico Norte Americano (NEC del 2008), las normas básicas de prevención de incendios dictadas por la NFPA y el Cuerpo de Bomberos de Quito, y los Estándares y Recomendaciones del Consejo Americano de Edificios Verdes (recomendaciones LEED).

## **2.2. SÍNTESIS EJECUTIVA DEL PROYECTO**

Se prevé que el edificio objeto de estudio, descrito en los párrafos anteriores, pueda acceder al proceso de certificación LEED en la categoría de Construcciones Nuevas; en virtud de esta premisa todo el diseño eléctrico ha sido realizado buscando el uso eficiente de energía y el máximo ahorro de consumos, para ello se ha incorporado altos grados de control y automatización sobre todo en los sistemas de iluminación y ventilación mecánica así como la implementación de un sistema de generación de energía eléctrica en base al uso de energías renovables.

A continuación se resume en forma sucinta los sistemas e instalaciones incorporadas en este proyecto:

Se tomara como base la Tabla 1 – 1 Síntesis de la Evaluación LEED de tal forma que se pueda realizar un seguimiento al cumplimiento tanto de los pre – requisitos como las acciones necesarias para la obtención de la mayor cantidad de puntos en la especialidad que nos compete, o sea las Instalaciones Eléctricas y Electrónicas.

## **2.3. ENERGÍA Y ATMÓSFERA**

### **2.3.1. Prerrequisito EYA 2 – Mínima eficiencia Energética – Requerido**

El objetivo es definir un nivel mínimo de eficiencia energética para los diferentes sistemas y el edificio. Para ayudar a cumplir este pre – requisito se diseñará el Sistema de Iluminación del Edificio con las siguientes características:

- Estar por debajo del estándar de 10.4 w/m<sup>2</sup> de consumo promedio.
- Utilizar luminarias altamente eficientes predominando las que utilicen tubos fluorescentes T5.
- Utilizar balastos electrónicos altamente eficientes.
- Implementar un sistema de control de iluminación.

### **2.3.2. Crédito EYA 1 – Optimización de la eficiencia Energética – Valor: 1-19**

#### **Puntos**

Una vez cumplido el prerrequisito se puede obtener puntos adicionales al conseguir un incremento en los niveles de eficiencia energética. Los criterios con los que se desarrollará el diseño son:

- Contar con un sistema de control de iluminación que asegure un bajo consumo y garantice confort a los ocupantes del edificio.
- Como parte del Sistema de control de iluminación se implementarán tableros de control automático de encendido-apagado de luces en todos los pisos del Edificio en base a horarios.
- A nivel del tema de iluminación se ha especificado luminarias altamente eficientes y ahorrativas, trabajando en los pisos altos con luminarias 2x28 W con tubo T5, y en parqueaderos 2x32W con tubo T8 como estándar principal. Estas luminarias conviven con iluminación decorativa requerida por el diseño arquitectónico de cielos falsos en pisos altos en base a lámparas con tecnología LED (diodo emisor de luz).
- Todas las luminarias principales de pisos altos y las de parqueadero incorporan balastos electrónicos dimerizables que son parte del sistema integrado de control de iluminación que mediante sensores de presencia y sensores de nivel lumínico se encargan de ordenar a los balastos atenuar las luminarias para mantener un valor constante de nivel lumínico en las áreas de trabajo, aprovechando de esta manera la iluminación natural, disminuyendo al 10% el nivel lumínico cuando no hay presencia de usuarios en un espacio y permitiendo el manejo de

todo el sistema desde un computador central en el cuarto de control inteligente del Edificio.

- Las áreas correspondientes a grada de emergencia se manejarán con sensores de movimiento en forma convencional, con la precaución de que las luminarias de esta grada sean incandescentes para no afectar la vida útil por el uso de los sensores de movimiento y dado a que su uso es ocasional.
- En cada piso se ha previsto un teclado para el sistema de control que permite programar en cada botón una función a definir con el propietario para el encendido-apagado, incremento o decremento de nivel, por zonas programables. Estos teclados se encuentran en los extremos de cada piso junto a los puntos de acceso.

### **2.3.3. Crédito EYA 2 – Energía Renovable en el sitio – Valor: 1-7 Puntos**

El objetivo es compensar el costo energético del edificio usando sistemas de energía renovables, con este objetivo se prevé la instalación de un sistema de generación FOTOVOLTAICA AUTÓNOMO ubicado en la terraza del Edificio con una capacidad nominal de 6.9 KW sin baterías, distribuido en 3 módulos de 2.3 kW que se ubicarán en la terraza del edificio. Este sistema de energía alternativo renovable contribuirá a cubrir parte básica de la carga y demanda del Edificio mediante la cogeneración y el uso de un inversor trifásico sincronizado con la red, apropiado para esta aplicación. El tablero de distribución y control del Sistema Fotovoltaico incluye un sistema de protección y un módulo de comunicación para monitoreo del inversor y a través de él de todos los parámetros de operación del sistema.

### **2.3.4. Crédito EYA 5 – Medición y verificación – Valor: 2 Puntos**

Crea un plan de medición y verificación para determinar la eficiencia energética del edificio, por esta razón:

Se basará la obtención de los puntos de este crédito en el uso del software del sistema de control, el mismo que proporcionará continuamente el consumo de energía y el ahorro del sistema de iluminación.

### **2.3.5. Crédito EYA 6 – Energía Verde – Valor: 2 Puntos**

Este crédito no está dentro del alcance de los diseños eléctricos y electrónicos del Edificio pues prácticamente se basa en la compra de energía verde, como estrategia recomendada, que es una decisión netamente administrativa y del propietario del Edificio.

## **2.4. SISTEMA ELECTRICO**

### **2.4.1. DEMANDA.**

Sobre la base de la normativa de la Empresa Eléctrica Quito y utilizando el formulario A – 11 – D para la Determinación de la Demanda de Diseño se obtiene que la carga instalada prevista para el edificio es de 579.55 kW y que la demanda máxima unitaria (DMU) es de 281.89 kVA<sup>2</sup>. En conjunto con el personal de la Dirección de Distribución se establece que se utilizará un transformador de 250 kVA para suministrar energía eléctrica al Edificio BIBLIOTECA PUBLICA a un nivel de voltaje 210 / 121 V a 60 Hz.

En términos generales, sabiendo que el edificio tiene alrededor de 10000 m<sup>2</sup> de construcción y una vez calculada la demanda unitaria se puede verificar que se tiene un valor de aproximadamente 25 W/m<sup>2</sup> (este valor se obtiene si asumimos, como recomienda el NEC 2008, que los 250 kVA definidos para el transformador son 250 kW y los dividimos para el área de construcción), lo cual se ajusta plenamente a los estándares vigentes.

El diseño de iluminación ha sido realizado en base a luminarias de alta eficiencia y bajo consumo obteniéndose un máximo de 10.4 w/m<sup>2</sup> para cumplir las recomendaciones LEED para Edificios Verdes.

---

<sup>2</sup> VER DATOS OBTENIDOS EN ANEXO 1.

## **2.4.2. SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO**

### **2.4.2.1. INTRODUCCIÓN**

Atendiendo a las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 que basa sus normas en las recomendaciones LEED para edificios autosustentables en el presente estudio se realiza el diseño y dimensionamiento de un sistema de generación fotovoltaico directamente conectado a la red para el Edificio BIBLIOTECA PUBLICA. Se ha previsto que la potencia del generador es de 6.99 kWp y la potencia nominal es de 6 kWp. Se prevé utilizar una superficie improductiva al instalar los paneles en el nivel N+ 41.32 que constituye la terraza inaccesible del edificio la misma que tiene una superficie de 68.48 m<sup>2</sup> y es prácticamente horizontal, sin ninguna clase de pendiente.

### **2.4.2.2. OBJETIVO**

Dimensionar un Sistema Fotovoltaico conectado directamente a la red centrandose el diseño en el dimensionamiento correcto de los elementos con el fin de utilizar la tecnología justa y necesaria para obtener la potencia deseada con una solución óptima en seguridad y economía.

### **2.4.2.3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION**

Las energías renovables son la principal alternativa energética razonable en la actualidad. Este tipo de energías se caracterizan, principalmente, por ser inagotables y presentar un reducido impacto ambiental en comparación a otras energías.

La transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica posiblemente es la que se podría considerar la más ecológica debido al bajísimo impacto que tiene sobre el medio ambiente, sumado a una reducción considerable en el costo de los módulos fotovoltaicos comerciales gracias al

desarrollo tecnológico de los últimos años la ha venido convirtiendo gradualmente en una opción viable en el esquema de generación.

De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica se ha seleccionado un Sistema de Generación Fotovoltaica con conexión a la red disperso, cuyas principales características son:

- Reducción de la emisión de agentes contaminantes.
- No necesita ningún suministro exterior.
- Presentan un mínimo mantenimiento.
- Para su funcionamiento utilizan un recurso inagotable: el sol.
- Al generar en el mismo punto en que se produce el consumo, se eliminan las pérdidas en la transmisión y de distribución de la energía eléctrica.
- Se instalan fácil y rápidamente sobre cualquier edificio o área de parqueo bien expuesta al sol y sin obstáculos o edificios próximos que proyecten sombras, sin consumir más espacio del que ya ocupa el edificio en el medio urbano.
- No producen contaminación ni efecto nocivo.
- Son sistemas modulares: permiten inversiones de forma progresiva
- Por cuanto no se realiza ningún tipo de almacenamiento permite desechar el uso de baterías o acumuladores, consideradas el talón de Aquiles de los sistemas de generación fotovoltaica. Al evitar el uso de estos elementos se consiguen los siguientes beneficios:
  - No es necesario considerar un área especial de la construcción para su ubicación por espacio, peso y ventilación.
  - Disminución del costo inicial y por tener la vida útil más baja del resto de componentes del sistema, también se disminuye el costo de operación del sistema.
  - Se evitan riesgos importantes para la salud y el medio ambiente. Por el bajo costo de fabricación la mayoría de

baterías utilizan plomo como principal componente, material altamente venenoso y contaminante.

En este punto se debe recordar que la premisa fundamental para la implementación de este sistema de generación de energía eléctrica en el Edificio BIBLIOTECA PÚBLICA obedece al compromiso de la institución para con los ocupantes, tanto internos como externos, al ofrecer una edificación con el máximo grado de sustentabilidad posible para nuestro medio.

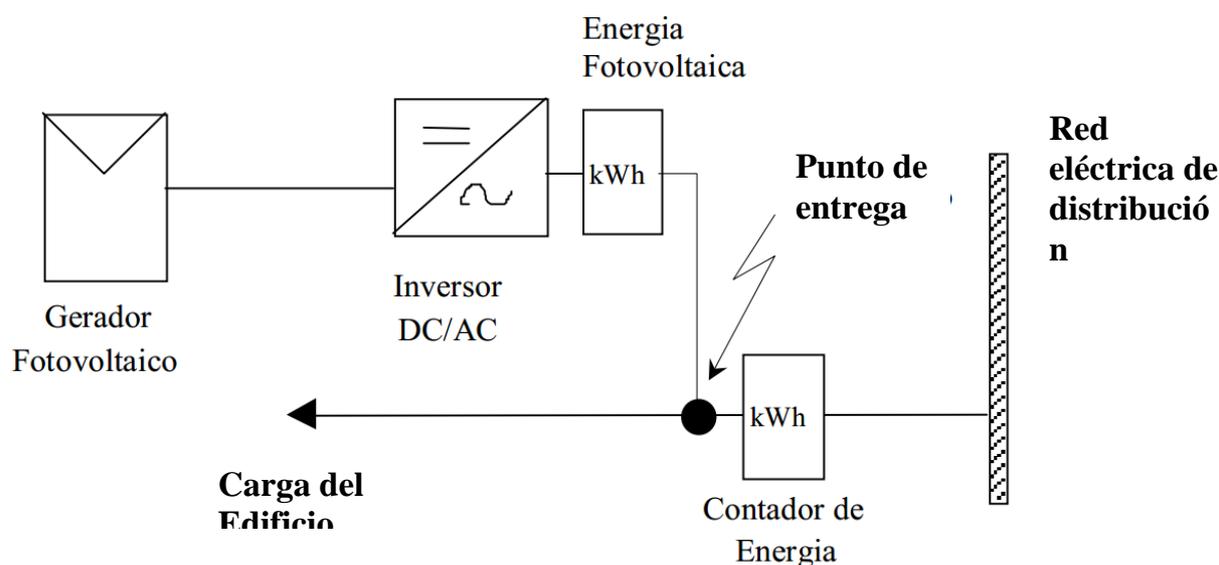


Figura 2-1 Esquema de un Sistema de Generación fotovoltaico conectado a la red según Roberto Siles del Instituto de Electrotecnia y Energía de la Universidad de Sao Paulo.

#### 2.4.2.4. DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACION DE COMPONENTES

Uno de los principales limitantes en la implementación del Sistema Fotovoltaico es el área disponible para la instalación de los módulos de paneles solares. Sobre la base de esta premisa se iniciará con el dimensionamiento de los componentes.

#### 2.4.2.5. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Se llama generador fotovoltaico al grupo o arreglo de un determinado número de paneles solares interconectados en serie. De la cantidad de estos paneles que se

puedan instalar en el área designada dependerá, en gran medida, la capacidad de generación del sistema.

Toda la tecnología fotovoltaica tiene como punto de partida y como parte principal a la celda solar que en uso del efecto fotovoltaico son los responsables de que se pueda generar energía eléctrica a partir de la incidencia de la luz solar sobre paneles que no son más que la agrupación de millares de estas celdas fabricadas en base a materiales semiconductores.

El material semiconductor usado en las celdas comerciales es el silicio al cual mediante un proceso llamado difusión se le introducen pequeñas cantidades de Boro y Fósforo para crear simultáneamente regiones tipo p y tipo n, logrando una unión p – n, en cuya zona adyacente acumula cargas positivas y cargas negativas creando un diferencia de potencial en la juntura estableciendo así un campo eléctrico en esta zona.

Cuando la luz solar incide sobre la zona adyacente a la juntura las cargas eléctricas creadas son separadas por la barrera en cargas positivas en un lado y cargas negativas en el otro, creando una diferencia de potencial entre ambas.

Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo que permite producir trabajo útil. Por lo general el valor de esta diferencia de potencial es de 0.5 V.

Las celdas solares de silicio están dispuestas en la estructura cristalina del módulo. Dependiendo de cómo sea esta estructura las celdas pueden ser del tipo mono cristalinas, poli cristalinas o amorfas, presentando diferente eficiencia (porcentaje de luz solar que es transformado en electricidad) en cada caso.

Tipo de celdas	Eficiencia	Descripción	Detalle
<b>Silicio monocristalino</b>	Elevado rendimiento: 15,18% o superior	Estas celdas se fabrican a partir de barras cilíndricas de silicio monocristalino producidas en hornos especiales. Las celdas se obtienen por cortado de las barras en forma de obleas cuadradas delgadas (0,4-0,5 mm de espesor) mediante un proceso complicado, que encarece ligeramente esta tecnología en comparación con otras.	
<b>Silicio policristalino</b>	Rendimiento menor: 12,14% o superior	Su producción es más barata que en el caso anterior. Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio obtenidos por fusión de trozos de silicio puro en moldes especiales. En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal, sino que se forma una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales, generando una característica textura granular.	
<b>Silicio amorfo</b>	Rendimiento entre el 6 y el 12%	estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de átomos de silicio sobre superficies de vidrio o metal, lo que permite adaptarse a geometrías curvas. El silicio amorfo absorbe la luz de manera más eficiente que el cristalino, por lo que las celdas pueden ser más delgadas. Por esta razón, el silicio amorfo se conoce también como de capa delgada. Son las de menor coste de producción.	
<b>Otros materiales:</b> - Teluro de Cadmio (CdTe) - Diseleniuro de cobre-indio (CIS)	--	Su principal atractivo de estas tecnologías es la posibilidad de ser fabricadas en procesos relativamente poco costosos, ofreciendo mayores eficiencias que el silicio amorfo.	--

Figura 2-2 Tabla comparativa de tecnologías de construcción en paneles fotovoltaicos según el Manual de Energía Solar Fotovoltaica del Consejo Empresarial Español para el Desarrollo Sustentable

Los paneles solares fotovoltaicos están conformados por un grupo de celdas solares interconectadas entre sí y protegidas contra la intemperie, impactos y corrosión. Los voltajes nominales normalmente requeridos son 12 o 24 Vdc, de estos valores y de la potencia requerida depende la cantidad de celdas a interconectarse en serie o paralelo.

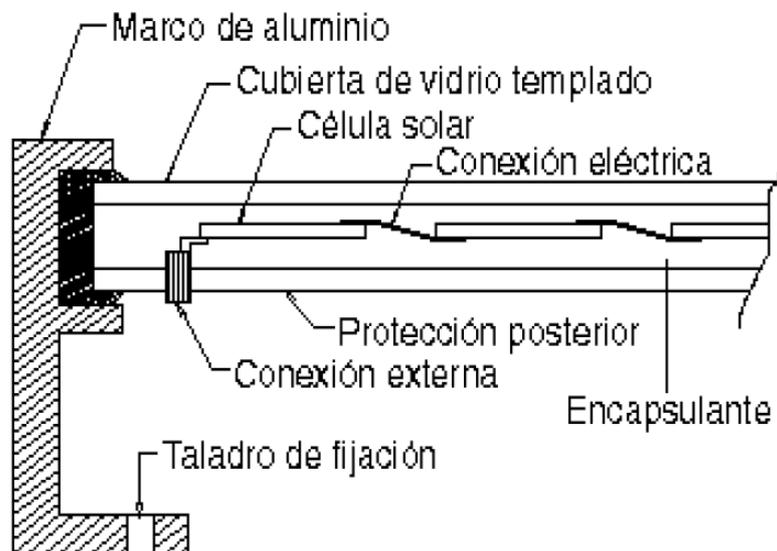


Figura 2-3 Principales componentes de un Panel Solar

Una de las principales premisas en el diseño del sistema Fotovoltaico para el Edificio en estudio es utilizar materiales y equipos con los más altos grados de eficiencia, de ahí que se prefiera la utilización de los Paneles Fotovoltaico fabricados en base a celdas de silicio mono cristalino, pues éstas tienen el parámetro de eficiencia más alto en el mercado actual.

De manera conjunta con la Dirección Arquitectónica se define el área en donde se instalarán los arreglos de paneles solares. Existen dos losas inaccesibles que presentan las condiciones: la primera constituye la losa de cubierta del cuarto de máquinas de los ascensores y la segunda corresponde a la cubierta del cuarto del ventilador de extracción de los subsuelos.

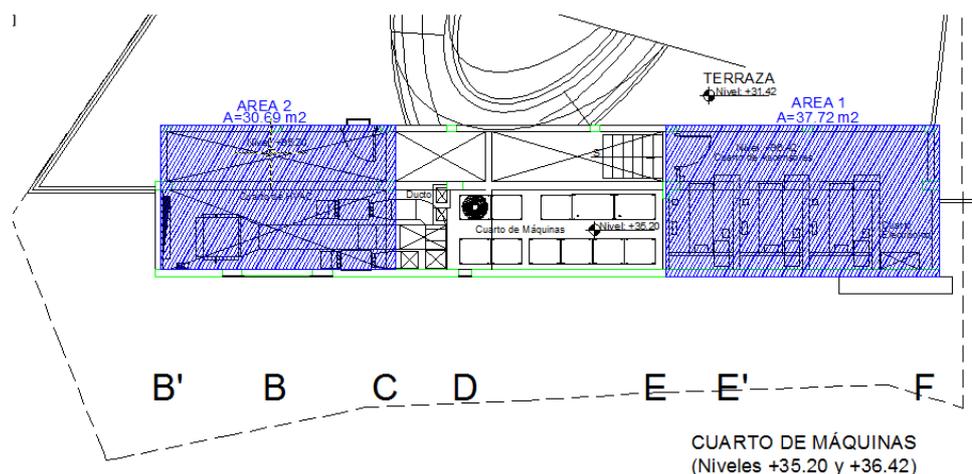
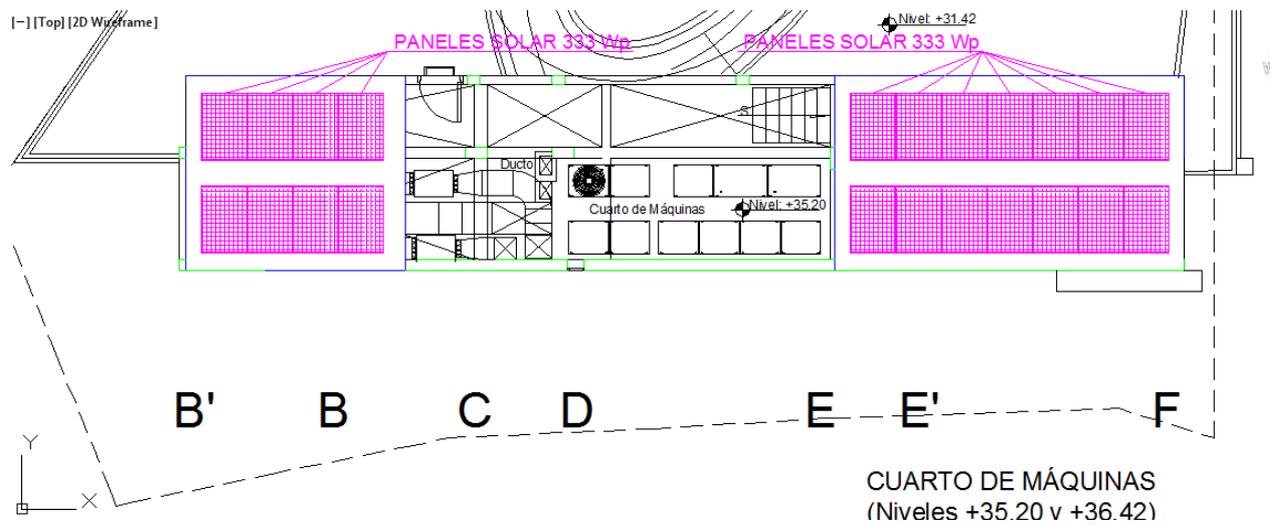


Figura 2-4 Áreas para la ubicación del generador fotovoltaico.

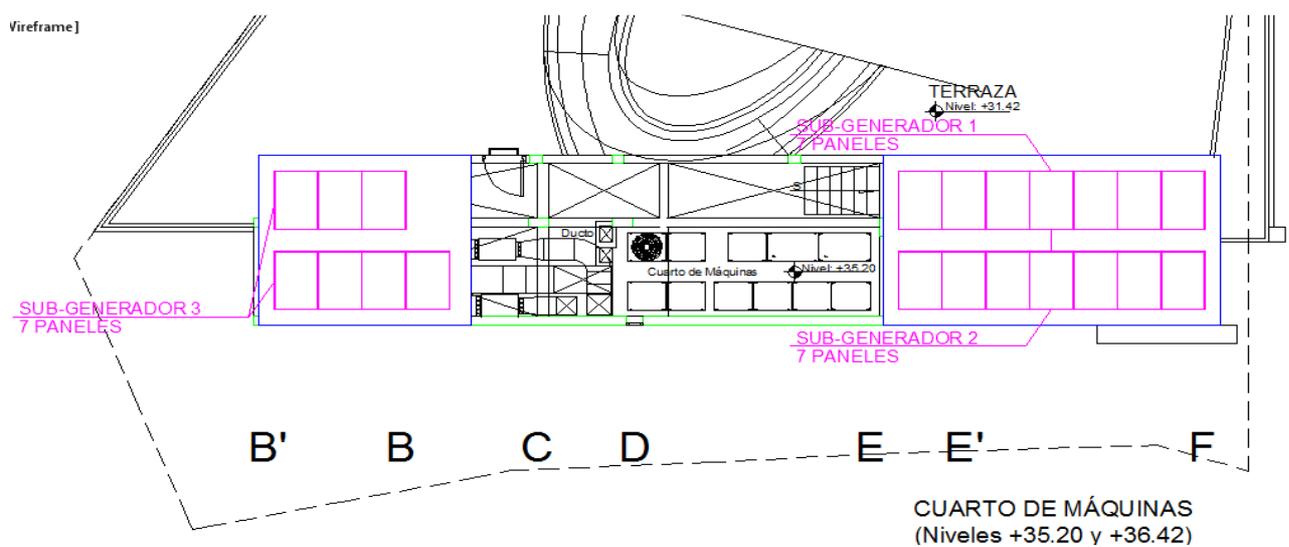
El área asignada para la ubicación del generador fotovoltaico, como se mencionó al inicio de este proyecto de titulación, es una de los principales limitantes para su implementación, razón por la cual se deben utilizar componentes que permitan obtener los valores más altos de generación de energía eléctrica.

Con el afán de cumplir con este objetivo se ha considerado la utilización de los paneles solares con la potencia nominal y la eficiencia más altas existentes en el mercado, y en este caso son los que proporcionan 333 W con una eficiencia superior al 20% medidos en condiciones estándar (irradiación de 1000W/metro cuadrado, temperatura de las celdas 25°C, AM – medida de la distancia que recorre la radiación al atravesar la atmósfera y que varía según el ángulo de incidencia – 1.5). Con esta definición se utilizan las dimensiones de paneles de una marca específica (1559x1046x30 mm) para establecer su ubicación y distribución dentro del área prevista para el efecto tal como se presenta en la siguiente imagen.



En la distribución de los paneles se ha considerado un corredor de 0.6 m para circulación del personal de mantenimiento, mientras que en los extremos se mantiene un perímetro de 0.4 m como margen de seguridad.

El generador fotovoltaico se conforma de tres sub – generadores claramente identificados en la siguiente gráfico:



Cada sub – generador se conformará de un solo “string” (arreglo) de siete paneles fotovoltaicos conectados en serie. La potencia nominal del generador será de 6993 Wp.

Sub – generador	1	2	3
No. de ramas	1	1	1
No. de paneles por rama	7	7	7
$V_{mpp}$ (V)	382.90	382.90	382.90
$I_{mpp}$ (A)	6.08	6.08	6.08
$P_{nom}$ (kW)	2.331	2.331	2.331

Tabla 2-1 Configuración de Generador Fotovoltaico

#### 2.4.2.6. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERADOR FOTOVOLTAICO

A continuación se detallan las especificaciones técnicas de los paneles fotovoltaicos que conforman cada uno de los sub – generadores.

##### DATOS ELECTRICOS 1

Medidos en Condiciones de Prueba Estándar (STC según sus siglas en inglés): irradiación 1000W/m <sup>2</sup> , AM 1.5 y temperatura de celda de 25°C.			
ITEM	DESCRIPCION	AB.	VALOR
1	Potencia Nominal (+5/-0%)	$P_{nom}$	333 W
2	Eficiencia de la celda	h	22,9 %
3	Eficiencia del panel	h	20,4 %
4	Voltaje en el punto de máxima potencia	$V_{mpp}$	54,7 V
5	Corriente en el punto de máxima potencia	$I_{mpp}$	6,09 A
6	Voltaje de circuito abierto	$V_{oc}$	65,3 V
7	Corriente de corto circuito	$I_{sc}$	6,46 A
8	Voltaje máximo del sistema	IEC	1000 V
	Coeficientes de temperatura		
9	Potencia	P	-0,38 % /K

10	Voltaje	$V_{oc}$	-176,6 mV /K
11	Corriente	$I_{sc}$	3,5 mA/K
12	Temperatura nominal de operación de la celda	NOCT	45°C +/-2°C
13	Corriente nominal de fusible en serie	$I_R$	20 A
14	Limite de corriente inversa (3 strings)		16,2 A
15	Puesta a tierra		No necesaria

## DATOS ELECTRICOS 2

Medidos en temperatura nominal de operación de la celda (NOCT): irradiación 800W/m<sup>2</sup>, 20°C, viento de 1m/s.

ITEM	DESCRIPCION	AB.	VALOR
1	Potencia Nominal	$P_{nom}$	247 W
4	Voltaje en el punto de máxima potencia	$V_{mpp}$	50,4 V
5	Corriente en el punto de máxima potencia	$I_{mpp}$	4,91 A
6	Voltaje de circuito abierto	$V_{oc}$	61,2 V
7	Corriente de corto circuito	$I_{sc}$	5,22 A

## CONDICIONES DE PRUEBA PARA CERTIFICACIONES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Temperatura	-40°C a + 85°C
2	Carga máxima	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa) frontal 2450 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa) frontal y posterior
3	Resistencia al impacto	Granizo: 25 mm a 23 m/s

## CONDICIONES DE PRUEBA PARA CERTIFICACIONES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Temperatura	-40°C a + 85°C
2	Carga máxima	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa) frontal 2450 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa) frontal y posterior
3	Resistencia al impacto	Granizo: 25 mm a 23 m/s

## GARANTIAS Y CERTIFICACIONES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Garantías	Garantía limitada lineal de potencia durante 25 años Garantía limitada de producto durante 25 años
2	Certificaciones	IEC 61215 Ed. 2 IEC 61730 (SCII) UL1703

## DATOS MECANICOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Celdas	96 celdas
2	Vidrio frontal	Cristal templado anti – reflectante de gran transmitividad
	Caja de conexiones	IP – 65 con tres diodos de by pass Medidas 32 mm x 155 mm x 128 mm
	Cables de salida	Cables de 1000 mm / conectores Multicontact (MC4)
	Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6063 (negro)
	Peso	18,6 kg.

A más de todas las exigencias presentadas hasta aquí deben también cumplir lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 en su capítulo No. 14.2.4.1 Panel Fotovoltaico.

### 2.4.2.7. ESTRUCTURA DE SOPORTE

Existen dos alternativas muy comunes para la construcción de este elemento y estas son: la estructura con seguidor y la estructura fija.

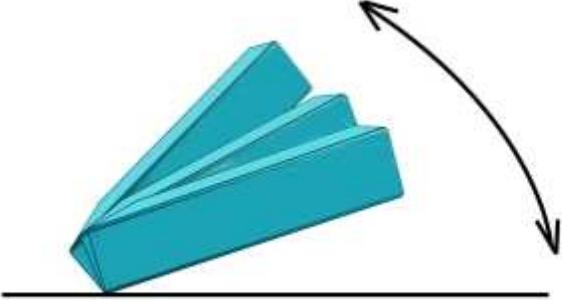
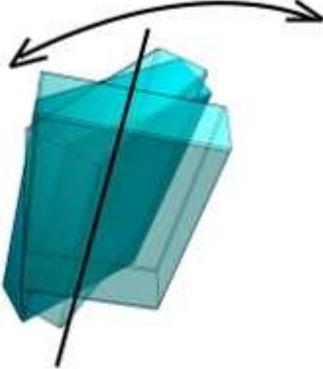
En el primer caso toda la estructura de soporte se orienta de tal forma que el generador fotovoltaico en todo momento siga el recorrido del movimiento del sol, este seguimiento lo realiza con la ayuda de motores eléctricos controlados. Como es de esperarse este mecanismo hace que el rendimiento de este tipo de estructura sea superior al de una estructura fija. A pesar de estas ventajas también se presentan inconvenientes cuyas más importantes son:

- Es necesario un mantenimiento constante de las partes móviles que conforman la estructura, contraponiéndose rotundamente con las políticas de sustentabilidad pregonadas a lo largo de este trabajo.
- Debido al volumen que ocupan los equipos encargados del movimiento y control de la orientación de la estructura, esta tiene un gran impacto visual en la arquitectura, especialmente si se considera su ubicación en edificios de la zona urbana de las ciudades.
- A pesar del aumento en la eficiencia del sistema, que se obtiene por el uso de este tipo de estructuras, en instalaciones de baja capacidad este incremento resulta insignificante en comparación a la alta inversión que se debe realizar.

Para el caso de una estructura de soporte fija es necesario determinar con antelación la orientación e inclinación óptima del generador fotovoltaico con la finalidad de aprovechar al máximo la incidencia de la energía solar. Aunque en la generalidad de los casos la carga del conjunto generador – estructura no suele significar una sobrecarga para la estructura de los edificios se debe seleccionar correctamente los materiales y procedimiento a utilizarse.

Para el Sistema de Generación fotovoltaica del Edificio se selecciona, sobre la base de los párrafos anteriores, una estructura de soporte fija de fabricación local; resultando extremadamente sencilla la definición de la orientación y la inclinación del generador fotovoltaico por la privilegiada latitud (muy cercana a  $0^{\circ}$ ,  $0'$ ,  $0''$ ) de su ubicación y la inexistencia de obstáculos, (como árboles, elementos constructivos, otros edificios, otros generadores) en las inmediaciones de la terraza del Edificio. La forma óptima de instalar el generador es en la posición más horizontal posible, teniendo en cuenta, únicamente, la necesidad de permitir la evacuación del agua lluvia, que inclusive servirá para la limpieza de los paneles.

Si se recurre a la terminología técnica se debe especificar de la siguiente manera la orientación e inclinación del generador fotovoltaico:

INCLINACION	AZIMUT
Definición ( $\beta$ ): pendiente que presenta el modulo con respecto de la horizontal	Definición ( $\alpha$ ): giro en sentido este - oeste
 <p data-bbox="188 898 667 936">Figura 2-7 Inclinación de paneles</p>	 <p data-bbox="810 898 1305 936">Figura 2-8 Orientación de paneles</p>
<p data-bbox="188 1041 786 1182">Una formula, que de manera sencilla permite calcular este parámetro es <math>\beta=3.7+0.69*\Phi</math></p> <p data-bbox="188 1198 786 1518">En donde <math>\Phi</math> es la latitud en grados (en este caso lo asumiremos como cero), por lo tanto <math>\beta=3.7^\circ</math>; la implementación de esta mínima inclinación, como ya se mencionó anteriormente, servirá también para el desalojo de las aguas lluvias.</p>	<p data-bbox="810 1041 1375 1236">La recomendación, de manera sintetizada, es que los paneles deben orientarse hacia la línea ecuatorial, por lo tanto para el caso en estudio <math>\alpha=0^\circ</math></p>

#### 2.4.2.8. ESPECIFICACIONES TECNICAS ESTRUCTURA DE SOPORTE

Se construirán tres estructuras de soporte para cada uno de los sub – generadores del generador fotovoltaico.

Cada estructura deberá soportar: los siete paneles considerados, con la orientación e inclinación indicadas, y además la sobrecarga provocada por la presión del viento.

Cada una de las estructuras aislará los paneles del contacto directo con la cubierta, permitiendo la libre circulación del viento colaborando así con el enfriamiento de las celdas. Adicionalmente en su diseño se deberá considerar las dilataciones de los paneles y los puntos de sujeción en adecuado número sin que se provoquen flexiones superiores a las permitidas por el fabricante. Se deberá dar facilidad tanto al montaje y desmontaje de los paneles así como la revisión de las conexiones entre ellos.

Los materiales de fabricación de la estructura así como todos los accesorios para su montaje y la sujeción de los paneles deberán ser aptos para su instalación en exteriores por lo que se deberán considerar elementos galvanizados, en acero inoxidable o de aluminio, en todo caso los materiales deberán presentar un escaso mantenimiento y una larga vida a la intemperie.

A más de todas las exigencias presentadas hasta aquí deben también cumplir lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 en su capítulo No. 14.2.4.4 Estructura de soporte del SFV.

### **2.4.3. INVERSOR**

La función de estos equipos es la de adaptar la energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico de tal forma que se pueda inyectar directamente a la red.

Dicha función se la realiza con el uso de componentes electrónicos que convierten la corriente continua, mediante la interrupción permanente y el cambio de polaridad, en corriente alterna. Esto se consigue controlando el encendido y apagado de dos o más transistores.

Cuando se prevé que la energía producida va a ser entregada a la red de las empresas eléctricas de distribución se debe considerar la generación de una onda lo más cercana posible a una de forma sinusoidal.

Los primeros inversores generaban voltajes alternos de salida con ondas cuadradas que presentaban altos contenidos de armónicos, para las cargas resistivas esto no era un inconveniente, sin embargo producían interferencias en equipos como radios y televisores. Este tipo de inversores, para la aplicación en sistema de generación fotovoltaica, ya no se encuentran en el mercado.

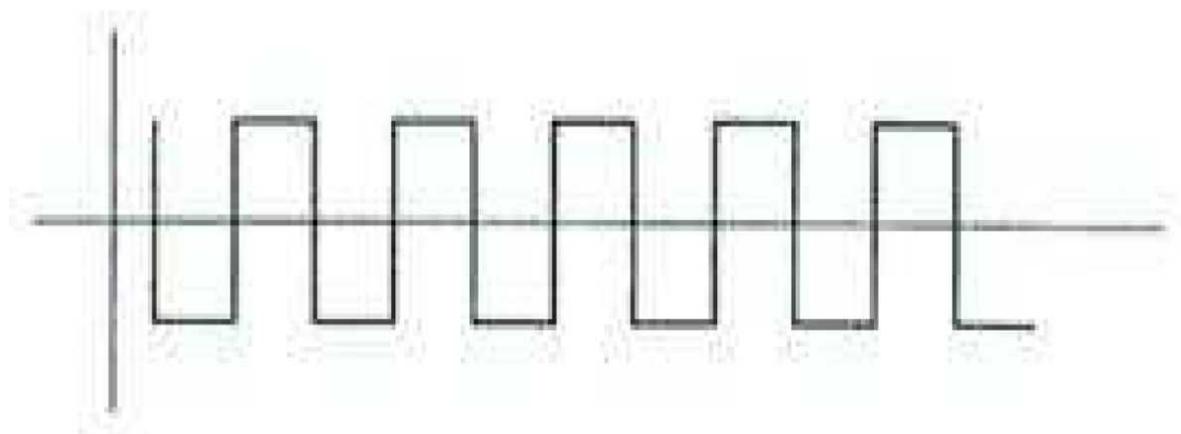


Figura 2-9 Forma de onda de voltaje de salida de primeros inversores.

Actualmente los inversores para el tipo de aplicación que interesa, con la finalidad de ser más eficientes, utilizan un sinnúmero de artificios electrónicos que les permite obtener formas de onda del voltaje de salida casi sinusoidales. Una de los métodos más utilizados es la modulación del ancho de pulso (PWM por sus siglas en inglés) que básicamente consiste en presentar una serie de escalones de voltaje que siguen la forma sinusoidal. Esta forma de onda casi pura tiene bajo contenido de armónicos y un mínimo error en la frecuencia pudiendo obtenerse rendimientos bastante altos aun con cargas pequeñas. Los inversores generalmente superan el 90% de su eficiencia cuando trabajan sobre el 10% de su potencia nominal.

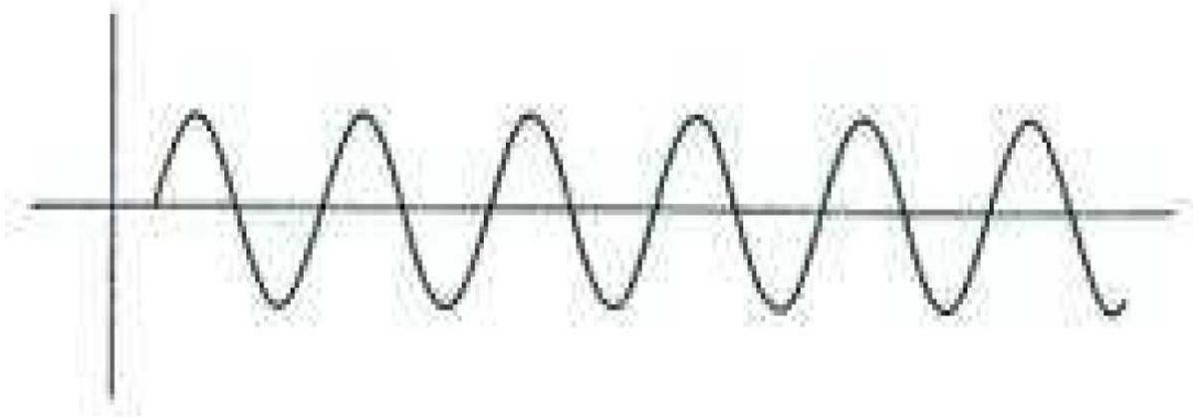


Figura 2-10 Forma de onda de voltaje de salida sinusoidal

1. Existen algunos parámetros a tenerse en cuenta en el momento de clasificar a los tipos de inversores existentes, de manera rápida de puede presentar lo siguiente: Según el método de generación de la onda de salida	De pulso único	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sencillos.</li> <li>• Generación de onda cuadrada.</li> <li>• Control de amplitud = control de valor eficaz del voltaje.</li> <li>• Con filtros = onda sinusoidal. Filtros monofásicos muy costosos</li> </ul>
	De pulso múltiple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie de pulsos de igual voltaje pero diferente amplitud (la suma = voltaje requerido en cada zona de la sinusoide).</li> <li>• Produce armónicos indeseados. Filtros reducen rendimiento.</li> <li>• Requiere dispositivos de conexión – desconexión.</li> <li>• Más frecuencia de los pulsos entonces menos armónicos</li> </ul>
2. Según funcionamiento ideal	Como fuente de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente fija aunque varía carga.</li> <li>• Fuerte dependencia de la carga. Requieren carga mínima.</li> <li>• Soportan cortocircuitos s la salida o demandas puntuales altas.</li> </ul>

	Como fuente de voltaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje fijo aunque varié la carga.</li> <li>• No tienen dependencia de la carga.</li> <li>• Requieren protección contra cortocircuitos.</li> </ul>
3. Según tipo de corriente suministrada	Monofásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No manejan mucha potencia.</li> <li>• Aplicación en instalaciones aisladas</li> </ul>
	Trifásica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejan potencia media y grande.</li> <li>• Aplicación en instalaciones conectadas a la red.</li> <li>• En instalaciones aisladas cuando se tienen máquinas de cierta potencia.</li> </ul>
4. Según su forma de conmutación	Auto conmutados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como fuente de voltaje o corriente.</li> <li>• Uso en aplicaciones aisladas o conectadas a la red (puede sincronizarse).</li> <li>• Seguros, no le afecta cortocircuitos.</li> <li>• Señal de salida perfectamente sinusoidal.</li> <li>• Pueden compensar potencia reactiva.</li> <li>• Costos y rendimiento muy bajo.</li> <li>• Potencias pequeñas</li> </ul>
	Conmutados por red	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo como fuente de corriente.</li> <li>• Solo conectados a la red.</li> <li>• Fácil construcción y fiable.</li> <li>• Muy baratos.</li> <li>• Grandes potencias.</li> <li>• Presenta factores de potencia bajo 1.</li> <li>• Fallo en la red = fallo de inversor.</li> <li>• Alto nivel de distorsión armónica.</li> </ul>

Sobre la base de la distribución de paneles del generador fotovoltaico cuya área de ocupación es relativamente pequeña se decide que la instalación tendrá una configuración de un solo inversor central con tensiones DC altas, esta característica permitirá que los conductores del lado de continua sean de calibres más delgados lo que facilitará su instalación. A pesar de que la configuración elegida es muy sensible a los sombreados no tiene mayor influencia en este caso pues la instalación del generador fotovoltaico, como se mencionó anteriormente, está incorporada a la cubierta del edificio. El inversor se ubicará en el cuarto eléctrico de la Terraza del edificio.

De acuerdo a la configuración establecida para el generador fotovoltaico el inversor debe poseer al menos tres “string” (arreglo) de entrada para un voltaje pico de máxima potencia ( $V_{mpp}$ ) mínimo de 382.90 V.

Con la finalidad de obtener la mayor eficiencia del sistema se acoge el criterio según el cual la relación de la potencia nominal del inversor ( $P_{N,INV}$ ) y la potencia pico del generador fotovoltaico ( $P_{nom}$ ) debe ser del orden del 0.7 a 0.8, o sea, y en general, la potencia nominal del inversor no debe ser mayor a la potencia pico del generador fotovoltaico puesto que este último nunca trabajará en las condiciones ideales bajo las cuales se obtuvieron sus características técnicas, así:

$$P_{N,INV} = 0.8 \times P_{nom}$$

$$P_{N,INV} = 0.8 \times 6993 \text{ W}$$

$$P_{N,INV} = 5584 \text{ W}$$

De los inversores existentes en el mercado el de valor más cercano al calculado es uno de 6 kW por lo que esta capacidad es la seleccionada para el sistema del Edificio BIBLIOTECA PUBLICA.

Con estos dos parámetros definidos es necesario especificar algunas de las características técnicas principales que debe incluir el inversor que de manera completa se presentan a continuación.

### 2.4.3.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS INVERSOR

#### DATOS ELECTRICOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
ENTRADAS DC		
1	Potencia máxima DC ( $\cos \phi=1$ )	6125 W
2	Voltaje máximo de entrada	1000 V
3	Rango de voltaje MPP / voltaje nominal de entrada	295 – 800 V / 580 V
4	Voltaje mínimo de entrada / voltaje inicial	150 V / 188 V
5	Corriente máxima de entrada A / entrada B	11 A / 10 A
6	Corriente máxima por arreglo entrada A / entrada B	11 A / 10 A
7	Número de entradas independientes MPP	2
8	Numero de arreglos por entrada de MPP	A = 2, B = 2

#### SALIDAS AC

9	Potencia nominal (220 V / 60 Hz.)	6000 W
10	Potencia máxima aparente	6000 VA
11	Voltaje nominal AC	3f / N / 220 – 127 V
12	Rango de voltaje nominal	160 V – 280 V
13	Frecuencia nominal / rango	60 Hz. / +/- 5 Hz
14	Frecuencia nominal / voltaje nominal de la red	60 Hz. / 220 V
15	Corriente máxima de salida	8.7 A
16	Factor de potencia a potencia nominal	1
17	Factor de desfase ajustable	0.8 sobreexcitado – 0.8 subexcitado
18	Fases a la salida	3

#### EFICIENCIA

19	Eficiencia Máxima	98.1 %
----	-------------------	--------

## DISPOSITIVOS DE PROTECCION

20	Interruptor de desconexión en DC	Incluido
21	Monitoreo de falla a tierra	Incluido
22	Monitoreo de red	Incluido
23	Polaridad inversa DC	Incluido
24	Capacidad de soportar cortocircuito en AC	Incluido
25	Aislamiento galvánico	Incluido
26	Protección clase I según IEC 62103	Incluido
27	Sobre voltaje categoría III según IEC 60664-1	Incluido

## DATOS GENERALES

28	Rango de temperatura de operación	-25°C a 60°C
29	Emisión de ruido	40 dB
30	Auto consumo	1 W
31	Grado de protección según IEC 60721-3-4	IP65
32	Máximo valor permitido de humedad relativa	100%

## CARACTERISTICAS

32	Conmutador de desconexión de entrada y salida	Incluido
33	Pantalla LCD	Incluido
34	Interface de comunicación RS485 con protocolo MODBUS	Incluido

## GARANTIAS Y CERTIFICACIONES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Garantías	Garantía limitada de producto durante 10 años
2	Certificaciones	IEC 61727 IEEE929, IEEE 1547 UI1741, UI1998 FCC part 15 AyB.

A más de las características mencionadas en las tablas precedentes se deben considerar las siguientes:

- El Inversor deberá ser específico para uso en sistemas fotovoltaicos conectados a la red.
- Funcionamiento como fuente de voltaje.
- El inversor debe ser fabricado con elementos de estado sólido como IGBT's, si se desea utilizar de otro tipo se deberá justificar plenamente con la presentación de curvas de trabajo, corriente y frecuencia.
- Con el fin de aprovechar siempre la máxima potencia disponible en el generador fotovoltaico, el inversor deberá incorporar un elemento de control que siga permanentemente el punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés) mediante un ajuste continuo de la impedancia de la carga.
- Para una carga mayor al 40% el inversor deberá tener una eficiencia del 95%.
- Cuando el inversor esté funcionando en vacío, el consumo interno deberá ser menor al 2% de la potencia nominal de salida.
- El inversor contará con un controlador permanente de aislamiento, o CPI, que ante una falla de aislamiento señalice la incidencia. Este dispositivo vigilará que la resistencia de aislamiento de la instalación permanezca por encima de valores mínimos que impidan que ante contactos directos la corriente por la persona supere los 100 mA.
- Como se menciona en el ítem 32, el inversor debe ser suministrado con un interruptor de desconexión de seguridad. Desconectará simultáneamente la alimentación desde el generador fotovoltaico así como el circuito de conexión hacia la red. Este interruptor será un accesorio proporcionado por el mismo fabricante del inversor.
- A más de todas las exigencias presentadas hasta aquí deben también cumplir lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 en su capítulo No. 14.2.4.3 Inversor con conexión a red

### 2.4.3.2 .PROTECCIONES

No se instalará ninguna protección externa al sistema. El Edificio contará con un Sistema de Protección contras descargas eléctricas pero el dimensionamiento de éste no será parte del presente estudio.

Todas las redes de conexión del sistema se instalarán de forma interna por lo que no es necesaria la colocación de descargadores de tensión. El ingreso de la red de la Empresa Eléctrica ya cuenta con las protecciones necesarias tanto en bajo voltaje como en medio voltaje.

Para proteger los circuitos del lado de continua se instalarán interruptores termo – magnéticos dimensionados en base al dato de corriente obtenido de la configuración de las ramas del generador fotovoltaico en donde se determinó que la corriente que circulará para cada uno de ellos en el punto de máxima potencia es:

$$I_{MPP} = 6.08 A$$

Aunque se sabe que este valor nunca va a ser superior al indicado, se dimensionan los interruptores termo – magnéticos multiplicando este valor por un factor de 1.25 que permite obtener una protección de sobre – corriente adecuada.

$$I_{PROTCC} = I_{MPP} * 1.25$$

$$I_{PROTCC} = 7.6 A$$

Con este dato las características de las protecciones en el lado de corriente continua son:

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS PROTECCIONES CC

##### DATOS ELECTRICOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Corriente nominal de desconexión (In)	10 A

2	Corriente simétrica	10 kA
3	Voltaje nominal	220 / 415 Vac
4	Voltaje de aislamiento	600 Vac
5	Numero de polos	2
6	Curva de disparo	D
7	Desconexión magnética	De 5 a 10 In

Debe cumplir con lo establecido en la norma IEC – 60898 en cuanto a su construcción, características y funcionamiento.

Los interruptores se instalarán dentro de un gabinete metálico junto al inversor, este gabinete será con puerta de llave triangular con medidas de 40x40x25 cm con doble fondo.

Para la protección en el lado de alterna se utiliza el dato de placa del inversor de la máxima corriente de salida, que para el caso del diseño es 8.7 A. Se realiza la misma operación que en el caso anterior por lo que:

$$I_{MAX\ INVERSOR} = 8.7\ A$$

$$I_{PROT\ CA} = I_{MAX\ INVERSOR} * 1.25$$

$$I_{PROT\ CA} = 10.875\ A$$

Con este dato procedemos a establecer las especificaciones técnicas de la protección en el lado de alterna.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS PROTECCIONES CA

### DATOS ELECTRICOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Corriente nominal de desconexión (In)	10 A
2	Corriente Simétrica	10 kA
3	Voltaje nominal	220 / 415 Vac
4	Voltaje de aislamiento	600 Vac

5	Numero de polos	3
6	Curva de disparo	D
7	Desconexión magnética	De 5 a 10 In

Debe cumplir con lo establecido en la norma IEC – 60898 en cuanto a su construcción, características y funcionamiento.

A más de todas las exigencias presentadas hasta aquí deben también cumplir lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 en su capítulo No. 14.2.4.5 Elementos de protección y seccionamiento.

#### **2.4.4. INSTALACIONES**

##### **2.4.4.1. ALIMENTADORES ELÉCTRICOS**

Siendo características frecuentes en los Sistemas de Generación Fotovoltaicos el funcionamiento con bajos voltajes y elevadas corrientes, en el dimensionamiento de las secciones de los conductores se debe priorizar al máximo la reducción de las pérdidas en el transporte de energía por lo que se debe procurar que las caídas de voltaje sean las mínimas posibles tanto en la conexión entre el generador fotovoltaico y el inversor como en la conexión entre el inversor y la red.

El tipo de conductor, que principalmente define la forma de construcción, deberá soportar por lo menos 600 V y su capacidad nominal deberá mantenerse a 30°C de temperatura máxima.

Se deben establecer valores de caída de voltaje mínimas posibles para los valores de máxima corriente, de ahí que una recomendación aceptable se presenta en la siguiente tabla:

DESDE	HASTA	CAIDA DE VOLTAJE ADMISIBLE
GENERADOR FOTOVOLTAICO	INVERSOR	1 %
INVERSOR	TABLEROS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL DEL EDIFICIO	1%

Tabla 2-2 Caída de Voltaje Admisible

Se deben realizar ajustes que se deben realizar a la capacidad de conducción de los cables debidos a su instalación dentro de tuberías metálicas y además una 25% de reserva.

Para el cálculo de la sección de los conductores en corriente continua se utilizar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 * L * I}{\sigma * (\Delta V)}$$

Para el cálculo de la sección de los conductores en corriente alterna y al ser un sistema trifásico se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \frac{L * I}{\sigma * (\Delta V)}$$

Dónde:

- S = sección del conductor en milímetros cuadrados
- L = longitud del conductor en metros
- I = corriente a circular en amperios
- $\sigma$  = conductividad del material ( $\sigma_{\text{cobre}} = 56$ )
- $\Delta V$  = caída de voltaje en voltios

Para los cálculos en lado de corriente continua se utilizarán los valores correspondientes al punto de máxima potencia del generador fotovoltaico y cada

uno de sus ramales, en la siguiente tabla se presenta los parámetros utilizados y los resultados obtenidos:

Sub – generador	1	2	3
$V_{mpp}$ (V)	382.90	382.90	382.90
$I_{mpp}$ (A)	6.08	6.08	6.08
L (m)	25	20	50
$\Delta V$ - 1% (V)	3.829	3.829	3.829
S (mm <sup>2</sup> )	1.77	1.42	3.54
Calibre AWG	12	12	10
Calibre AWG seleccionado	10	10	10

Tabla 2-3 Parámetros y resultados para conductores de corriente continua

Se ha seleccionado el calibre de los conductores sobre la base de los datos presentados en la tabla de características del fabricante ELECTROCABLES:

CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	TIPO CABLE
24	0,205	7 x 0,20	0,51	1,63	5,14	---	FXT
22	0,324	11 x 0,20	0,51	1,78	7,62	---	FXT
20	0,519	17 x 0,20	0,76	2,47	9,98	5	FXT
18	0,823	12 x 0,30	0,76	2,72	13,43	7	TFF
16	1,310	19 x 0,30	0,76	3,02	18,93	10	TFF
14	2,08	30 x 0,30	1,14	4,17	32,30	25	TW-F
12	3,31	25 x 0,41	1,14	4,67	46,50	30	TW-F
10	5,26	40 x 0,41	1,14	5,26	67,90	40	TW-F
8	8,37	7 x (17x0,30)	1,52	7,31	119,70	60	TW-F
6	13,30	7 x (27x0,30)	1,52	8,38	174,50	80	TW-F
4	21,15	7 x (24x0,41)	1,52	9,80	269,90	105	TW-F
2	33,62	7 x (18x0,60)	1,52	11,55	402,90	140	TW-F
1	42,36	7 x (21x0,60)	2,03	13,62	521,30	165	TW-F
1/0	53,49	19 x (10x0,60)	2,03	15,09	648,90	195	TW-F
2/0	67,43	19 x (13x0,60)	2,03	16,23	830,20	225	TW-F
3/0	85,01	19 x (16x0,60)	2,03	17,86	1003,40	260	TW-F
4/0	107,20	19 x (20x0,60)	2,03	19,49	1251,20	300	TW-F
250	127,00	37 x (12x0,60)	2,41	22,23	1498,00	350	TW-F
300	152,00	37 x (15x0,60)	2,41	23,53	1826,00	375	TW-F
350	177,00	37 x (17x0,60)	2,41	24,73	2031,00	420	TW-F

Tabla2-4 Datos de conductores Tipo FXT-TFF-TWF de electro cables

### ESPECIFICACIONES TECNICAS CONDUCTORES CC

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Calibre AWG	10
2	Sección (mm <sup>2</sup> )	5.26
3	Tipo	FXT – TTF - TWF
4	Voltaje de aislamiento	600 Vac
5	Conductor	Cobre
6	Aislamiento	PVC con recubrimiento de nylon
7	Color	Rojo – positivo Negro - negativo
8	Certificaciones	ASTM B – 172, ASTM B – 174 UL – 62, UL - 83 NEMA WC-5

Para los cálculos en lado de corriente alterna se utilizarán los valores correspondientes a la máxima corriente de salida del inversor, en la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados y los resultados obtenidos:

INVERSOR	1
V <sub>SALIDA INVERSOR</sub> (V)	220
I <sub>MAX INVERSOR</sub> (A)	8.7
L (m)	90
$\Delta V$ - 1% (V)	2.2
S (mm <sup>2</sup> )	7.94
Calibre AWG	8
Calibre AWG seleccionado	8

Tabla 2-5 Parámetros y resultados para conductores de corriente alterna

En este caso también se ha seleccionado el calibre de los conductores sobre la base de los datos presentados en la tabla de características del fabricante ELECTROCABLES.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS CONDUCTORES CA

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Calibre AWG	8
2	Sección (mm <sup>2</sup> )	8.37
3	Tipo	FXT – TTF - TWF
4	Voltaje de aislamiento	600 Vac
5	Conductor	Cobre
6	Aislamiento	PVC con recubrimiento de nylon
7	Color	Negro
8	Certificaciones	ASTM B – 172, ASTM B – 174 UL – 62, UL - 83 NEMA WC-5

A más de todas las exigencias presentadas hasta aquí deben también cumplir lo especificado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 en su capítulo No. 14.2.4.7 Cables

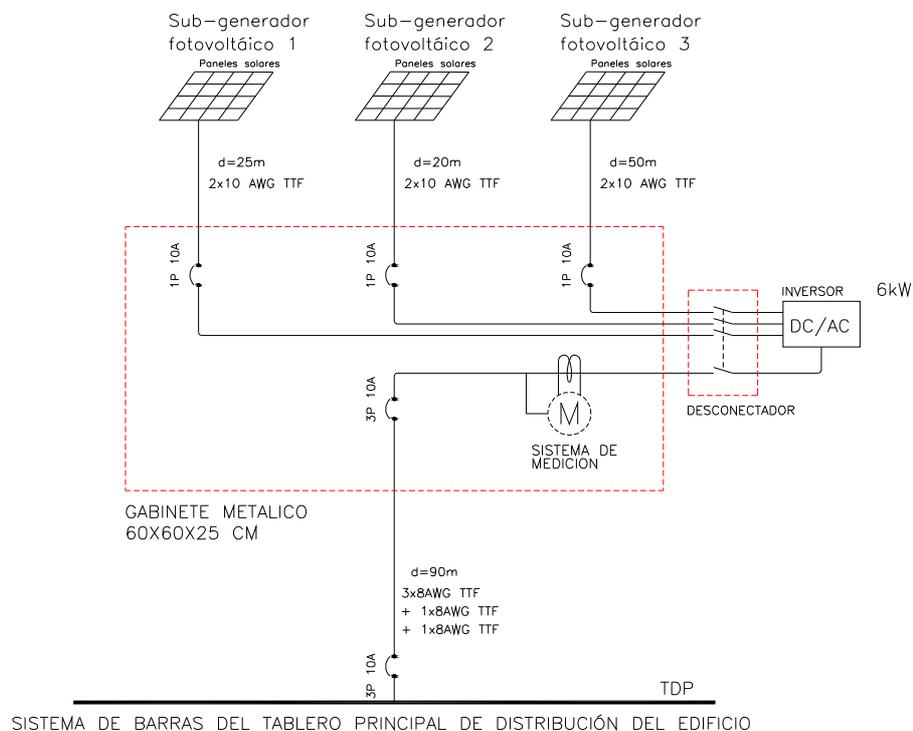


Figura 2-11 Diagrama Unifilar del Sistema de Generación Fotovoltaico del EDIFICIO BIBLIOTECA PUBLICA

### 2.4.4.2. TUBERIAS

El objetivo principal de estos elementos es contener y proteger a los conductores de la instalación. La canalización más común de las instalaciones eléctricas son los Tubos y estos a su vez pueden ser metálicos EMT o no metálicos (de cloruro de polivinilo - PVC por sus siglas en inglés o de polietileno).

No siendo un estándar, sino más bien un producto de la experiencia, en el medio local se puede establecer con certeza que los tubos metálicos, comúnmente conocidos como tubos conduit, tienen un uso preferencial en construcciones industriales y comerciales mientras que los no metálicos tienen mayor aceptación en las edificaciones residenciales; sobre la base de este antecedente, y sabiendo que el diseño corresponde a un edificio del tipo comercial, a continuación se presentan las características de los principales tipos de tuberías metálicas disponibles en el mercado nacional.

TIPO	SUBTIPO	CARACTERISTICAS
TUBO METALICO	RIGIDO PESADO (RMC - Rigid metal conduit)	<p>De pared gruesa.</p> <p>Galvanizado por inmersión en caliente. Recubrimiento con esmalte es opcional.</p> <p>Accesorios de unión roscados.</p> <p>Uso en cualquier condición atmosférica y en áreas de alto riesgo de explosión.</p> <p>Sin rebabas interiores que puedan dañar el recubrimiento de los conductores y retiro del cordón de soldadura mediante el proceso de burilado.</p> <p>Moldeable con herramienta manual.</p> <p>Roscado en los extremos según ANSI B1.20.1 tipo NPT.</p> <p>Construcción según ANSI C 80.1 o UL 6.</p> <p>Sujeción superficial mediante abrazaderas metálicas.</p> <p>Referirse a figura 2-11</p>

	<p>INTERMEDIO SEMIPESADO (IMC – intermediate metal conduit)</p>	<p>Galvanizado por inmersión en caliente.          Accesorios de unión          Uso en cualquier condición atmosférica y en áreas de alto riesgo de explosión.          Sin rebabas interiores que puedan dañar el recubrimiento de los conductores y retiro del cordón de soldadura mediante el proceso de burilado.          Moldeable con herramienta manual.          Roscado en los extremos según ANSI B1.20.1 tipo NPT          Construcción según ANSI C 80.6 o UL 1242.          Sujeción superficial mediante abrazaderas metálicas.          Referirse a figura 2-12</p>
	<p>LIVIANO (EMT – Electrical metallic tubing)</p>	<p>De pared delgada.          Galvanizado por inmersión en caliente.          Accesorios de unión con ajuste por tornillo.          No uso a la intemperie.          Sin rebabas interiores en los extremos y cordón de soldadura poco pronunciado.          Fácilmente moldeable con herramienta manual.          Construcción según ANSI C 80.3 o UL 727.          Sujeción superficial mediante abrazaderas metálicas.          Referirse a figura 2-13</p>
	<p>TUBO FLEXIBLE SIN RECUBRIMIENTO</p>	<p>Fabricación en base a cinta engargolada (en forma helicoidal)          Accesorios de unión con ajuste por tornillo.          Galvanizado por inmersión en caliente.          Uso acentuado como último tramo para la conexión de los equipos o en donde existe dificultad en la elaboración de curvas.          No uso a la intemperie.          Sujeción superficial mediante abrazaderas metálicas.          Referirse a figura 2-14</p>

	<p>TUBO FLEXIBLE CON RECUBRIMIENTO</p>	<p>Fabricación en base a cinta engargolada (en forma helicoidal) con recubrimiento de PVC.</p> <p>Galvanizado por inmersión en caliente.</p> <p>Uso acentuado como último tramo para la conexión de los equipos o en donde existe dificultad en la elaboración de curvas.</p> <p>Uso en cualquier condición atmosférica.</p> <p>Recubrimiento PVC anti – flama</p> <p>Sujeción superficial mediante abrazaderas metálicas.</p> <p>Grado de protección IP68 utilizando todos los accesorios correspondientes.</p> <p>Referirse a figura 2-15</p>
--	--	---

Tabla 2-6 Tuberías Metálicas



Figura 2-11 Tubería RMC



Figura 2-12 Tubería IMC



Figura 2-13 Tubería EMT



Figura 2-14 Tubería metálica flexible



Figura 2-15 Tubería metálica flexible con recubrimiento de PVC

El nivel de ocupación total del interior de las tuberías debe regirse a la Tabla 1 del Capítulo 9 del NEC:

Numero de Conductores	Tipos de Conductor
1	53
2	31
mas de 2	40

Tabla 2-7 Porcentaje de ocupación de tuberías – NEC 2008

Debido a que el generador fotovoltaico previsto para el Edificio se ubicará en la cubierta, la tubería que se instalara hasta llegar al cuarto de ascensores será la del tipo rígida pesada (RMC por sus siglas en inglés) con todos sus accesorios de conexión y sujeción. Para ingresar a la caja de conexiones del primer panel de cada sub – generador, y en cada junta o curva muy pronunciada que se necesite, se utilizará tubería flexible metálica con recubrimiento de PVC. En el interior del cuarto de ascensores, y a través del ducto de instalaciones eléctricas, se utilizará tubos livianos tipo EMT con todos sus accesorios de conexión y sujeción. Toda esta descripción corresponde a la tubería que se utilizara para proteger a los cables del lado de continua. Con la finalidad de mantener disponible la generación de energía de los sub – generadores fotovoltaicos se instalarán tres tuberías independientes hasta el inversor que se ha previsto instalar en el cuarto eléctrico de la terraza del edificio. Para el cálculo de ocupación de la tubería por los conductores que conforman cada uno de los alimentadores en el lado de continua se utilizan los datos de la Tabla 2 – 6. Datos de conductores tipo FXT – TTF - TWF de Electro cables. Para la determinación de la sección de la tubería

requerida se utilizara el criterio expresado en la Tabla 1 del Capítulo 9 del NEC: al pretender instalar dos conductores dentro de una tubería su sección no deberá superar el 31% de ocupación. Para la selección de la tubería existente en el mercado se utilizan datos presentados por la ANSI.

**CONDUCTOR RIGIDO METALICO  
ANSI C 80.1 (NTC - 171); UL 6**

Diámetro Nominal NPS	Diámetro Exterior Pulg.	Espesor Pared Pulg.	Peso Tubo 3 M Kg
1/2"	0.840"	0.104	3.807
3/4"	1.050"	0.107	5.173
1"	1.315"	0.126	7.600
1 1/4"	1.660"	0.133	10.442
1 1/2"	1.900"	0.138	12.471
2"	2.375"	0.146	16.142
2 1/2"	2.875"	0.193	26.514
3"	3.500"	0.205	31.816
3 1/2"	4.000"	0.215	38.809
4"	4.500"	0.225	43.477
6"	6.625"	0.266	86.411

Tabla 2-8 Datos de tuberías RMC

Sub – generador	1	2	3
Calibre AWG seleccionado	10	10	10
Número de conductores	2	2	2
Diámetro exterior (mm)	5.26	5.26	5.26
Sección por conductor (mm <sup>2</sup> )	21.73	21.73	21.73
Sección alimentador (mm <sup>2</sup> )	43.46	43.46	43.46
Sección tubería requerida (mm <sup>2</sup> )	140.19	140.19	140.19
Sección tubería seleccionada (mm <sup>2</sup> )	202.39	202.39	202.39
Diámetro nominal (pulg)	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

Tabla 2-9 Parámetros y resultados para selección de tubería en el lado de CC

## ESPECIFICACIONES TECNICAS TUBERIA EN EL LADO DE CC

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Díámetro nominal (pulg)	$\frac{1}{2}$
2	Díámetro exterior (pulg)	0.840
3	Espesor pared (pulg)	0.104
4	Material	Acero galvanizado según ASTM A 1011
5	Roscado	Según ANSI B1.20.1 tipo NPT, se suministra con una unión conduit de rosca tipo NPS en uno extremo y en el otro un protector color negro
6	Presentación	Longitud de 3.05 m
7	Terminado interior	Extremos libres de rebaba y se retira el cordón de soldadura mediante proceso de burilado
8	Pruebas	De doblez según UL 1242, UL 6, ANSI C 80.1, ANSI 80.6 De espesor de capa según UL 6, ANSI C 80.1
9	Galvanización	Inmersión en caliente según ANSI C 80.1, asegurando capa de zinc de 20 mm perfectamente adherida y razonablemente lisa. Calidad del zinc según ASTM B6 SHG
10	Certificaciones	ANSI C 80.1 UL 6
11	Detalles de sujeción.	Sujeción a losa o pared mediante abrazaderas metálicas y clavo de acero disparado por pistola de fulminantes cada 2 metros. Cajas metálicas cuadradas de 10x10 cm con tapa y entradas de tubería roscada.

Desde el inversor hasta las barras de los tableros principales de distribución se utilizará la canaleta metálica tipo escalerilla que se ha previsto para la protección de los alimentadores eléctricos a cada uno de los tableros secundarios de distribución, sin embargo el primer tramo del recorrido es necesario realizarlo con tubería metálica. Al ser un recorrido interno éste se realizará mediante el uso de tubería metálica tipo EMT con todos sus accesorios de conexión y soporte. Para el cálculo de ocupación de la tubería por los conductores que conforman el alimentador en el lado de alterna se utilizan los datos de la Tabla 2 – 3 Datos de conductores tipo FXT – TTF - TWF de Electro cables. Para la determinación de la sección de la tubería requerida se utiliza el criterio expresado en la Tabla 1 del Capítulo 9 del NEC: al pretender instalar cinco conductores dentro de una tubería su sección no deberá superar el 40% de ocupación. Para la selección de la tubería existente en el mercado se parte de los datos presentados por la ANSI.

#### TUBERIA METALICA ELECTRICA

#### EMT ANSI C 80.3 (NTC - 105); UL 797

Diámetro Nominal NPS	Diámetro Exterior Pulg.	Espesor Pared Pulg.	Peso Mínimo 10 Tubos x 3 M Kg.
1/2"	0.706"	0.042	12.71
3/4"	0.922"	0.049	19.41
1"	1.163"	0.057	28.55
1 1/4"	1.510"	0.065	42.38
1 1/2"	1.740"	0.065	49.08
2"	2.197"	0.065	62.46
2 1/2"	2.875"	0.072	91.46
3"	3.500"	0.072	111.54
3 1/2"	4.000"	0.083	145.00
4"	4.500"	0.083	165.07

Tabla 2-9 Datos de tuberías EMT

INVERSOR	1
Calibre AWG seleccionado	8
Número de conductores	5
Diámetro exterior (mm)	7.31
Sección por conductor (mm <sup>2</sup> )	41.97
Sección alimentador (mm <sup>2</sup> )	209.85
Sección tubería requerida (mm <sup>2</sup> )	524.62
Sección tubería seleccionada (mm <sup>2</sup> )	557.58
Diámetro nominal (pulg)	1

Tabla 2-10 Parámetros y resultados para selección de tubería en el lado de CA

### ESPECIFICACIONES TECNICAS TUBERIA EN EL LADO DE CA

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Diámetro nominal (pulg)	1
2	Diámetro exterior (pulg)	1.163
3	Espesor pared (pulg)	0.057
4	Material	Acero galvanizado según ASTM A 653
5	Accesorios de unión	Tornillos
6	Presentación	Longitud de 3.05 m
7	Terminado interior	Extremos sin rebabas y cordón de soldadura poco pronunciado y libre de aristas cortantes
8	Pruebas	De doblez según UL 797, ANSI C 80.3 De espesor de capa según UL 797. Fig.2-16
9	Galvanización	Inmersión en caliente, asegurando capa de zinc de 20 mm perfectamente adherida y razonablemente lisa. Calidad del zinc según ASTM B6 SHG
10	Certificaciones	ANSI C 80.3 UL797
11	Detalles de sujeción.	Sujeción a losa o pared mediante abrazaderas metálicas y clavo de acero disparado por pistola de fulminantes cada 2 metros. Cajas metálicas cuadradas de 20x20 cm con tapa.

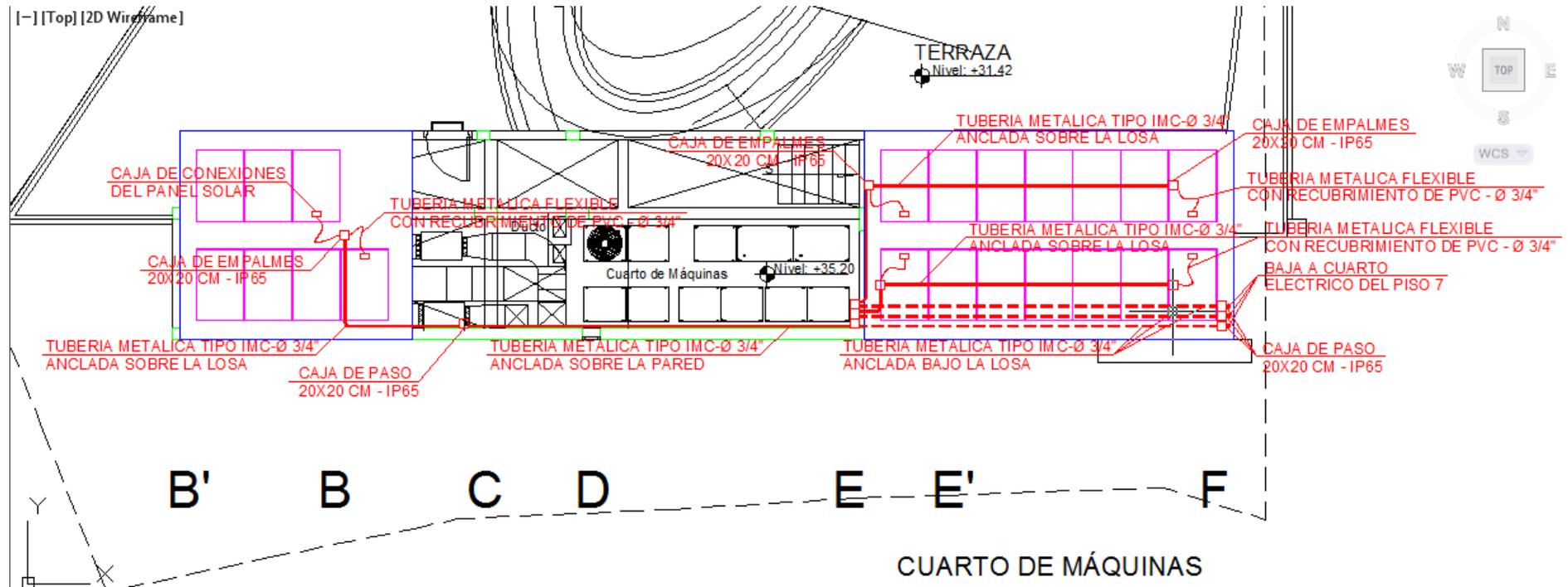


Figura 2-16 Distribución de tuberías de corriente continua en la losa

### 2.4.4.3. MEDICION Y REGISTRO DE PARAMETROS

El principal objetivo de la implementación de un elemento de medición y registro en un Sistema de Generación Fotovoltaica es evaluar en todo momento la calidad de la energía que está siendo entregada al edificio; además, constituye un elemento de mucha importancia al proporcionar herramientas de evaluación tanto del estado de los componentes del sistema como de su rendimiento, obviamente, siempre y cuando en la operación del edificio se implementen correctas políticas de control y monitoreo.

A pesar de que en la actualidad la gran mayoría de inversores utilizados para este tipo de aplicaciones ya disponen de módulos de medición con puertos de comunicación para el registro, es necesario corroborar la información proporcionada, por esta razón se debe considerar la instalación de un sistema o un elemento de medición independiente.

El Código Nacional de la Construcción claramente especifica en su PARTE 14-2. SISTEMAS DE GENERACION CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SISTEMAS AISLADOS Y CONEXION A RED DE HASTA 100 Kw EN EL ECUADOR la obligatoriedad de la medición de algunos parámetros eléctricos y adicionalmente menciona los parámetros que deben disponer de un sistema de registros, que no necesariamente se aplican en su totalidad al caso de sistemas conectados a la red, por lo que se presenta la tabla 2-11:

Para la medición de los parámetros en el lado de alterna puede ser necesario el uso de transformadores de potencial y de corriente. Cuando se realiza monitoreo siempre se debe utilizar tres transformadores de corriente a fin de detectar la pérdida de fase y ésta pueda reportarse como una falla del sistema.

Para el registro de los valores existen alternativas de uso que no son excluyentes entre sí:

ITEM	DESCRIPCION	APLICA	OBLIGATORIO
1	Irradiación solar incidente en la instalación	SI	SI
2	Voltaje e intensidad del arreglo fotovoltaico	SI	SI
3	Producción de energía del arreglo fotovoltaico.	SI	SI
4	Registro de fallas en la red	SI	
5	Intensidad de la red	SI	
6	Voltaje de la red	SI	
7	Potencia Activa de la red	SI	
8	Potencia Reactiva de la red	SI	
9	Factor de potencia de la red	SI	
10	Frecuencia de la red	SI	
11	Intensidad de sistema fotovoltaico	SI	
12	Voltaje de sistema fotovoltaico	SI	
13	Voltaje de la batería.	NO	
14	Intensidad de la carga.	SI	SI
15	Voltaje de la carga.	SI	SI
16	Potencia de la carga.	SI	SI

Tabla 2-11 Sistema de Registro

- El elemento de medición puede disponer de una memoria interna que le permita almacenar información hasta que esta sea descargada en el sitio, la capacidad de almacenamiento debe ser especificada y según el Código de la Construcción debe ser de por lo menos permitir 6 meses de mediciones. Un software de descarga y presentación de datos debe acompañar al medidor de parámetros eléctricos.
- El elemento de medición puede disponer de un módulo de comunicación de acceso remoto que permite el registro y la descarga de los datos a monitorearse. Esta característica puede ser opcional pero otorga una gran facilidad para la presentación permanente de los resultados en un Cuarto

de Control y monitoreo. Actualmente la interface de comunicación más utilizada es la Ethernet y el protocolo TCP/IP por lo que puede considerarse la recomendada.

Sin ser una característica indispensable algunos medidores de parámetros eléctricos disponen de pantalla de visualización que permite al operador realizar los ajustes de calibración en el sitio.



Figura 2-17 Medidor – registrador de parámetros eléctricos con pantalla de cristal líquido.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MEDIDOR DE PARAMETROS ELÉCTRICOS

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
------	-------------	-------

### GENERAL

1	Para uso en bajo y medio voltaje	SI
2	Clase	0.5 S
3	Número de medidas por período	128

## VALORES INSTANTÁNEOS

4	Corriente, voltaje y frecuencia	SI
5	Potencia activa, reactiva, aparente – total y por fase	SI
6	Factor de potencia – total y por fase	SI

## VALORES PROMEDIO

7	Corriente	Actual, mínimo, máximo
8	Potencia activa, reactiva, aparente	Actual, mínimo, máximo
9	Predicción de potencia activa, reactiva y aparente	SI
10	Sincronización con la ventana de medida	SI
11	Parametrage del modo de cálculo	Fijo, deslizable

## MEDIDA DE CALIDAD DE ENERGÍA

12	Distorsión armónica	Voltaje y corriente
13	Armónicos individuales	63
14	Captura de onda	SI

## REGISTRO DE DATOS

15	Mínimo y máximo de valores instantáneos	SI
16	Tendencia – predicción	SI
17	Registro de datos	800 kb
18	Reloj no volátil	SI

## COMUNICACIÓN

19	Puerto RS485	SI
20	Ethernet – MODBUS TCP/IP	SI

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

21	Tipo de medida	Verdadero valor eficaz hasta el armónico 63. En red alterna trifásica (3P, 3P + N). Corriente continua 128 muestras por ciclo
----	----------------	--

22	Precisión de la medida	Voltaje y corriente	$\pm 0.75\%$ del valor leído
23		Potencia	$\pm 0.75\%$ del valor leído
24		Frecuencia	$\pm 0.1\%$ de 45 a 67 Hz
25		Energía	IEC 60687 y ANSI C12.20 Clase 0.5S
26	Período de refresco		1 s
27	Características de la entrada de voltaje	Voltaje de medida	0 – 600 V directo F – F 0 – 347 V directo F – N
28		Rango de medida	0 – 1.5 de $U_{nominal}$
29		Impedancia	2 MW F – F, 1 MW F – N
30		Rango de medida en frecuencia	45 – 67 Hz 350 – 450 Hz
31	Características de la entrada de corriente	Calibre de los TC	De 5 a 32000 A – regulable
32		Rango de medida	10 A
33		Sobrecarga admisible	15 A en continuo 50 A durante 10 s por hora 500 A durante 1 s por hora
34		Impedancia	< 0.1 W
35		Carga	< 15 VA
36	Alimentación	Alterna	90 a 457 Vac, 11 VA
37		Continua	100 – 300 Vcc, 6W

#### CARACTERISTICAS ADICIONALES

38	Grado de protección		IP62
39	Certificación		UL508 IEC61010
40	Comunicación	Puerto RS485	2 hilos, hasta 3400 baudios
		Puerto Ethernet	Protocolo Modbus TCP-IP
41	Pantalla		LCD retro iluminada – 6 líneas en total
42	Registro de datos		97 parámetros por almacenamiento 5000 registros por almacenamiento

El sistema de medición de parámetros eléctricos deberá ser compacto de tal forma que pueda instalarse en la puerta de un gabinete metálico de doble fondo con cerradura de llave triangular y medidas de 60x60x25 cm. En el espacio interior de mismo gabinete se instalarán todas las protecciones del sistema fotovoltaico de corriente continua y de corriente alterna, así como las protecciones propias del sistema de medición.

Se deben incluir todos los elementos necesarios (transformadores de corriente, elementos de sujeción en puerta, elementos de protección, etc.) para la puesta en marcha total del sistema.

## **2.5. SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

### **2.5.1. INTRODUCCION**

Dentro del amplio espectro de conceptos y sistemas que abarcan las palabras, que en la actualidad han tomado mucha fuerza: “Ahorro de energía” y “Eficiencia Energética” uno de los más importantes a tenerse en cuenta, tanto en la fase de diseño como en el de operación de las nuevas edificaciones, es el correspondiente al Sistema de Iluminación.

Sabiendo que se utiliza más energía eléctrica para el Sistema de Iluminación que para cualquier otro sistema de un edificio es de suma importancia encontrar una solución de diseño que permita disminuir ese consumo, partiendo del conocimiento de que la adecuada selección de los bombillos es solo una parte de la solución y que un sistema de control se vuelve indispensable en la concepción moderna de sostenibilidad. Atendiendo a los conceptos mencionados hasta aquí el diseño del edificio se ha concebido bajo los siguientes lineamientos:

- Se ha considerado el uso de luminarias altamente eficientes tanto en su construcción como en el tipo de lámpara a utilizarse como es el caso de las fluorescentes en LED's y las de mercurio halogenado, de acuerdo a la siguiente distribución:

ITEM	AREA	LUMINARIA
1	Pisos altos – estanterías, salas de lectura, oficinas	Luminarias con dos tubos fluorescentes de 28 W tipo T5
2	Subsuelos – estacionamientos y bodegas	Luminarias herméticas con dos tubos fluorescentes de 32 W tipo T8
3	Pisos altos – baños, iluminación perimetral.	Luminarias tipo ojo de buey con una lámpara tipo ahorrador fluorescente compacto de 26 W.
4	Planta baja – halles principales	Luminarias tipo ojo de buey con dos lámparas tipo ahorrador fluorescente compacta de 26 W.
5	Pisos altos – detalle decorativo central, salas de conferencia	Luminarias tipo mini ojo de buey dirigible con lámpara LEDS de 3W.
6	Gradas de emergencia	Luminarias tipo barco con lámpara incandescente de 60 W.
7	Iluminación de fachadas	Luminarias tipo reflector con lámpara de mercurio halogenado de 250 W.

- Se implementará un sistema de control de iluminación conformado por:
  - Los balastos electrónicos que permiten regular la intensidad de las principales luminarias.
  - Sensores de ocupación.
  - Sensores de nivel lumínico.
  - Botoneras.
  - Paneles de procesadores.
  - Paneles de control de luces.
  - Programa de control, configuración y administración del sistema

## 2.5.2. OBJETIVO

Diseñar el sistema de iluminación de un Edificio con la finalidad de:

- Cumplir con las recomendaciones de las normas nacionales, dictados por la Norma Ecuatoriana de la construcción, e internacionales, que para el caso de este diseño serán los recomendados por la norma ASHRAE 90.1 – 2007, que aseguran calidad y confort visual.
- Crear ambientes placenteros, confortables y seguros para los usuarios de las instalaciones.
- Obtener el menor consumo de energía del sistema colaborando con la eficiencia energética del edificio.

## 2.5.3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION

La mejor manera de asegurar bajo consumo del Sistema de Iluminación es utilizar luminarias de la más alta eficiencia combinadas con un adecuado sistema de control. Tal es así que de manera general, como se indica en los párrafos anteriores, se ha previsto utilizar en la mayor parte del edificio, luminarias fluorescentes y otras con tecnología LED, que corresponden a las de menor índice de eficiencia energética; este índice expresa el consumo de una luminaria para crear 100 luxes en una superficie unitaria, en la siguiente tabla se muestran los valores de este índice para algunos sistemas de iluminación:

SISTEMA	Watts	Pérdidas		lm Lámparas	lm/W	W/100lx m <sup>2</sup>
		por Ballast u otro	Watts Sistema			
Incandescente sin difusor	60	0%	60	600	10,0	10,00
Fluorescente + Ballast	30	25%	37,5	760	20,3	4,93
Fluorescente T12 + Ballast Electromagnético de 1° Generación+ partidior	40	30%	52	2500	48,1	2,08
LED	16	1%	16,16	1000	61,9	1,62
Fluorescente T8 + Ballast EM 2° Generación +partidor	36	25%	45	3000	66,7	1,50
Fluorescente T5 + Ballast electrónico	28	10%	30,8	2600	84,4	1,18
Fluorescente T8 + Ballast electrónico	32	15%	36,8	3200	87,0	1,15

Tabla 2-12 Eficiencia según tecnología (Bordoni 2010)

Las luminarias LED's se utilizarán para resaltar tanto los detalles arquitectónicos centrales como para iluminar la rampa de ingreso vehicular del Edificio.

Con la finalidad de mantener concordancia entre el control previsto en las gradas de emergencia, sensores de movimiento estándares a 120 V – 400 W.

Mediante la simulación con el software Lumenlux 2005 de Lumenac, y cuyos resultados se presentan en el Anexo 2, se justifica las cantidades de cada una de las luminarias previstas a lo largo de todo el edificio para obtener la iluminancia adecuada en cada área. La simulación se la realiza a las áreas representativas de los niveles superiores y a los estacionamientos. Los valores recomendados de iluminancia mantenida según la actividad se presentan en la siguiente tabla, en la cual también se han incluido valores recomendados del índice de deslumbramiento unificado (UGR) y del índice de reproducción cromática ( $R_a$ ).

ITEM	AREA - DESCRIPCION	ILUMINANCIA MEDIA (LUX)	UGR	$R_a$
1	ESTANTERIAS	200	19	80
2	SALAS DE LECTURA	500	19	80
3	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	500	19	80
4	BAÑOS	100	25	80
5	ESTACIONAMIENTOS CIRCULACIÓN	100	28	40

Tabla 2-13 Parámetros recomendados.

Los valores de Iluminancia mantenida presentados corresponden a valores debajo de los cuales no se ha permitido caer a la iluminancia media de la tarea. La determinación de estos valores han tomado en cuenta factores psico – fisiológicos como: confort visual, ergonomía visual, experiencia práctica, seguridad y economía. Para el diseño, como se puede verificar en el Anexo 2, se han establecido valores de iluminancia media más altos a los recomendados considerando que con el tiempo estos valores van decreciendo debido a varias

causas: pérdida de flujo de las luminarias, acumulación de suciedad en techos, paredes y en los difusores de las luminarias.

Con el fin de evitar el deslumbramiento molesto los valores presentados para el Índice de deslumbramiento unificado (UGR) corresponden a los valores límites que no han sido superados. Y aunque la Biblioteca no es un lugar en donde se realicen tareas de mayor precisión si es un lugar de permanencia prolongada por lo que se ha puesto especial cuidado en este parámetro.

Debido a la importancia de la respuestas de las personas a los colores que ven a su alrededor se ha especificado las principales luminarias con apariencia de color de 4000 K para los pisos altos y 6000 K para los estacionamientos, las dos con un índice de reproducción cromático, tal como lo establece la norma para zonas en las que exista presencia de personas, de 80.

El Sistema de Control, que complementa al Sistema de iluminación, con todos sus elementos, descritos en párrafos anteriores, funcionando en conjunto permiten:

- Ahorrar energía para el sistema de iluminación.
- Aumenta la flexibilidad del espacio.
- Aumenta el confort y la productividad de los ocupantes.
- Reduce los costos de mantenimiento.

Y lo más importante de la implementación del sistema de control de iluminación con las características planteadas es colaborar con el cumplimiento de los requerimientos de LEED NC 2009 y así obtener la mayor cantidad de puntos. De una manera más detallada a la descrita al inicio de esta sección a continuación se presenta la forma en que el sistema colabora con la certificación:

CREDITO	DESCRIPCION	PUNTOS OBTENER	A	ESTRATEGIA APLICADA
PS	PARCELAS SOSTENIBLES			
Credito 8	Reducción de la contaminación lumínica	1		Los sensores de ocupación apagan las luminarias cuando el espacio está desocupado no solo para ahorrar energía sino para prevenir que la contaminación lumínica escape del edificio
EYA	ENERGIA Y ATMOSFERA			
Prerequisito 1	Recepción			El equipo de campo del fabricante ayudara a la Autoridad de recepción a verificar la instalación y el rendimiento del sistema
Prerequisito 1	Mínima eficiencia energética			Los sensores de ocupación y la programación por horario permiten cumplir con los requerimientos de control establecidos en la ASHRAE 90.1 – 2007, sección 9.4
Crédito 1	Optimización de la eficiencia energética	19		El software del sistema permite aplicar estrategia de control y ahorro de energía que permiten reducir el consumo del sistema de iluminación hasta un 60%. Por cada 2% de reducción en costos se obtiene un punto del Crédito 1.
Crédito 3	Recepción mejorada	2		El personal de campo del proveedor del sistema capacitará y entregará todos los manuales

			correspondientes al personal de operación del edificio.
Crédito 5	Medición y verificación	3	<p>El software de del sistema de control proporcionará continuamente el consumo de energía y el ahorro del sistema de iluminación para el plan de Medición y verificación.</p> <p>Las estrategias de control a implementarse a través del software del sistema son muy fáciles de implementar y proveerán las acciones correctivas necesarias para lograr la disminución del consumo de energía deseado</p>
CAI	CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR		
Crédito 6.1	Capacidad de control de los sistemas de iluminación	1	Todos los componentes del sistema funcionando en conjunto ayudan a obtener este crédito
ID	INNOVACION EN EL DISEÑO		
Crédito 1	Innovación en el diseño	5	El software del sistema de control dispondrá de una aplicación que mostrará en tiempo real, y mediante una pantalla LCD, los ahorros de energía en el edificio. Esta actividad en conjunto a visitas guiadas o distribuido como caso de estudio permitirá obtener el punto por Educación Verde.

Tabla 2-14 Sumario de Créditos y Prerrequisitos que el Sistema de Control de iluminación ayuda a obtener.

## **2.5.4. DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACION DE COMPONENTES**

### **2.5.4.1. LUMINARIAS**

#### ***2.5.4.1.1. LUMINARIA 2X28 W – T5, SIN BALASTO***

Debido a su alta eficiencia y al gran flujo luminoso que este tipo de luminarias presentan se ha previsto su instalación en todos los pisos que conforman la Biblioteca propiamente dicha y en los pisos en donde se albergaran las oficinas administrativas. Por tanto estas luminarias estarán distribuidas en todas las áreas de los Pisos 1 hasta el Piso 7 incluyendo los pasillos de la Terraza: en estanterías, salas de lectura, salas de trabajo, salas de televisión, salas de reuniones, salas de espera, oficinas administrativas.

Las luminarias deben brindar una perfecta iluminación general de alto control y rendimiento, respetando el control visual requerido en la iluminación de las áreas detalladas en el párrafo anterior. No se debe olvidar que a las luminarias deben mantener la estética con el diseño interior, de ahí que se debe tener en cuenta que su montaje se realizará sobre cielorraso de gypsum en el mismo que se dejará el detalle respectivo, debidamente coordinado con los especialistas del Diseño Interior, para su adecuado montaje.

El difusor de estas luminarias es un elemento indispensable que ayudará a disminuir el deslumbramiento por lo que debe ser adecuadamente especificado.

Los balastos a integrarse en estas luminarias son parte del sistema de control de iluminación y sus características serán descritas detalladamente en un párrafo posterior.

#### **ESPECIFICACIONES TECNICAS LUMINARIA 2X28 W – T5, SIN BALASTO**

Cuerpo en chapa zincada y pre – pintada con punteras de policarbonato inyectado. Reflector doble parabólico de aluminio anodizado y brillantado de alta pureza 99.85. Portalámparas en policarbonato de 2 A / 500 V, código de

temperatura T130 – G5. Cableada con cable rígido de sección 0.5 mm<sup>2</sup>, aislación de PVCHT resistente a 90°C. Bornera de conexión de 2b+T con sección máxima de 2.5 mm<sup>2</sup>. Para montaje en cielo rasos tipo Armstrong.

Dimensiones: 29.8 cm. de ancho por 121.9 cm. de largo por 16.8 cm. de alto.

Luminaria con distribución fotométrica certificada por un organismo internacional y eficiencia mayor al 80%.

No incluye balasto pero si dos tubos de 28 W – T5 con índice de reproducción cromática de 80 y 4100 °Kelvin de temperatura de color.

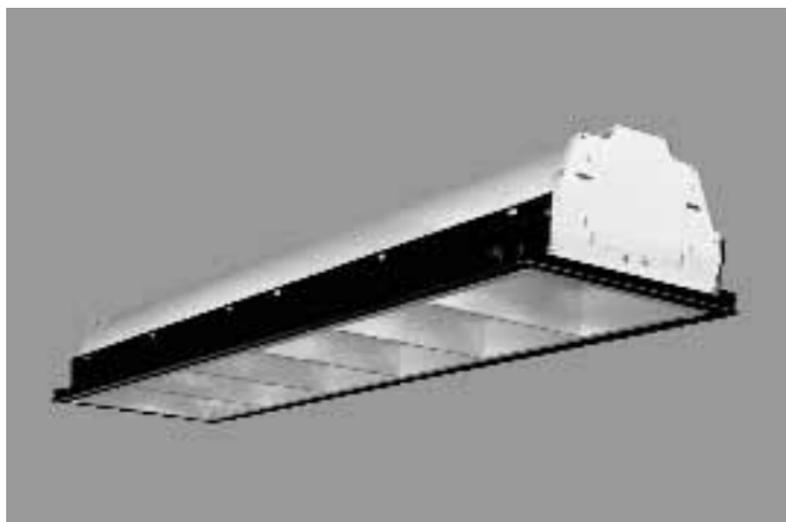


Figura 2-18 Gráfico de la luminaria 2x28W – T5

En el montaje de la luminaria se debe considerar la sujeción de la misma a la losa mediante dos soportes contruidos de alambre galvanizado y clavo de acero.

#### **2.5.4.1.2. LUMINARIA HERMÉTICA 2X32 W – T8, SIN BALASTRO**

En los 3 niveles de subsuelos, en donde predominan las áreas de estacionamientos, bodegas, cuartos eléctricos, cuartos de equipos de ventilación y cuartos de bombas se utilizarán luminarias herméticas que deben tener como mínimo grado de protección IP65 que especifica la protección contra la

penetración de polvo y chorros de agua a una presión de 0,3 bar a 3 metros de distancia.

Exteriormente este tipo de luminarias no deben presentar acabados metálicos pues existe la posibilidad de que parte de la limpieza de estas áreas sea el uso de agua a presión, constituyéndose así como un ambiente ligeramente corrosivo.

Los balastos a integrarse a estas luminarias son parte del sistema de control de iluminación y sus características serán descritas en un párrafo posterior.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LUMINARIA HERMÉTICA 2X32 W – T8, SIN BALASTO

Luminaria estanca (todo terreno) apta para instalación en estacionamientos (áreas húmedas o polvorrientas en general). Constituida por cuerpo en inyección de policarbonato auto – extingible V2, con empaque de poliuretano y prensa – cable estanco PG13.5 (prensa estopa de ½”). Difusor: en policarbonato inyectado, estabilizado para rayos UV, prismático internamente y con superficie exterior lisa.

El difusor y el cuerpo se unen a través de clips de Nylon. Grado de protección IP65. Reflector de chapa galvanizada y pre – pintada poliéster blanca. Portalámparas en policarbonato. 2 A / 250 V / T130 – G5. Cableado: cable rígido de sección 0.5 mm<sup>2</sup>, aislación de PVCHT resistente a 90 °C, con bornera de conexión de 2b+T con sección máxima de 2.5 mm<sup>2</sup>. Color CRIS RAL 7035

Dimensiones: 15.0 cm. de ancho por 127.0 cm. de largo por 9.4 cm. de alto.

Luminaria con distribución fotométrica certificada por un organismo internacional y eficiencia mayor al 80%.

No incluye balasto pero si dos tubos de 32 W – T8 con índice de reproducción cromática de 80 y 4100 °Kelvin de temperatura de color.



Figura 2-19 Gráfico de la luminaria hermética 2x32W – T8

En el montaje de la luminaria se debe considerar la sujeción de la misma a la losa mediante dos soportes construido cada uno de la siguiente manera: alambre de acero con alma de cabuya de 3/16" de diámetro, dos grilletes galvanizados para el cable en mención con ajuste mediante tuerca hexagonal, taco plástico F6 y cáncamo de 3/4".

#### **2.5.4.1.3. LUMINARIA OJO DE BUEY 26 W CERRADO**

Este tipo de luminarias por lo general son de bajo consumo y su diseño es muy minimalista.

Se ha previsto la instalación de este tipo de luminarias en dos áreas específicas:

- Absolutamente todos los baños del edificio, incluyendo los del Subsuelo 2 y los previstos desde la Planta baja hasta el Piso 7, incluyendo los de la terraza.
- Los perímetros de todas y cada una de las plantas de los pisos altos, desde el Piso 1 hasta el Piso 7, que a más de presentar un detalle decorativo al mantener uniformidad a lo largo de toda la fachada del Edificio, contribuyen con la iluminación de las áreas en donde debido a la presencia de elementos estructurales no se podía continuar con el diseño

en base a las luminarias 2x28 W y así mantener la iluminancia media prevista.

#### ESPECIFICACIONES LUMINARIA OJO DE BUEY 26 W CERRADO

La luminaria debe ser empotrable en cielo raso. Cuerpo y marco en inyección de aluminio. Reflector de aluminio anodizado y abrigantado de alta pureza. Difusor de vidrio frontal templado de 4 mm serigrafiado. Pintura poliéster micro – texturada al horno. Incluye equipo con alimentación 120 V- 60 Hz y portalámparas: de PBT, 2 A / 500 V, T140 – G24d3. Cableado: cable rígido de sección 0.5 mm<sup>2</sup>, aislación de PVCHT resistente a 90°C más vaina y ficha de conexión. Montaje con escuadra de fijación de acero con resortes de doble acción.

Dimensiones: diámetro de 18 cm y altura de 20.5 cm.

Grado de protección IP 20.

Luminaria con distribución fotométrica certificada por un organismo internacional y eficiencia mayor al 80%.

Incluye lámpara tipo FLC - D de 26 W

La lámpara deberá colocarse verticalmente con la finalidad de disminuir el diámetro de la luminaria.



Figura 2-20 Gráfico de la luminaria Ojo de Buey 26W cerrada.

#### **2.5.4.1.4. LUMINARIA OJO DE BUEY 2x26 W CERRADO**

Este tipo de luminarias han sido previstas para el ingreso principal de Planta Baja al Edificio y en el Foyer de salida del Auditorio por la gran facilidad que estas presentan para su distribución acoplándose muy fácilmente a los detalles arquitectónicos en el cielo falso de estas áreas.

#### **ESPECIFICACIONES LUMINARIA OJO DE BUEY 2x26 W CERRADO**

La luminaria debe ser empotrable en cielo raso

Cuerpo y marco en inyección de aluminio. Reflector de policarbonato facetado metalizado. Difusor de vidrio frontal templado de 4mm serigrafiado. Pintura poliéster micro – texturada al horno de alta resistencia. Incluye balasto electrónico con alimentación 120 V- 60 Hz y dos portalámparas de PBT, 2 A / 500 V, T140 – G24d3. Cableado: cable rígido de sección 0.5 mm<sup>2</sup>, aislación de PVCHT resistente a 90°C más vaina y ficha de conexión. Montaje con escuadra soporte de fijación en nylon con fibra de vidrio con soportes de acero y resortes de doble acción.

Sus dimensiones son: diámetro de 23 cm., altura de 10.5 cm. con equipo 25.4 cm.

Grado de protección IP 20.

Luminaria con distribución fotométrica certificada por un organismo internacional y una eficiencia mayor al 80%.

Incluye dos lámparas tipo FLC - D de 26 W

La lámpara deberá colocarse verticalmente con la finalidad de disminuir el diámetro de la luminaria.



Figura 2-20 Gráfico de la luminaria Ojo de Buey 2x26W cerrada.

#### **2.5.4.1.5. LUMINARIA TIPO MINI OJO DE BUEY CON LÁMPARA LED**

En el centro de cada planta de los pisos altos, el Diseño Arquitectónico ha considerado un espacio vacío que recorre todo el edificio. Esta área no puede quedar sin una iluminación que resalte el detalle previsto. Los principales requisitos que se han tenido en cuenta en el momento de la selección de las luminarias a instalarse en este espacio es el menor consumo posible y debido a que se trata de una iluminación netamente decorativa no se necesita un flujo luminoso muy alto.

#### **ESPECIFICACION DE LA LUMINARIA TIPO MINI OJO DE BUEY CON LÁMPARA LED**

Aro exterior e interior fabricados en aluminio inyectado totalmente resistente a la corrosión con procesos de mecanizado y vibrado, lo cual garantiza una muy buena estabilidad dimensional y excelente presentación.

Acabado en pintura electrostática poliéster de color blanco, con excelente resistencia a los rayos ultravioletas y a las variaciones climáticas, estabilidad de color a la temperatura con exposiciones continuas hasta 125 °C.

Alta resistencia a la intemperie sin que cause grietas, con mínima alteración del brillo luego de 12 meses de exposición continua, resistencia al impacto con 80 kg.cm<sup>2</sup>.

Se deberá suministrar con un socket con cuerpo en losa y contactos dobles de níquel. Cables en TFEP o silicona de 150 mm de longitud.

Incluye transformador electrónico de 50 W – 120 / 12 Vac.y una lámpara led tipo dicróico de 3 W – 12 Vac.



Figura 2-21 Gráfico de la luminaria Mini ojo de Buey con lámpara de LED

#### **2.5.4.1.6. LUMINARIA TIPO BARCO CON LAMPARA INCANDESCENTE DE 60 W**

Este tipo de luminarias serán las únicas del tipo incandescente que se utilizarán en el proyecto y se las instala exclusivamente en el ducto de gradas de emergencia debido a que esta zona se contralará con sensores de movimiento que manejarán su carga directamente, se ha previsto la instalación de luminarias incandescentes por cuanto no les afecta la presencia de las redes de Snubber que protegen los elementos activos de conmutación de los mencionadas sensores.

Estas luminarias proveen el nivel lumínico requerido para áreas de circulación aunque la altura de instalación supere los 4 metros.

#### ESPECIFICACIONES LUMINARIA TIPO BARCO CON LAMPARA INCANDESCENTE DE 60 W

Luminaria tipo barco de cuerpo ovalado construida en aleación aluminio liviano y zinc inyectado y acabado al horno. Difusor lumínico de vidrio asentado sobre una goma de neopreno para garantizar su hermeticidad. Porta – lámpara de porcelana E27. Incluye lámpara incandescente de 60 W. Debe presentar facilidad para el reemplazo de la lámpara una vez destornillado el difusor.



Figura 2-22 Gráfico de la luminaria tipo barco

#### **2.5.4.1.7. LUMINARIA TIPO REFLECTOR CON LAMPARA DE MERCURIO HALOGENADO DE 250 W.**

Con la finalidad de no contaminar visualmente el entorno del edificio únicamente se ha decidido iluminar la fachada sur y para este propósito se utilizarán este tipo de luminarias.

Adicionalmente se debe mencionar que al iluminar esta fachada, que tiene una mínima cantidad de ventanas y muy pequeñas en dimensiones, de ninguna manera se está provocando deslumbramiento incómodo a los ocupantes de los pisos altos y para disminuir en su totalidad estos efectos en los ocupantes de la planta baja estas luminarias serán instaladas en la parte superior de la rampa vehicular a una altura de 3 metros.

Se ha optado por utilizar luminarias con lámparas de mercurio halogenado por cuanto son eficientes y tienen una muy buena reproducción del color, o sea, tienen un alto índice de reproducción cromática.

Estas luminarias deben tener un grado de protección muy alto y un diseño que no sea discordante con la arquitectura del edificio por cuanto su instalación será en el exterior.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA LUMINARIA TIPO REFLECTOR CON LAMPARA DE MERCURIO HALOGENADO DE 250 W.

Cuerpo en inyección de aluminio con aletas de enfriamiento y separador entre cavidad óptica y porta – equipo. Marco porta – vidrio abisagrado. Reflector asimétrico difundente de aluminio de alta pureza 99.85, martillado y anodizado, con índice de reflexión de 85% y baja iridiscencia. Lente de vidrio frontal templado de 4 mm serigrafiado. Pintura de poliéster microtexturada horneada de alta resistencia. El equipo incluye balasto, ignitor electrónico, capacitor y bornera de conexión 220 V / 60 Hz. El portalámparas es tipo E40 de cerámica, código de temperatura T270, 16 A / 750 V / 5 kV. El cableado será interno con aislación primaria de silicona, malla protectora de fibra de vidrio y terminal. Para el montaje deberá disponer de escuadra de fijación de acero con goniómetro para facilitar su orientación.

Incluye lámpara de mercurio halogenado con rosca E40 de 250 W.

El grado de protección de la luminaria deberá ser IP65.

Luminaria con distribución fotométrica certificada por un organismo internacional y una eficiencia mayor al 80%.



Figura 2-22 Gráfico de la luminaria tipo reflector

### 2.5.5. SISTEMA DE CONTROL

En el edificio objeto de estudio se han previsto las instalaciones del sistema de iluminación de tal manera que sean las adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente para lo cual se ha dispuesto de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona y que también disponga de la posibilidad de regular el nivel lumínico para de esta forma optimizar el uso de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

El sistema de control ha sido concebido como un complemento al sistema de iluminación cuyos componentes han sido descritos en la sección anterior.

Como criterio general se deberá seleccionar y utilizar equipos de iluminación que en conjunto garanticen una eficiencia luminosa de mínimo 45 lúmenes por vatio.

Se ha previsto un sistema completo de última tecnología para controlar todo el sistema de iluminación del Edificio objeto de estudio, tanto a nivel de plantas altas como de parqueaderos.

A continuación se detalla la configuración y funcionamiento del sistema, además se complementarán las características del mismo y se detallarán algunas de las estrategias, ya mencionadas en párrafos anteriores, que el sistema incorpora para cumplir los requisitos y obtener puntos en la certificación LEED:

- El sistema iniciará en un ordenador que almacenará toda la información relevante para la elaboración de informes y tendencias, esto implica niveles de iluminación, estado de los sensores, consumo de energía, etc. Obviamente en este ordenador, que no es más que un servidor, se deberá instalar el programa correspondiente para elaborar la información. En un computador adicional se instalará el programa necesario para la operación, configuración, ajuste de relojes y elaboración de informes para la administración de la iluminación del edificio. Un último equipo de computación se utilizará para la instalación del programa que permita mostrar a los ocupantes del edificio el ahorro medio ambiental y energético resultante de la utilización del sistema. Estos tres equipos se conectarán a la red activa de networking del edificio.
- Se instalarán cuatro paneles de procesadores. Tres de ellos serán de cuatro buses de comunicación para balastos y uno será de seis buses de comunicación para balastos. Cada uno de los paneles de procesadores dispondrá además de un link de comunicación que puede ser usado para iniciar una red de paneles de control de luces o para iniciar una red de botoneras de control maestras.
- El cableado del bus de comunicación de balastos no mantiene una topología determinada, todos los balastos de cada una de las luminarias deben conectarse entre sí. Un bus de comunicación tendrá la posibilidad de controlar hasta 64 balastos inteligentes, sin embargo nunca se

ocuparan al límite de su capacidad por lo que se ha definido la configuración de dos buses por piso con excepción de la Planta Baja (en la cual no existe ningún bus) y en los estacionamientos en los cuales solo existirá un bus para dos subsuelos y un bus para el subsuelo 1.

- A lo largo de todo el edificio se instalarán catorce paneles de control de luces programables de 16 y 8 zonas, uno para cada piso y determinadas áreas, por los cuales pasarán absolutamente todos los circuitos de iluminación con el fin de realizar el control horario de su encendido / apagado total. Estos paneles se conectarán entre si y su red de comunicación iniciará en el panel de procesadores del Subsuelo 1.
- En el sistema de control se han previsto el uso de mandos manuales y automáticos: Los mandos manuales responden a la interacción física de presionar teclas en botoneras que modifican en rangos continuos la intensidad de iluminación en la o las luminarias. Los mandos automáticos incluyen sensores de presencia y sensores de luz del día que supervisan el espacio, ajustando apropiadamente la iluminación acordada en el área de trabajo y reduciendo la cantidad de energía utilizada, es decir hacen eficiente al sistema de iluminación. Los mandos manuales del sistema permiten la interacción independiente de las personas con la iluminación de su ambiente de trabajo. Desde el Piso 1 hasta el Piso 7 se instalarán botoneras de control maestras de siete botones: una en el extremo norte y una en el extremo sur de cada piso. Estas botoneras se conectarán a través de una red de comunicación que se conformará en cada piso y se conectarán al panel de procesadores más cercano. A la red mencionada se conectarán todas las botoneras sencillas de dos botones que sean necesarias para el control de las áreas cerradas de cada piso.
- En toda las áreas de estanterías, circulaciones, oficinas, salas de lectura y estacionamientos es necesario monitorear permanentemente su estado de ocupación con el uso de sensores de presencia de doble tecnología, ultrasónica e infrarroja, que reportarán su información al sistema continuamente. El monitoreo de la ocupación de las zonas descritas al inicio de este párrafo ha sido cuidadosamente diseñado, para lo cual se ha

utilizado dispositivos con diferentes rangos de cobertura y se ha establecido su ubicación en base los diagramas proporcionados por el fabricante.

- En las dos Salas de Conferencia de la Planta Baja y en el Auditorio del Subsuelo 1 se instalarán sistemas locales de control de escenas programables, más adecuados para la aplicación, sin embargo estas áreas no estarán exentas de monitoreo. Los circuitos de iluminación de estas áreas también estarán controlados por los paneles de control de luces que garanticen un control horario adecuado.
- Con la finalidad de aprovechar la iluminación natural, que definitivamente provoca un ahorro en el consumo de energía, se utilizarán sensores de nivel lumínico que permiten realizar el control de la atenuación del nivel de las luminarias garantizando un nivel de luxes constante pre – programado. Se mantiene la iluminancia del espacio de trabajo reduciendo el flujo luminoso de la lámpara al tomar en cuenta el flujo luminoso que entrega el sol durante el día. Al atenuar el flujo luminoso de la lámpara artificial se está generando un ahorro de energía eléctrica que al final del mes se registrará como un ahorro económico en la planilla de consumo de energía eléctrica.

La atenuación se realiza a las luminarias fluorescentes en conjunto o individualmente conectadas sin la necesidad de encontrarse directamente enlazadas al sensor o mando manual que lo gobierna. Dentro de una luminaria se deben utilizar balastos desarrollados previamente que permita la conexión de estas luminarias al sistema de control que incluso permiten ser atenuadas de acuerdo a las condiciones de programación del sistema.

Mediante programación se puede definir el nivel máximo del flujo luminoso que entrega una luminaria, es decir, se puede decidir si la intensidad de trabajo de la luminaria es del 100%, o del 80% si así requieren las necesidades del usuario, este tipo de característica permite diferenciar la intensidad de la luminaria según la distancia a la que se encuentre del área de trabajo y la cantidad de luminarias que contenga el espacio.

- Los sensores de ocupación y de nivel lumínico se conectarán a los balastos con entradas más cercanas claramente identificados en los planos.
- Adicionalmente se obtiene ahorro de energía por el ajuste del máximo nivel lumínico en cada zona, esto significa que sin que exista una percepción del ojo humano se atenuare el nivel de las luminarias para que nunca se supere el 90%. Por otra parte, este ajuste de niveles de iluminación por área permiten lo que se denomina el “ajuste al diseño” lumínico y permite calibrar el nivel realmente necesario en cada área.
- De manera resumida el funcionamiento y programación del sistema se puede expresar de la siguiente manera: el sistema trabajara controlado por el computador y el programa de administración del sistema recibiendo la información del estado de los sensores y de los mandos manuales mediante la comunicación con los balastos, según esta información ordena a los balastos correspondientes a realizar la actividad pre – programada en ya sea encendiendo, apagando o variando la intensidad luminosa de la luminaria. En la programación se ubica el balasto, se le asigna una dirección determinada y se define su funcionamiento, se definen los sensores de presencia que controlaran su encendido, se define el sensor de luz del día que manipulará la cantidad de iluminación que entregará la luminaria, se define la botonera que controlará su encendido – apagado, se programan los horarios de funcionamiento de los circuitos. En caso de que un elemento del sistema sea reemplazado, éste acogerá la dirección del elemento anterior y si es necesario el sistema lo programará para que opere de idéntica manera que el elemento reemplazado. Si se desea añadir elementos al sistema, es necesario conectarlo al bus de control y programar la operación deseada para el mismo, caso contrario si se desea descartar un elemento, es sencillo, se lo retira y el resto de elementos funcionaran de la manera programada.
- El sistema debe permitir facilidad en el diseño y adaptabilidad a cualquier topología de red. Debe permitir realizar cambios después de ser completamente instalado.

- El mantenimiento debe ser muy sencillo, así por ejemplo en caso de falla se necesita un simple intercambio del balasto sin ser necesaria una reprogramación posterior.
- El sistema debe ser escalable, es muy importante que exista la posibilidad de incremento de dispositivos al sistema sin que esto involucre un cambio drástico al diseño previo o al cableado de control existente.
- El cableado para controlar los dispositivos utilizará tan solo tres hilos.
- Los elementos que pertenecen al sistema serán de fácil identificación y sencilla conexión.
- Permitir el diseño luminoso dividiendo en zonas y representando escenas.
- Los balastos deben permitir múltiples entradas de la señal de control: señal digital del bus, señal infrarroja, sensores de presencia y sensores de luz de día.
- Todos los elementos del sistema pueden ser programados mediante el software cargado en un PC.

#### **2.5.5.1. BALASTROS ELECTRÓNICOS DIMERIZABLES 2x32 W O 2x28 W**

Los balastos deberán ser especificados para las potencias indicadas.

Los balastos deben estar diseñados para obtener los máximos beneficios en el control de iluminación del sistema.

Los balastos requerirán suministro de energía pero además se conectará al bus de comunicación de balastos. Suministrará de energía a los sensores y mandos de control. Los terminales de alimentación de energía y del bus de comunicación, que deberán estar claramente identificados, estarán diseñado con las dimensiones para conectar conductor calibre No. 16 AWG sólido. Los sensores con el balasto se deben conectar con conductores sólidos calibre No. 22 AWG.

La longitud máxima del cable entre el balasto y el zócalo de las lámparas, debe ser 2.1m (7 ft), si se excede esta longitud, posiblemente se observe un parpadeo en la lámpara, sobrecargando el arranque, y hasta reduciendo la vida útil de la lámpara.

En la implementación de la red de comunicación de balastos se han tenido en cuenta las recomendaciones del fabricante respecto de las longitudes máximas de ahí que se haya seleccionado los calibres antes indicados.

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS BALASTOS ELECTRÓNICOS DIMERIZABLES 2x32 W O 2x28 W

Responde, de acuerdo a un pre – programación, a señales del sensor de presencia, sensores de luz de día, y un mando personal a la entrada (receptor infrarrojo o mando de pared).

Comunica su estado de funcionamiento y de las entradas del sensor.

Inicio rápido de la programación mientras el sistema está encendido, asegurando el buen funcionamiento del sistema.

Las lámparas se encienden a cualquier nivel de iluminación natural evitando el deslumbramiento.

Baja distorsión armónica en todo el rango de atenuación.

La frecuencia de operación del balasto debe evitar la interferencia con otras fuentes infrarrojas.

Baja corriente de arranque del circuito.

Funcionamiento silencioso.

Posee memoria no volátil lo que restaurará todas las escenas del balasto después del fallo en la alimentación de energía.

Los balastos deben ser envejecidos en la fábrica, es decir el 100% del trabajo se ha probado en la fábrica.

En el montaje del balasto se debe tener la precaución de no sujetarlo a una placa de metal externa a la luminaria, ni ubicarla cerca de materiales conductores o

inflamables. Se debe fijar firmemente a la luminaria la misma que le servirá como difusor de calor

Voltaje de operación: 120 o 277 Vac a 60 Hz.

El balastro debe conectarse a tierra para alcanzar el dimerizado apropiado.

Rango de dimerización: 100% al 1% de rendimiento especificado de fábrica.

Arranque de lámpara: encendido rápido programable.

Corriente de arranque: menos de 1.7 de la corriente nominal

Parpadeo de lámpara: ninguno visible.

Variación en luz de salida:  $\pm 2\%$  rendimiento constante para variaciones de voltaje de línea de  $\pm 10\%$ .

Vida de la lámpara: alcanza o excede la vida media de la lámpara especificada por el fabricante.

Factor: mayor que 0.85 para las lámparas T8 e igual a 1.0 para las lámparas T5.

Factor de potencia: 0.95 mínimo

Distorsión Armónica Total (THD): menos de 20%

Corriente Máxima: 3 A para el balastro a 277 V, 7 A para el balastro a 120 V.

Factor de balastro: 1



Figura 2-23 Gráfico de balastro electrónico dimerizable para dos lámparas

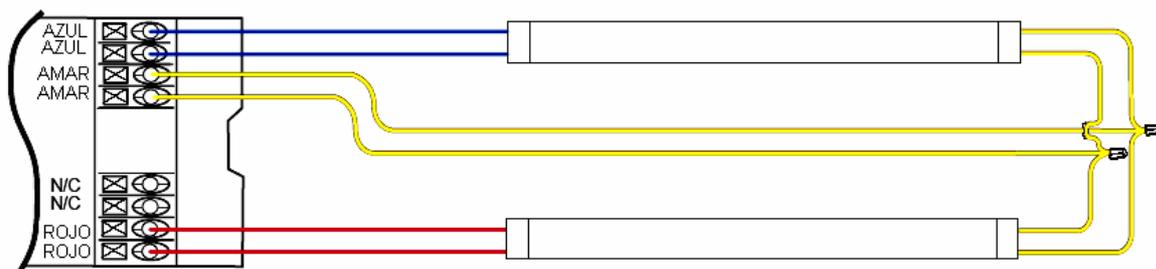


Figura 2-24 Gráfico de conexión de balasto electrónico dimerizable a dos lámparas

### 2.5.5.2. SENSOR DE PRESENCIA

Aunque existen sensores de ocupación para montaje en pared se ha optado por la solución de montaje sobre el cielo raso.

Se ha seleccionado el área de cobertura de cada sensor optimizando así la cantidad de dispositivos a instalarse en cada piso. Se ha puesto especial cuidado en esta distribución para que ninguna área de circulación quede sin ser monitoreada.

Todos los sensores de este tipo deben proporcionar alta sensibilidad por lo que serán de doble tecnología combinando la detección por Ultrasonido y la de infrarrojo, de esta forma presentarán alta inmunidad al ruido y a los falsos disparos.

Los sensores deben ser compatibles con el sistema de control de iluminación y serán inteligentes de tal forma que se adapten continuamente a su entorno. El diseño se ha realizado de tal forma que se han ubicado balastos con entradas únicamente en donde se necesite la conexión de sensores con el fin minimizar el costo del sistema pues la alimentación la toman de esos balastos y a estos entregan su información.

Se ha tenido la precaución de no ubicar sensores a menos de 2 metros de cualquier salida de aire ya que esto puede causar falsas alarmas.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SENSORES DE PRESENCIA

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Certificación	UL
	Alimentación	
2	Voltaje de operación	20 – 24 V <sub>DC</sub>
3	Corriente de operación	33 mA nominal
4	Salida de control	20 – 24 V <sub>DC</sub> protegida contra cortocircuitos, en open collector cuando está ocupada..
	Ambiente	
5	Temperatura	0°C a 40°C
6	Humedad relativa	Menor al 95% sin condensación
7	Uso	Solo interior
	LED de indicación	
8	Rojo	Detección de movimiento por infrarrojo
9	Verde	Detección de movimiento por ultrasonido
	Construcción	
10	Plástico inyectado resistente a impactos	
	Funciones adaptivas	
11	Instalación	60 minutos
12	Aprendizaje	4 semanas para responder a condiciones de error, adaptación a corrientes de aire y optimización del tiempo.

Los sensores deben disponer de una memoria no volátil lo que permitirá que se guarden los ajustes y estos no se pierdan por cortes del suministro de energía.

Los sensores deben disponer de todos los elementos necesarios para su correcto montaje sobre cielorraso.

La cobertura de monitoreo de los sensores para su respectiva ubicación ha sido basada en los siguientes gráficos:

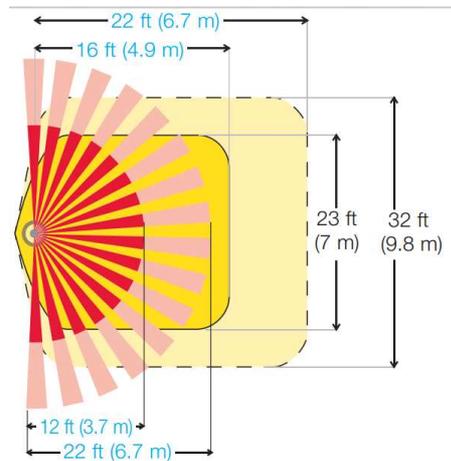


Figura 2-25 Rango real de cobertura de sensores de 500 pies cuadrados

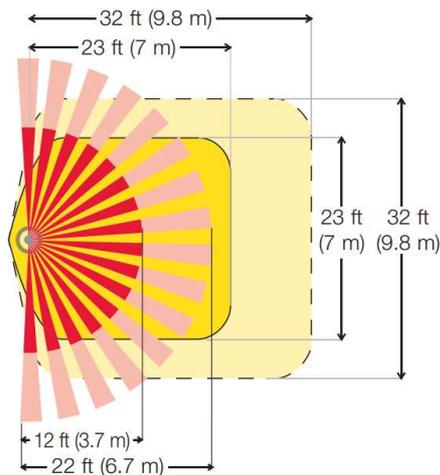


Figura 2-26 Rango real de cobertura de sensores de 1000 pies cuadrados

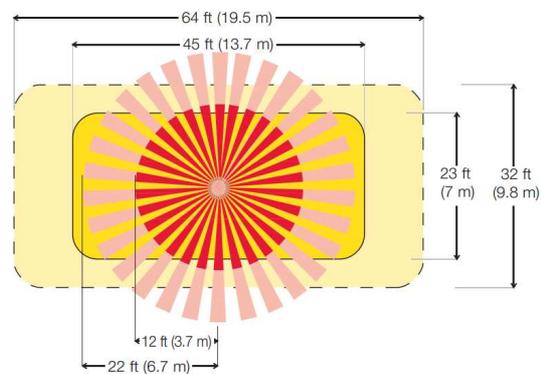


Figura 2-27 Rango real de cobertura de sensores de 2000 pies cuadrados



Figura 2-28 Gráfico de sensor de presencia

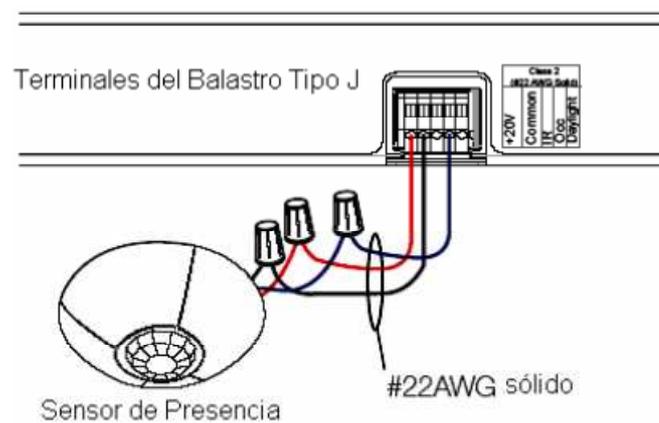


Figura 2-29 Gráfico de conexión de sensor de presencia

### 2.5.5.3. SENSOR DE NIVEL LUMINICO

El sensor de la luz del día se diseña para llevar a cabo la medición de la luz del día existente. Con la información de este sensor el sistema automáticamente disminuye el flujo luminoso de las luminarias cuando la luz del día disponible es alta y aumenta el flujo luminoso de las luminarias cuando la luz del día disponible es baja para mantener un nivel de iluminación específico, nivelando el espacio.

#### ESPECIFICACIONES DEL SENSOR DE NIVEL LUMÍNICO

Tiene una respuesta similar a la del ojo humano.

Fácil montaje en cualquier azulejo del techo o adorno, necesitando un agujero de diámetro 3/8 (10 mm).

Sensibilidad de la luz del día, factible de calibración a través del mando remoto.

Recibe señal IR y la transfiere a un balastro digital.

El receptor infrarrojo recibe la señal IR hasta 2.4 m (8 ft) cuando está montado en un techo a 3.3 m (10 ft).

Elaborado en material retardante al fuego.

Probado para resistir 15 KV de descarga electrostática sin daño.

Voltaje de operación: 15 – 35 VDC.

Señal Análoga: 0 – 500 uA.

Salida IR: 0 – 15 VDC.

Temperatura: 0 - 45°C (32 -113°F).

Humedad relativa: menor al 90% sin condensación.

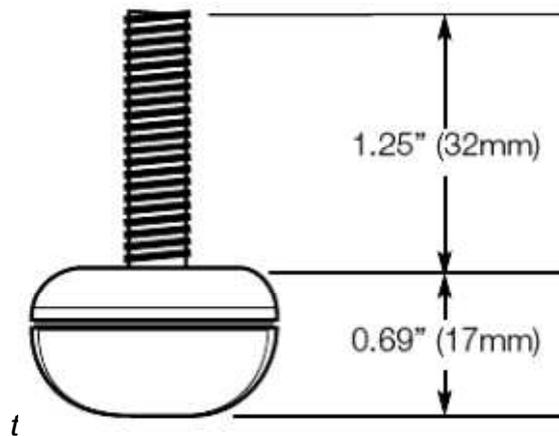


Figura 2-30 Gráfico del sensor de nivel lumínico

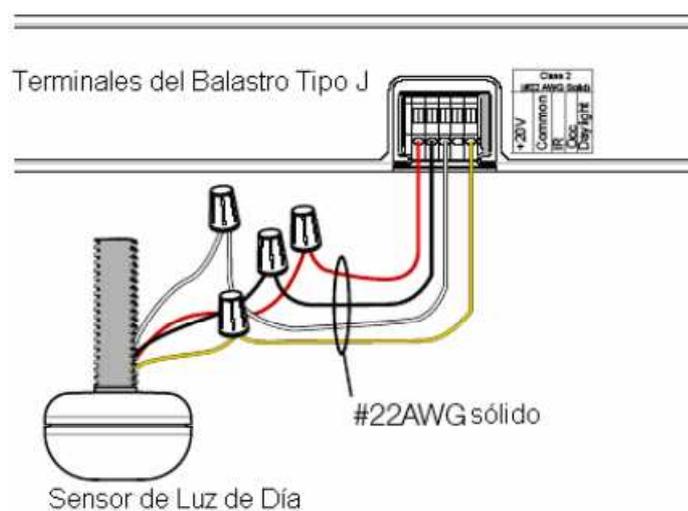


Figura 2-31 Gráfico de conexión sensor de nivel lumínico al balastro

#### 2.5.5.4. BOTONERAS DE CONTROL

Ya se ha mencionado en el diseño del sistema de control de iluminación el uso de dos tipos de botoneras distribuidas en todo el edificio.

- El primer tipo de botoneras corresponden a unidades de control de pared de 7 botones, estos equipos se instalarán en los extremos norte y sur de cada planta a partir del Piso 1 hasta el Piso 7. Actuarán como equipos maestros en donde la pulsación de cada uno de sus botones podrá recuperar el nivel de iluminación programado para configurar escenas o activarán zonas o grupos de zonas. Las dos botoneras maestras de un piso realizarán exactamente las mismas funciones, o sea, la pulsación de sus botones realizarán exactamente las mismas acciones sobre los niveles de iluminación en las luminarias.

Las funciones que en un principio se asignarán a cada botón se detallarán en la tabla presentada a continuación, sin embargo estas podrán ser modificadas si luego de un periodo de tiempo el propietario se ve la necesidad de hacerlo.

ITEM	BOTON	DESCRIPCION
1	BOTON 1	Encendido de todo el piso al 90%
2	BOTON 2	Encendido de pasillos y circulaciones al 90%
3	BOTON 3	Encendido de luminarias de detalle central
4	BOTON 4	Encendido de luminarias perimetrales
5	BOTON 5	Apagado de luminarias de detalle central
6	BOTON 6	Apagado de luminarias perimetrales
7	BOTON 7	Apagado de todo el piso, fluorescentes al 90%

- El segundo tipo de botoneras corresponden a unidades de control de pared de dos botones que además incluyen control de atenuación de rango completo. Este tipo de equipos se utilizan para el control del personal, es decir controlarán el encendido, apagado y la atenuación de un área

específica, por eso han sido ubicadas en oficinas, salas de lectura, salas de reuniones, salas de trabajo, salas de tv, en fin en todas las áreas cerradas.

Para la conexión de cada uno de estos dispositivos se debe prever la implementación de un bus de comunicación de bajo voltaje en cada piso. La topología de esta red no tiene una configuración predeterminada y la alimentación de energía va incluida en él por lo que resulta muy fácil de construir.

#### ESPECIFICACIONES DE LAS BOTONERAS DE CONTROL

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Certificación	IEC801.2, probado que resiste descarga de 15 kV sin sufrir daños ni pérdida de memoria
	Entrada de potencia	
2	Tipo de cableado	Bajo voltaje PELV (clase 2)
3	Voltaje de servicio	24 V <sub>DC</sub>
	Comunicación	
4	Tipo de cableado	Bajo voltaje PELV (clase 2) conecta a un dispositivo al bus de comunicación de este tipo de equipos
5	Capacidad	Hasta 100 dispositivos
	Terminales	
6	Hasta dos cables de 1 mm <sup>2</sup>	
	Ambiente	
7	Temperatura	0°C a 40°C
8	Humedad relativa	Menor al 90% sin condensación
9	Uso	Solo interior
	Entradas	
10	Tipo	Digitales, cierre de contacto seco
11	Cantidad	2
12	Protección	Contra cableado incorrecto de hasta 36 V <sub>DC</sub>

13	Tiempo de reconocimiento de estado	40 milisegundos
	Placa	
14	Espacios	7 o 2
15	Control de atenuación	No en las de 7 botones / Si en las de 2 botones

El montaje se lo debe realizar sobre un cajetín rectangular profundo dentro del cual se deberán realizar las conexiones o empalmes necesarios, según las figuras 2-32 y 2-33.

El cable de malla desnudo del cableado de la red del bus de comunicación no debe ser conectada a tierra o la unidad de control de pared, en el diagrama de conexión se indica la forma de proceder.

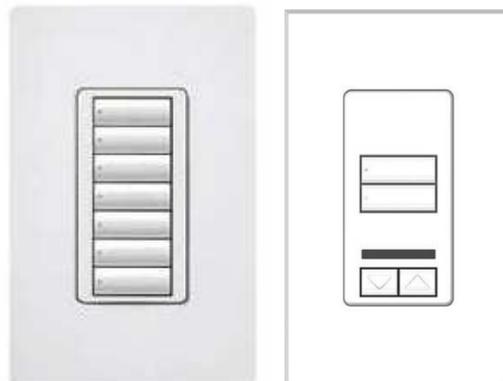


Figura 2-32 Gráfico de botoneras de 7 botones y dos botones con control de

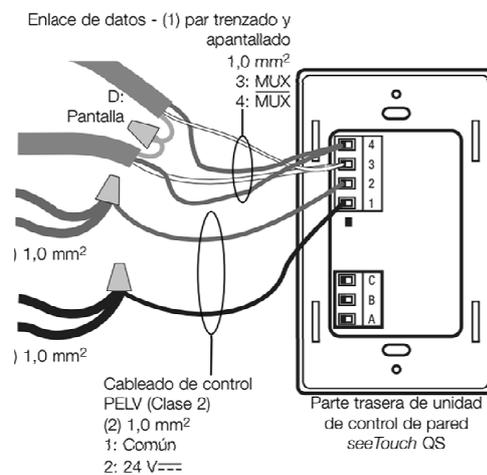


Figura 2-33 Gráfico de conexión de botoneras

### 2.5.5.5. PANELES DE CONMUTACION – CONTROL DE LUCES

Se ha previsto la provisión, instalación y programación de tableros de control de luces que deben incluir bloques de 16 y 8 zonas a controlar mediante relés de estado sólido mono polares de 16 Amperios de capacidad.

Los tableros de control de luces son parte integrante del sistema de control de iluminación. Dispondrán de los terminales y componentes necesarios para la conexión y comunicación con los paneles de procesadores.

Se ha previsto la instalación de estos tableros en las siguientes áreas:

ITEM	UBICACION	AREA A CONTROLAR	No. DE ZONAS
1	Subsuelo 3	Estacionamientos y bodegas de subsuelo 3	8
2	Subsuelo 2	Estacionamientos y bodegas de subsuelo 2	8
3	Subsuelo 1	Estacionamientos y bodegas de subsuelo 1, iluminación rampa vehicular, iluminación exterior, iluminación fachadas	16
4	Subsuelo 1	Auditorio	16
5	Planta Baja	Lobby, baños, salas de conferencia,	
6	Planta Baja	Cocina y Cafetería	8
7	Piso 1	Todo el Piso 1	16
8	Piso 2	Todo el Piso 2	16
9	Piso 3	Todo el Piso 3	16
10	Piso 4	Todo el Piso 4	16
11	Piso 5	Todo el Piso 5	16
12	Piso 6	Todo el Piso 6	16

13	Piso 7	Todo el Piso 7	16
14	Terraza	Todo la Terraza	8

El enlace de comunicación para estos elementos se conforma en base a una red dedicada construida con cable apantallado con dos cables calibre No. 18 AWG entorchados que irán de un panel a otro.

La programación debe combinar la definición de horarios con la detección de movimiento para el comando de los circuitos de iluminación para lo cual se han especificado sensores de presencia del sistema de control de nivel lumínico, con salida auxiliar de relé. Debe definir horarios de encendido permanente, de apagado permanente, de encendido dependiente de los detectores de movimiento con temporización regulable.

Los tableros de control de luces serán montados sobrepuestos, en los sitios indicados en los planos y que en la mayoría de casos corresponde al cuarto eléctrico en cada piso. Los retornos de los circuitos de iluminación de los halls y, en general, de las áreas controladas, debe llegar primero al tablero de control de luces, pasar por los relés de estado sólido y regresar al correspondiente tablero (centro de carga) en donde se encuentra el interruptor termo magnético que protege a dicho circuito.

#### ESPECIFICACIONES DE LOS PANELES DE CONMUTACION – CONTROL DE LUCES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Certificación	Listado UL Cumple ISO 9000
	Alimentación	

2	Voltaje	120 V <sub>AC</sub>
3	Frecuencia	60 Hz
	Protección contra rayos	
4	Cumple	ANSI / IEEE estadar 62.41.1980 Puede resistir sobre – voltajes de hasta a 6.000 V ~ y picos de corriente de hasta 3.000 A.
	Tipo de carga y capacidad	
5	Tungsteno a 120 V <sub>AC</sub>	16 A
6	Uso general AC 100 a 347 V <sub>AC</sub>	16 A
7	Lámpara de descarga	16 A
8	Resistiva 277 V <sub>AC</sub>	16 A
9	Inductiva 100 a 347 V <sub>AC</sub>	16 A
10	120 V <sub>AC</sub>	½ HP
11	220 a 277 V <sub>AC</sub>	1 HP
	Módulos de conmutación	
12	Capacidad de conmutación	16 A
13	Vida promedio	1000000 ciclos encendido / apagado
	Cableado	
14	Cableado interno de fábrica	
15	Comunicación	Bajo voltaje IEC PEV / NEC para conexión con otros paneles
	Diseño físico	
16	Contenedor	NEMA tipo 1
17	Grado de protección	IP 20
18	Material	Acero de 1.3 mm
	Ambiente	
19	Temperatura	0°C a 40°C
20	Humedad relativa	Menor al 90% sin condensación
21	Uso	Solo interior
	Montaje	
22	Tipo	Solo sobrepuesto

El montaje sobrepuesto es indispensable por cuanto el panel genera calor y su refrigeración es mediante la circulación del aire. No se debe bloquear por ningún motivo los respiraderos.

La alimentación de energía será ubicada en borneras de conexión internas claramente identificadas.



Figura 2-34 Gráfico de panel de conmutación – control de luces

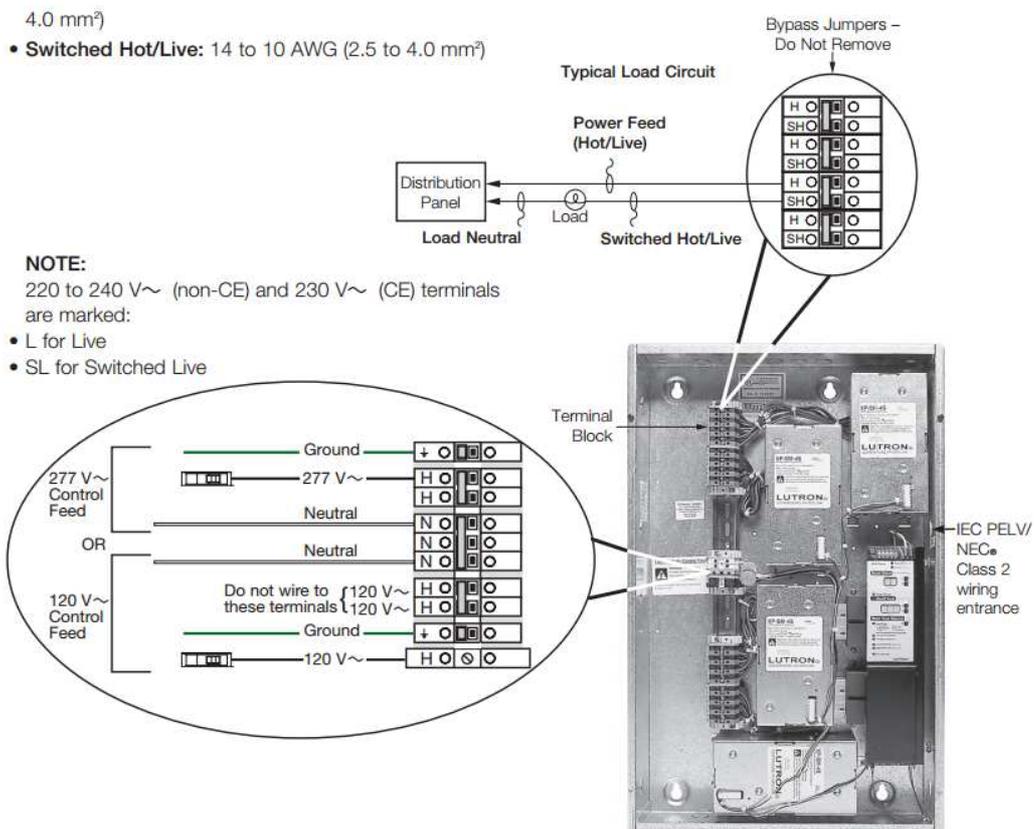


Figura 2-35 Gráfico de conexión de paneles de conmutación – control de luces

### 2.5.5.6. PANELES DE PROCESADORES

Estos paneles proporcionan un punto de conexión centralizado para los balastos, los paneles de conmutación y las unidades de control de pared,

El panel se encuentra conformado por los dispositivos que permite controlar, gestionar y supervisar la iluminación con los elementos del sistema hasta aquí descritos.

Este elemento del sistema posibilita la reconfiguración sencilla de un espacio sin necesidad de volver a cablearlo. Es escalable y los dispositivos internos pueden incrementarse hasta máximos según los requerimientos del diseño y de acuerdo a los siguientes valores:

- Acepta hasta 8 buses de comunicación de balastos.
- Cada bus puede aceptar hasta 64 balastos, 16 sensores de nivel lumínico y 32 sensores de presencia.
- Admite hasta dos procesadores del sistema de dos enlaces cada uno.
- Cada enlace del procesador puede configurar individualmente: fuente del bus de balastos, paneles de control y unidades de control de pared.

Los buses de comunicación de los balastos nacen en este equipo y permite conocer el estado del sistema y de manera individual el estado de cada uno de sus componentes, permitiéndole así diferenciar las actividades que debe realizar cada uno. El cableado de este bus es insensible a la polaridad y permite cualquier topología de conexión. La longitud del bus está limitada por el diámetro del cable usado y de detalla a continuación:

Calibre del Cable	Bus Longitud (max)
#12 AWG (2.05 mm)	671 m (2,200 ft)
#14 AWG (1.63 mm)	427 m (1,400 ft)
#16 AWG (1.29 mm)	275 m (900 ft)
#18 AWG (1.02 mm)	175 m (570 ft)

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PANELES DE PROCESADORES

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
	Alimentación	
1	Voltaje de entrada	120 V <sub>AC</sub>
	Salidas	
2	No. de bus de balastos	4 o 6
3	Voltaje de salida de bus de balastos	18 V <sub>DC</sub>
4	Corriente de salida de bus de balastos	250 mA
5	Cantidad de procesadores	1
6	No. de enlaces por procesador	2
7	Voltaje de salida por enlace	24 V <sub>DC</sub>
8	Corriente de salida por enlace	1 A
	Diseño físico	
9	Contenedor	NEMA tipo 1
10	Grado de protección	IP 20
11	Material	Acero de 1.3 mm
	Montaje	
12	Tipo	Solo sobrepuesto
	Ambiente	
13	Temperatura	0°C a 40°C
14	Humedad relativa	Menor al 90% sin condensación
15	Uso	Solo interior
	Comunicación	
16	Dispone de dispositivo no administrable de Ethernet de 5 puertos	

El montaje sobrepuesto es indispensable por cuanto el panel genera calor y su refrigeración es mediante la circulación del aire. No se debe bloquear por ningún motivo los respiraderos.

La alimentación de energía será recibida en borneras de conexión internas claramente identificadas.

Se debe construir una red de comunicación Ethernet dedicada al sistema de control de iluminación.

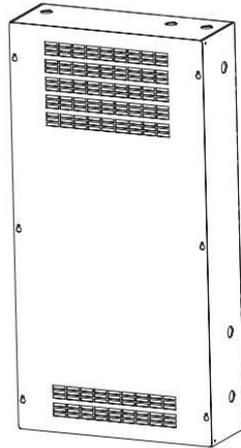


Figura 2-36 Gráfico de panel de procesadores

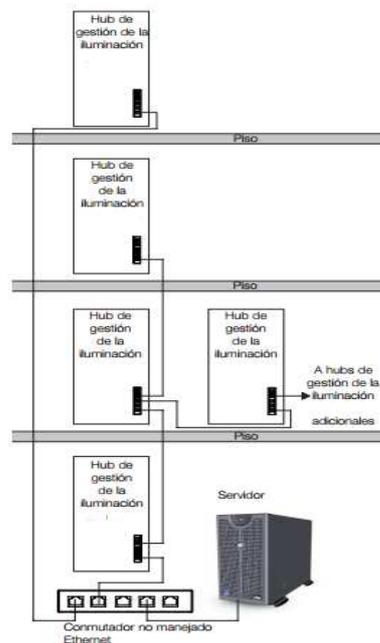


Figura 2-37 Gráfico de conexión de paneles de procesadores

### **2.5.5.7. PROGRAMA DE CONTROL, CONFIGURACION Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA**

Este programa es la base del sistema inteligente ya que se ajusta al sistema para cumplir con las necesidades que la aplicación requiere, todo esto lo realiza cumpliendo las instrucciones que el usuario suministró, las principales instrucciones a cumplir son: definir el nivel de iluminación, ajuste de sensores, organizar grupos de balastos y ajustar los estados en cada balasto.

Facilita la reprogramación de grupos de balastos puesto que no requiere una reestructuración del cableado para modificar su funcionamiento.

#### **Control de Iluminación:**

Control individual del nivel lumínico de una luminaria a través de su balasto desde el 100% al 1% de su intensidad.

#### **Programación de Dispositivos:**

Sensor de Luz del Día: Se le programa el nivel mínimo de la luz de día que recibe la zona, para de ésta manera controlar el nivel de iluminación entregado por las lámparas controladas por éste sensor.

Sensor de Ocupación: Programa la duración del tiempo de encendido para determinar el nivel lumínico cuando el área está ocupada o desocupada.

Botoneras: Programa los niveles lumínicos de la escena para cada uno de los botones de las botoneras

#### **Agrupación:**

Programa la botonera, el sensor de luz del día y el sensor de ocupación determinando los balastos sobre los cuales actuara.

#### **Balastos.**

Diagnóstico: Recoge la información necesaria de cada balasto.

Configuración: Programa los niveles máximo y mínimo, horario de funcionamiento, condiciones de funcionamiento o emergencia para cada balasto o todos los balastos en el sistema.

Reemplazo: Reemplaza cualquier balasto sin reprogramación. Puede instalar un nuevo balastro con la programación del anterior.

Direccionamiento: Entrega automáticamente las direcciones digitales a cada uno de los balastos que intervienen en el sistema.

## ESPECIFICACIONES DEL PROGRAMA DE CONTROL, CONFIGURACION Y ADMINISTRACION DEL SISTEMA

Ningún límite en la cantidad de balastos que puede programar.

Protección de la integridad del sistema mediante contraseñas.

Cambia la programación para todos los sensores y tipos de balastos sin intervención física sobre los mismos.

Interfaz de usuario simple pues permite la programación sin guía o entrenamiento.

Elección de artículos mediante la selección de iconos en pantalla.

## **CAPITULO 3.**

### **ELABORACION DE UNA GUIA DE PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE UNA CERTIFICACION LEED**

En el presente capítulo se desarrolla el procedimiento a seguir para obtener la certificación LEED; para esto primeramente se presenta la clasificación de los Edificios Sostenibles LEED, los requerimientos mínimos y se presenta para cada caso un lista de verificación.

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

La certificación LEED mide el cumplimiento de las más altas medidas eficientes de las construcciones tomando en cuenta aspectos importantes como son: el ahorro de energía, eficiencia del uso del agua, calidad ambiental de interiores, reducción de la emisión de CO<sub>2</sub>, la administración de recursos, entre otros; dependiendo del tipo de construcción.

Existen diferentes razones por las que es importante obtener esta certificación, un par de ellas son: los diferentes sistemas de construcción de alto rendimiento pueden ahorrar costos significativos; y una razón más importante aún, es el compromiso con el medio ambiente, además de la salud y productividad de los ocupantes.

Las estrategias de construcción sostenible se deben considerar desde el inicio del proyecto, involucrando a todas las principales partes interesadas en el edificio, tales como: Propietario o promotor, arquitecto, las diferentes ingenierías (mecánica, eléctrica, electrónica, estructural, etc.), paisajistas, consultores, contratistas, equipamiento, gestores de activos y de patrimonio de la propiedad, y un asesor en sostenibilidad.

La definición de un Edificio Sostenible se basa en tecnología existente y probada, evaluando la eficiencia medioambiental a partir de la perspectiva de la construcción basándose en el ciclo de vida de los edificios; proporciona así una pauta para definir lo que establece un edificio sostenible en diseño, construcción y operación.

La concesión de puntos para la obtención de la Certificación se basa en los potenciales modelos medioambientales y beneficios humanos con respecto a un grupo de categorías de modelación. Los impactos se definen como el efecto medioambiental o humano de diseño, construcción, operación y mantenimiento de un edificio. Para la cuantificación de cada tipo de impacto se utiliza una combinación de metodologías, entre ellas la modelización energética, la valoración del ciclo de vida y el análisis del transporte.

### 3.2. PASOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN LEED

A continuación se presenta los diferentes pasos a seguir cuando se está en búsqueda de la certificación, tomando como base lo sugerido por SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL<sup>3</sup>



Figura 3-1 Pasos en búsqueda de la certificación LEED

Consiste en definir el tipo de construcción que se tiene, además de identificar el grupo dentro de la clasificación de Edificios Sostenibles LEED al que pertenece, y realizar una revisión del cuadro de tanteo que se aplica al proyecto, para así anotar el total de los posibles puntos a obtener. Un proyecto es candidato viable si cumple todos los prerequisites y pueden alcanzar el número mínimo de puntos necesarios para obtener el nivel certificado.

<sup>3</sup> SPAIN GREEN BUILDING COUNCIL: Asociación sin fines de lucro, que trabaja para promover que las diferentes ciudades y edificios sean medioambientalmente responsables, rentables y saludables para las personas que viven o trabajan en ellos.

A continuación se detalla la clasificación de los diferentes edificios LEED.

### 3.3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS SOSTENIBLES LEED

Cualquier edificio comercial o de oficinas, tal y como se definen los códigos estándar de construcción son elegibles para la certificación, pero los requerimientos varían dependiendo si es una nueva construcción, para un edificio ya construido, para comercio minorista, para escuelas, etc.



Figura 3-2 Clasificación de Edificios Sostenibles LEED

LEED-NC es para cuando se habla de una nueva construcción y grandes remodelaciones, LEED-EB para Edificios Existentes los cuales requieren operación y mantenimiento, LEED-CI para Interiores Comerciales que pueden requerir remodelación, LEED-CS para Núcleo y Envoltorio el cual cubre los elementos base de un edificio esto quiere decir la estructura, fachada y cubiertas, al igual que las instalaciones a nivel de todo el edificio; LEED-H para viviendas individuales y LEED-ND para desarrollo de Urbanizaciones.

### 3.4. REQUISITOS MÍNIMOS DEL PROGRAMA

Son las características mínimas que debe poseer un edificio para poder obtener la certificación LEED. Existen diferentes requisitos para cada categoría de edificios definida por los sistemas de clasificación LEED, con el fin de evaluar dichos edificios. El objetivo principal de este apartado es proporcionar una guía de los requerimientos mínimos para cada categoría medioambiental, encaminada para las entidades interesadas en conseguir la certificación.

A continuación se presenta una breve explicación de cada categoría dentro de la clasificación de edificios LEED; además para LEED-NC se detalla todos los pre-

requisitos y requisitos de cada categoría medioambiental, ya que el detalle del resto de categorías no se encuentran dentro del alcance de este proyecto.

## LEED-NC

Este apartado es para Edificios de Nueva Planta y para grandes remodelaciones, creado específicamente para guiar y diferenciar a los edificios de oficinas e institucionales de alta eficiencia, enfocado principalmente a los edificios de oficinas. Aunque en la práctica se ha aplicado en Escuelas, Colegios, Universidades, Edificios Industriales, Laboratorios, Centros Comerciales, Bibliotecas, etc.

### 3.4.1. PARCELAS SOSTENIBLES (PS)

- Pre-requisito PS1 – Prevención de la Contaminación en las Actividades de Construcción

Su propósito es reducir la contaminación generada por las diferentes actividades de construcción, controlando la erosión del terreno, la sedimentación en las vías de agua y la generación de polvo.

Como requisito se tiene la creación e implementación de un Plan de Control de Erosión y Sedimentación para cada actividad de la construcción asociada con el proyecto. El Plan debe adecuarse al Plan del CCVE<sup>4</sup> o a las normas locales de control de erosión y sedimentación, en nuestro país se tiene al EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

El plan debe describir medidas que cumplan con los siguientes objetivos: prevenir la pérdida de suelo durante la construcción, incluyendo la protección de la tierra vegetal, prevenir la sedimentación en el alcantarillado y prevenir la contaminación del aire con polvo.

---

<sup>4</sup> CCVE: Consejo de Construcción Verde de España. Plan basado en el Construction General Permit 2003 de EPA

Se recomienda crear el Plan durante la fase de redacción del proyecto, y de este modo considerar varias estrategias como la siembra temporal y/o permanente, depósitos y estanques de sedimentación, entre otras cosas.

- Crédito PS 1 – Selección de la Parcela – Valor: 1 Punto

Su objetivo es evitar la creación de parcelas inadecuadas y reducir el impacto medioambiental debido a la localización de un edificio.

Se recomienda durante el proceso de selección de la parcela, dar preferencia a aquellas que no se encuentran dentro de terrenos restrictivos; diseñar el edificio para minimizar la perturbación de la parcela, debido a que se requiere menor cantidad de material, mano de obra, espacio, etc.

- Crédito PS 2 – Densidad del Desarrollo y Conectividad de la Comunidad – Valor: 1 Punto

Su objetivo es canalizar el desarrollo hacia áreas con infraestructura existente, para así proteger terrenos cultivables, hábitat y recursos naturales.

Densidad del Desarrollo, se refiere principalmente a la construcción o renovación de edificios en áreas previamente desarrolladas, y en una comunidad con una densidad mínima de  $1.377 \text{ m}^2/\text{m}^2$  neto<sup>5</sup>.

Conectividad de la Comunidad, se refiere a la construcción o renovación de un edificio que debe estar localizado en una parcela previamente desarrollada, además de considerar dentro de un radio de 800 metros una zona residencial o un barrio con una densidad media de 25 unidades por hectárea, conjuntamente con al menos 10 servicios

---

<sup>5</sup> El cálculo de la densidad debe incluir el área del edificio que se va a construir y debe basarse en un desarrollo de tipos de viviendas PB+1 en el centro de ciudades.

básicos<sup>6</sup>, y con accesos peatonal entre el edificio y los servicios básicos.

Se recomienda que en el proceso de selección de la parcela se prefiera parcelas urbanas con accesos peatonales a los servicios básicos.

- Crédito PS 3 – Redesarrollo de suelos Industriales Contaminados – Valor: 1 Punto

Su propósito es rehabilitar parcelas dañadas donde el desarrollo es complicado por contaminación medioambiental, a cambio de dejar libres parcelas no desarrolladas, tierras de cultivo de primera calidad, parques naturales, entre otros.

Se recomienda que durante el proceso de selección de la parcela, se dé preferencia a lugares industriales contaminados, y se proceda a crear planes de desarrollo de la parcela con actividades de remediación, según se requiera.

- Crédito PS 4.1 – Transporte Alternativo: Acceso al Transporte Público – Valor: 6 Puntos

Su objetivo principal es reducir la contaminación y el impacto del desarrollo del terreno debido al uso de automóviles, esto se puede conseguir localizando el edificio cerca de una Estación Ferrocarril o una parada de autobuses.

- Crédito PS 4.2 – Transporte Alternativo: Almacén de Bicicletas y vestuarios – Valor: 1 Puntos

Disminuir la contaminación y el impacto en el terreno debido al uso de automóviles por parte de los habitantes del edificio. En el caso de proyectos comerciales o institucionales se debe proporcionar aparca-bicicletas seguros y/o guarda-bicicletas, además de proporcionar

---

<sup>6</sup> Ejemplos de Servicios Básicos: Banco, Lavandería, Colegio, Lugar de Culto, Biblioteca, Supermercado, Alimentación, Centro Médico y Odontológico, Guardería, Centro de Mayores, Aparcamiento, Gimnasio, Parque de Bomberos, Farmacia, Oficina de Correos, Ferretería, Restaurante, entre otros

duchas y vestuarios en el edificio; en el caso de proyectos residenciales debe ofrecer el servicio de guarda-bicicletas cubierto con seguridad para el 15% o más de los ocupantes del edificio.

- Crédito PS 4.3 – Transporte Alternativo: Vehículos de Baja Emisión y Combustible Eficiente – Valor: 3 Puntos  
Proveer aparcamiento preferente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente para el 5% de la capacidad total de aparcamiento para vehículos de la parcela o entregar un descuento en la tarifa de aparcamiento.
  
- Crédito PS 4.4 – Transporte Alternativo: Capacidad de aparcamiento – Valor: 2 Puntos  
Reducir el impacto en el terreno debido al uso de vehículos con un solo ocupante.  
Cuando se trata de proyectos no residenciales se debe dimensionar la capacidad de estacionamiento para cumplir sin exceder los requisitos mínimos para la zona.  
Cuando se trata de proyectos Residenciales el tamaño del aparcamiento debe cumplir pero no exceder los requisitos mínimos de la zona, además de proporcionar infraestructura y programas de apoyo para facilitar el uso de vehículos compartidos.
  
- Crédito PS 5.1 – Desarrollo de la Parcela: Proteger o Restaurar el Hábitat – Valor: 1 Punto  
Se debe conservarse las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para promover la biodiversidad.
  
- Crédito PS 5.2 – Desarrollo de la Parcela: Maximizar el Espacio Abierto – Valor: 1 Punto

Para promover la biodiversidad entregando una buena cantidad de espacio abierto en relación a la huella del desarrollo<sup>7</sup>; se puede conseguir esto de diferentes maneras: reduciendo la huella del desarrollo y/o proporcionando espacio abierto ajardinado dentro de los límites del proyecto; cuando se trata de parcelas para campus de universidades, bases militares, etc., se debe disponer de un área adyacente de espacio abierto ajardinado que sea igual a la huella del edificio.

- Crédito PS 6.1 – Diseño de Escorrentías<sup>8</sup>: Control de Calidad – Valor: 1 Punto

El objetivo es limitar la perturbación de los cursos naturales del agua, reduciendo la cubierta impermeable, la contaminación procedente del flujo de escorrentía y eliminando los contaminantes; para esto se debe implementar un plan de gestión de escorrentías dependiendo la impermeabilidad de las parcelas que se tengan, incluyendo la protección de los canales receptores de las corrientes y estrategias de control del volumen.

- Crédito PS 6.2 – Diseño de Escorrentías: Control de Calidad – Valor: 1 Punto

Objeto principal gestionar el exceso de escorrentía, implementando un plan que reduzca la cubierta impermeable y trate el exceso de escorrentía, puede promoverse el uso de superficies alternativas como cubiertas vegetales, pavimento permeable, jardines de lluvia, cunetas dren antes vegetales, etc., para reducir la impermeabilidad y promover la infiltración reduciendo así las cargas contaminantes.

- Crédito PS 7.1 – Efecto Isla de Calor<sup>9</sup>: No-Tejado – Valor: 1 Punto

---

<sup>7</sup> Huella del desarrollo: área total de la huella del edificio, elementos duros de la jardinería, calles de acceso y aparcamiento.

<sup>8</sup> Escorrentía: hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje.

<sup>9</sup> Isla de Calor: es una situación urbana donde existe diferencias de gradiente térmico entre áreas desarrolladas y no desarrolladas, debido a la acumulación de calor por la inmensa mole de hormigón, y demás materiales absorbentes de calor.

Propósito reducir el efecto isla de calor, empleando diferentes estrategias, materiales y técnicas de jardinería que reduzcan la absorción del calor de materiales exteriores. Proporcionando sombra, considerando nuevos recubrimientos y colorantes para el asfalto con el fin de manejar colores claros en lugar de negro. Manejar paneles fotovoltaicos los cuales permiten la transformación de energía luminosa en energía eléctrica, además de dar sombra a superficies impermeables.

- Crédito PS 7.2 – Efecto Isla de Calor: Tejado – Valor: 1 Punto

Se debe utilizar para la cubierta de los edificios, materiales con índice de reflectancia solar que depende del tipo de cubierta y la pendiente de la misma. También se puede instalar cubiertas vegetadas, las cuales deben cubrir al menos el 50% del área del tejado. O instalar tejados de alto-albedo<sup>10</sup> y vegetados para reducir la absorción de calor.

- Crédito PS 8 – Reducción de la Contaminación Lumínica – Valor: 1 Punto

La obtención de este crédito resulta de maximizar la visibilidad del cielo nocturno que puede lograrse con la disminución de deslumbramiento, y con la reducción del resplandor del cielo. Adicionalmente se debe reducir el impacto del desarrollo al entorno nocturno.

Se debe cumplir con uno de las dos opciones para el tema de iluminación interior y con el requisito de iluminación exterior

Para la iluminación interior existen dos opciones para cumplir con el propósito. La Opción 1 consiste en disminuir la potencia de alimentación de las luminarias, (que no sean luminarias de emergencia), que tengan línea de vista directa hacia cualquier abertura transparente en la fachada de al menos el 50% entre las 23h00 y las

---

<sup>10</sup> Albedo: es el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma.

05h00. Esta disminución debe ser realizada de manera automática y se puede restituir la alimentación mediante el uso de sensores de presencia o de algún dispositivo manual.

La Opción 2 constituye la instalación de persianas controladas automáticamente que cubran todas las aberturas transparentes desde la fachada que estén en línea con luminarias interiores, no de emergencia. La transmisión resultante debe ser menor al 10% entre las 23h00 y las 05h00.

En cuanto a la iluminación exterior se deben iluminar las áreas solamente en función de la seguridad y el confort. La densidad luminosa no debe exceder el estándar ANSI/ASHARE/IESNA 90.1-2007 para la zona clasificada y debe cumplir con los requisitos de control de iluminación exterior del mismo estándar.

El edificio debe clasificarse en una de las siguientes zonas y seguir todos los requisitos para la que le corresponda, como define IESNA RP-33:

LZ1: Oscuro (áreas desarrolladas en parques nacionales, bosques y medios rurales).

LZ2: Bajo (zonas rurales, distritos de negocios en un barrio, áreas industriales pequeñas con uso limitado de luz nocturna y áreas residenciales de uso mixto)

LZ3: Medio (las demás áreas no incluidas en LZ1, LZ2, como comerciales / industriales y residencias de alta densidad)

LZ4: Alto (distritos comerciales de alta actividad de las principales áreas metropolitanas).

Lo que se busca con este crédito es adoptar criterios de iluminación que permitan mantener la seguridad en el edificio mientras se evita la iluminación exterior y la contaminación lumínica del cielo nocturno. Minimizar la iluminación del edificio en donde sea posible y hacer un

modelo de iluminación utilizando un modelo informático. Entre las tecnologías a utilizarse para la reducción de la contaminación lumínica se incluyen superficies de baja reflectancia y focos de bajo ángulo.

### 3.4.2. EFICIENCIA EN AGUA (EA)

- Prerrequisito EA1 – Reducción del Consumo de Agua – Requerido

El objetivo es reducir la carga del suministro municipal de agua y de los sistemas de aguas residuales. Empleando estrategias que busquen disminuir un 20% la utilización de agua en la línea base de consumo de agua calculada para el edificio, excluyendo la parte de riego.

- Crédito EA1 – Jardinería Eficiente en Agua – Valor: 2-4 Puntos

Eliminar el uso de agua potable u otros recursos hídricos naturales en la parcela o cerca de ella, para riego de jardines. Se puede utilizar agua de lluvia recogida, aguas residuales recicladas, agua tratada, etc.

Se debe realizar un análisis de suelo/clima para determinar qué plantas son las apropiadas, y tomar en cuenta para el diseño de la jardinería, plantas autóctonas o adaptadas para reducir la necesidad de riego.

- Crédito EA2 – Tecnología Innovadoras en Aguas Residuales – Valor: 2 Puntos

El propósito principal es reducir la generación de aguas residuales y disminuir la demanda de agua potable para transportar las mismas, esto se puede lograr mediante el uso de aparatos conservadores de agua o lluvia recogida, aguas grises recicladas o aguas residuales tratadas.

- Crédito EA3 – Reducción del Uso de Agua – Valor: 2-4 Puntos

Su objeto es disminuir la carga del suministro municipal de agua, los puntos entregados dependen del porcentaje de reducción.

Se debe realizar un cálculo en base al consumo de agua de los ocupantes, incluyendo sanitarios, aparatos de fontanería y accesorios.

Al momento de equipar el edificio se puede utilizar sanitarios, aparatos de fontanería y accesorios que posean certificaciones.

### 3.4.3. ENERGÍA Y ATMOSFERA (EYA)

- Prerrequisito EYA 1 – Recepción Fundamental de los Sistemas de Energía del Edificio - Requerido

Este apartado tiene como finalidad realizar la verificación de los sistemas instalados relacionados con la energía, la verificación se realiza tanto en la parte de la instalación, calibración y eficiencia.

Además de incluir el consumo reducido de energía, menores costos de operación, mejor documentación del edificio, y disminuir las llamadas al contratista para cumplir con el periodo de garantía.

Se debe cumplir con algunos requisitos, entre ellos están:

1. Designación de una persona que cumpla con la labor de Autoridad de Recepción quien debe dirigir, revisar y supervisar la finalización de las actividades.

La persona designada como Autoridad de Recepción debe cumplir con un perfil mínimo, entre lo que se destacan:

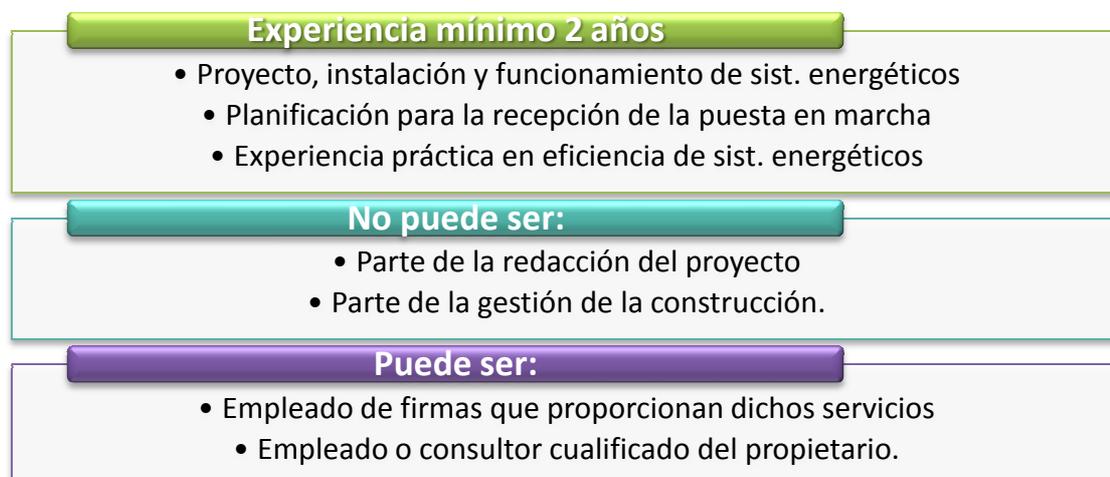


Figura 3-3 Perfil de una Autoridad de Recepción

El deber de una Autoridad de Recepción debe incluir informar de resultados, realizar averiguaciones y recomendaciones al propietario.

Para proyectos menores de 4500 la Autoridad de Recepción puede incluir personas calificadas en el equipamiento del proyecto o construcción pero es indispensable tener experiencia.

2. Revisar los requisitos del Proyecto, documentado por el propietario y las bases de diseño desarrolladas por el equipo de diseño, con el fin de que sean claros y completos.
3. Incorporar los requisitos de la recepción en los documentos de Construcción.
4. Desarrollar e implementar un plan de recepción.
5. Verificación de la instalación y la eficiencia de los sistemas.
6. Informe resumen de recepción.

A los sistemas que como mínimo se les debe completar el Sistema de Recepción son:



Figura 3-4 Sistemas que se debe realizar la recepción

Entre las recomendaciones principales se tienen:

1. Contratar una autoridad de recepción en el proceso de diseño lo más pronto posible.
2. Realizar un documento con los requisitos del proyecto.
3. Desarrollar y mantener un plan de recepción para usarlo en el diseño y en la construcción.
4. Incorporar los requisitos de recepción a los documentos de ofertas.

5. Realizar la recepción y verificación de la eficiencia de los sistemas que consumen energía antes de ser ocupados.

- Prerrequisito EYA 2 – Mínima eficiencia Energética - Requerido

El objetivo es definir un nivel mínimo de eficiencia energética para los diferentes sistemas y el edificio. Para cumplir este pre-requisito se sugieren tres opciones:

1. Simulación energética

Este procedimiento entrega una mejora del 10% en el índice de eficiencia cuando se trata de edificios nuevos y un 5% para grandes remodelaciones.

El índice de eficiencia se debe realizar de acuerdo con la guía indicada en el apéndice G de la Norma ANSI 90.1-2007.

Para realizar el cálculo se debe tomar en cuenta las siguientes provisiones.



Figura 3-5 Provisiones para el cálculo del índice de eficiencia energética

### Iluminación

En cuanto al sistema de iluminación el Control de la misma es la mejor manera de asegurar un bajo consumo de energía, además de entregar confort lumínico a los usuarios o habitantes de los diferentes edificios.

Por ejemplo un tubo fluorescente T-8 con balasto electrónico entrega la misma cantidad de luz pero consumiendo  $\frac{2}{3}$  de energía, además que las fuentes fluorescentes compactas por sí mismas llegan a niveles de eficiencia mayores que las luminarias incandescentes.

El uso de un balasto electrónico de alta frecuencia aumenta la eficiencia del sistema de iluminación en un 15% a 20% con respecto a un balasto magnético.



Figura 3-6 Balasto electrónico

Sus ventajas son:

- El nivel de confort lumínico aumenta y el cansancio visual disminuye, ya que son más silenciosos y disminuye el parpadeo.
- Control dimerizable (capacidad de intensidad lumínica), capaces de ajustar niveles de iluminación.
- Entre otras.

El estándar sugiere el uso de luminarias eficientes mediante la asignación de potencias máximas admisibles, tanto para interiores como para exteriores, y se lo debe realizar por separado, ya que una no puede compensar a la otra.

Se cumplirá con el estándar, si su potencia instalada en iluminación es menor a la permitida por el estándar independientemente del tipo de sistema que se proponga en el diseño.

Estén tres opciones de cumplimientos:

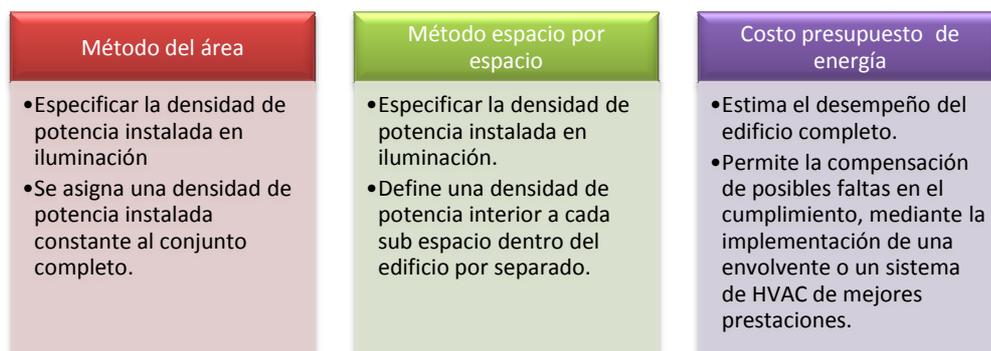


Figura 3-7 Rutas de cumplimiento

### Método de cuantificación del desempeño energético

El propósito del presente método es establecer una línea base para el consumo total de energía del edificio y poder calcular el porcentaje de mejora que presenta algún diseño propuesto por sobre dicha línea base. Los aspectos que se toman en cuenta son: Orientación, Ventilación Natural, iluminación natural, selección de sistemas de climatización, entre otros.

Para realizar esta cuantificación se debe utilizar un programa computacional para calcular los consumos anuales de operación de los dos modelos del edificio, de la línea base y del propuesto. El modelo de la línea base cumple con todos los requerimientos prescriptivos y obligatorios del estándar.

Es importante señalar que para realizar esta cuantificación se debe realizar ambas simulaciones utilizando el mismo software, la misma base de datos climática y tarifa energética, además de manejar la misma programación horaria de uso.

Una vez realizada las simulaciones, el porcentaje de mejora se calcula con la siguiente fórmula:

---

El software de simulación debe cumplir varios requerimientos que se detallan a continuación:

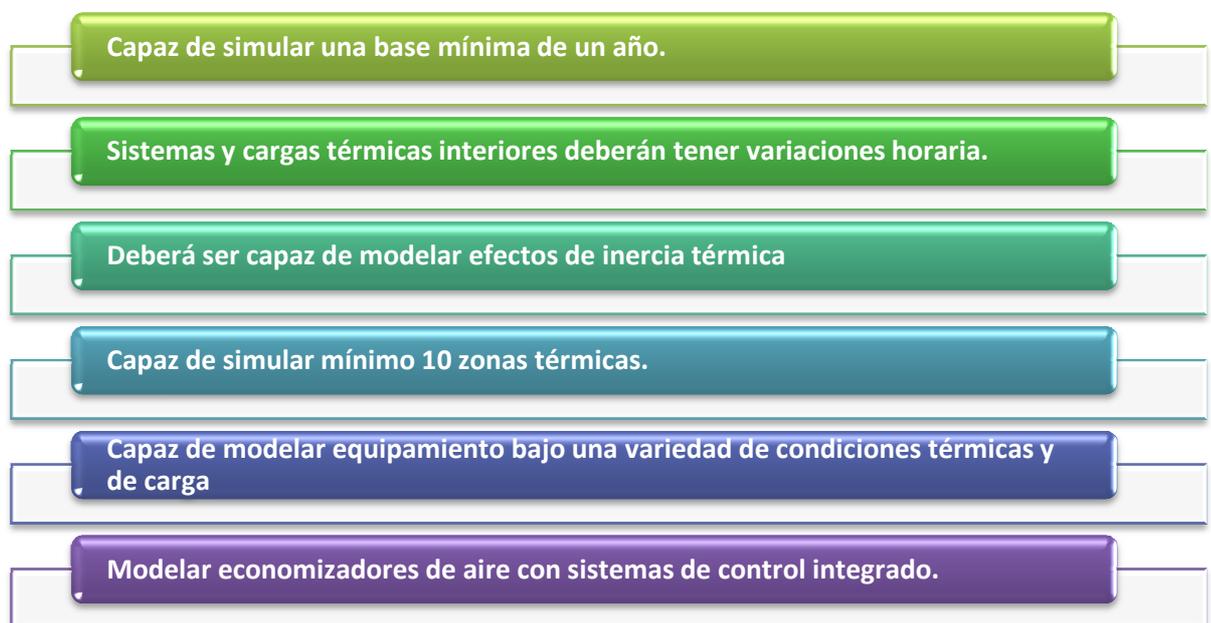


Figura 0-8 Requerimientos del software de simulación

#### 3.4.4. Seguir la guía avanzada para el Diseño Energético de ASHRAE<sup>11</sup>

El equipo de proyectos debe cumplir los criterios que se aplican a cada tipo de edificación, como se establece en la Guía Avanzada de Diseño Energético, por ejemplo para edificios menores de 1800  $m^2$ , los cuales son ocupados por oficinas, debe seguir la guía avanzada para pequeños edificios de oficinas 2004; para edificaciones menores de 1800  $m^2$  y ocupados por comercios al por menor, debe seguir la guía para pequeños

---

<sup>11</sup> American Society of Heating, Refrigerating and air conditioning Engineers

edificios comerciales 2006; en el caso de áreas menores de 4600 m<sup>2</sup> ocupados por almacenes o mini-almacenes, debe manejar la guía para pequeños almacenes y edificios de mini-almacenes.

#### 3.4.5. Seguir la guía avanzada para la eficiencia de Fachadas del Edificio.

- Prerrequisito EYA 3 – Gestión de los refrigerantes Principales - Requerido

Su objetivo principal es reducir la emisión de gases que afectan la capa de ozono; en las edificaciones que ya poseen un sistema de HVAC se debe reutilizar pero para esto primeramente se debe realizar un inventario de los equipos que usan refrigerantes con Clorofluorocarburos<sup>12</sup> o CFC, una vez realizado el listado se debe proponer un esquema para sustituir estos refrigerantes; en el caso de edificios nuevos, el sistema de HVAC no debe usar refrigerantes con CFC.

- Crédito EYA 1 – Optimización de la eficiencia Energética – Valor: 1-19 Puntos

Una vez cumplido el prerrequisito se puede obtener puntos adicionales al conseguir un incremento en los niveles de eficiencia energética.

Se debe seleccionar una de las tres opciones de cumplimiento ya mencionadas. En el caso de la primera opción, que trata sobre la simulación energética del Edificio completo, se puede llegar a obtener hasta 19 puntos.

A continuación se muestra la tabla en la que se detalla el porcentaje mínimo de ahorro en costos de energía para cada umbral de puntos:

EDIFICIOS NUEVOS	RENOVACIONES	
	EDIF EXISTENTES	PUNTOS
12%	8%	1
14%	10%	2
16%	12%	3

<sup>12</sup> Clorofluorocarburos: derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente. Son una familia de gases que se emplean en diferentes aplicaciones, una de ellas es la industria de la refrigeración.

<b>18%</b>	14%	4
<b>20%</b>	16%	5
<b>22%</b>	18%	6
<b>24%</b>	20%	7
<b>26%</b>	22%	8
<b>28%</b>	24%	9
<b>30%</b>	26%	10
<b>32%</b>	28%	11
<b>34%</b>	30%	12
<b>36%</b>	32%	13
<b>38%</b>	34%	14
<b>40%</b>	36%	15
<b>42%</b>	38%	16
<b>44%</b>	40%	17
<b>46%</b>	42%	18
<b>48%</b>	44%	19

Tabla 3-1 Asignación de puntos en base al porcentaje de ahorro de energía

Con la guía avanzada para el diseño energético de ASHRAE solo se puede obtener hasta 1 Punto, mientras que con la guía para la eficiencia del Núcleo de Edificios, se puede llegar a reunir hasta 3 puntos.

- Crédito EYA 2 – Energía Renovable en el sitio – Valor: 1-7 Puntos

El objetivo es compensar el costo energético del edificio usando sistemas de energía renovables; un ejemplo claro de esto es el uso de paneles fotovoltaicos mencionados en capítulos anteriores.

Los puntos a obtener dependen del cálculo de la eficiencia del proyecto expresando la energía producida por él o los sistemas renovables como un porcentaje de los costos anuales de energía.

<b>PORCENTAJE DE ENERGÍA</b>	<b>DE</b>	<b>PUNTOS</b>
--------------------------------------	-----------	---------------

---

**RENOVABLE**

1%	1
3%	2
5%	3
7%	4
9%	5
11%	6
13%	7

Tabla 3-2 Puntos a obtener en base a porcentaje de energía renovable

- Crédito EYA 3 – Recepción Mejorada – Valor: 2 Puntos

Disponer de un contrato en sitio para realizar la recepción, pero con actividades adicionales que las antes mencionadas en el prerrequisito EYA 1; para obtener este crédito la autoridad de recepción también puede ser contratada por las firmas de proyecto o las firmas de gestión de la construcción que no mantengan contratos de construcción con la propiedad.

- Crédito EYA 4 – Gestión mejorada de los refrigerantes – Valor: 2 Puntos

Su propósito es reducir la emisión de gases que colaboran al calentamiento global y afectan a la capa de ozono; en los sistemas HVAC se tienen dos opciones, no usar refrigerantes o usar sistemas o refrigerantes que minimicen o eliminen la emisión de componentes que afecten a la capa de ozono.

- Crédito EYA 5 – Medición y verificación – Valor: 3 Puntos

Crea un plan de medición y verificación para determinar la eficiencia energética del edificio. Esto se puede realizar mediante simulaciones energéticas o análisis de ingeniería.

- Crédito EYA 6 – Energía Verde – Valor: 2 Puntos

Utilizar energía renovable con fuente en la red eléctrica para evitar contaminación en la red. Se obtiene este puntaje proporcionando al menos el 35% de la electricidad del edificio con ayuda de estas fuentes renovables.

### 3.5. MATERIALES Y RECURSOS (MR)

- Prerrequisito MR 1 – Almacenamiento y Recogida de Reciclables – Requerido

Crear áreas fáciles de acceder y adecuados que se dedique a reciclar, incluyendo como mínimo papel, cartón, vidrio, plástico y metales.

- Crédito MR 1.1 – Reutilización del Edificio: Mantener los Muros, Forjados y Cubierta Existentes – 1-3 Puntos

Los tres puntos que se pueden obtener dependen del porcentaje de reutilización de las estructuras del edificio existente, esto incluye su forjado estructural, el envoltorio.

REUTILIZACIÓN DEL EDIFICIO	PUNTOS
55%	1
75%	2
95%	3

Tabla 3-3 Puntos por reutilización del edificio

- Crédito MR 2 – Gestión de Residuos de Construcción – 1-2 Puntos  
Los puntos a obtener dependen del porcentaje de residuos de construcción y/o demolición no tóxicas y peligrosas. Se debe realizar un plan de gestión de residuos que identifiquen los materiales que tienen que ser desviados de los vertederos o si se los debe clasificar o tratarlos como un conjunto.

- Crédito MR 3 – Reutilización de Materiales – 1-2 Puntos  
Reutilizar materiales y productos del edificio para reducir la demanda de materia prima y disminuir residuos.
- Crédito MR 4 – Contenido en reciclados – 1-2 Puntos  
El propósito de este crédito es promover el uso de productos que incorporen materiales con contenidos de reciclados lo que provocara una reducción en el impacto por la extracción y procesado de materias primas. Se debe usar materiales con contenido en reciclados de tal forma que la suma del contenido en reciclados post – consumidor más la mitad del contenido pre - consumidor constituya al menos el 10% o el 20% (en función del costo) del valor total de materiales del proyecto. Los componentes mecánicos, eléctricos y de fontanería así como los elementos especiales como ascensores no se incluirán en los cálculos.
- Crédito MR 5 – Materiales Regionales – 1-2 Puntos  
Utilizar materiales y productos que se extraigan y fabriquen en la región donde se construye el edificio para de esta manera disminuir el impacto medioambiental que implica el transporte de los mismos.
- Crédito MR 6 – Materiales Rápidamente Renovables – 1 Punto  
Reemplazar o disminuir el uso de materias primas limitadas y de materiales de ciclo largo de renovación por materiales rápidamente renovables.
- Crédito MR 7 – Madera Certificada – 1 Punto
- Para obtener este punto durante la construcción de la edificación se debe asegurar que se han instalado productos de madera certificada FSC<sup>13</sup> y cuantificar el porcentaje instalado de la misma.

### **3.6. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR (CAI)**

---

<sup>13</sup> FSC: ForestStewardship Council

- Prerrequisito CAI 1 – Mínima eficiencia de Calidad del Aire Interior – Requerido

Aumentar la calidad del aire interior en los edificios, para de esta manera contribuir con el confort y el bienestar de los ocupantes, para lo cual se requiere cumplir los requerimientos mínimos de la norma ASHRAE 62.1 – 2007 de ventilación para una calidad aceptable del Aire Interior.

- Prerrequisito CAI 2 – Control del Humo del Tabaco Ambiental – Requerido

Prohibir a los habitantes o visitantes del edificio fumar dentro de un radio de 8 metros respecto a las entradas, tomas de aire fresco o ventanas. Designar áreas de fumadores. En el caso de proyectos residenciales y hospitalarios, prohibir fumar en todas las áreas comunes.

- Crédito CAI 3.1 – Plan de gestión de calidad del aire interior en la construcción Durante la construcción – 1 Punto

Crear e implementar un plan de gestión de calidad de aire para usarlo durante la construcción y la fase de pre-ocupación del edificio, donde se controle entre varias cosas las fuentes de contaminación e interrumpir las mismas.

- Crédito CAI 3.2 – Plan de gestión de calidad del aire interior en la construcción Antes de la ocupación – 1 Punto

Crear o implementar un plan de gestión de calidad de aire interior después de instalar todos los acabados y la edificación se encuentre completamente limpia, para de esta manera ayudar a mantener el confort y el bienestar de los ocupantes. Se debe realizar la limpieza de los conductos con impulsión de aire hasta el exterior o comprobar los niveles de contaminantes del aire del edificio.

- Crédito CAI 4.1 – Materiales de baja emisión: Adhesivos y sellantes – 1 Punto

El propósito es disminuir la cantidad de contaminantes de aire que tienen mal olor o que pueden ser perjudiciales para la salud y confort de los habitantes. Para esto se debe especificar materiales bajos en COV<sup>14</sup> en los documentos de la construcción.

- Crédito CAI 4.2 – Materiales de baja emisión: Pinturas y recubrimiento – 1 Punto

El propósito es disminuir la cantidad de contaminantes de aire que tienen mal olor o que pueden ser perjudiciales para la salud y confort de los habitantes. Para esto se debe pinturas y recubrimientos bajos en COV en los documentos de la construcción.

- Crédito CAI 4.3 – Materiales de baja emisión: Sistemas de suelos– 1 Punto

Los rellenos de las moquetas instaladas en el edificio deben cumplir los requisitos del Instituto de Moquetas y alfombras; eso quiere decir que antes de la construcción se debe especificar claramente los requisitos para estas pruebas, además de seleccionar productos que estén certificados por el programa Green Label Plus, o bien en los que se hayan hecho pruebas por laboratorios calificados de acuerdo con los requisitos apropiados.

- Crédito CAI 4.4 – Materiales de baja emisión: Productos de maderas compuestas y de fibras agrícolas – 1 Punto

Los productos de madera y fibra agrícola que se especifiquen no deben contener resinas con urea formaldehído. Revisar las especificaciones técnicas, los datos de seguridad y salud de los materiales y cualquier dato adicional entregado por el fabricante.

---

<sup>14</sup>COV: Compuestos Orgánicos Volátiles, contaminantes del aire

- Crédito CAI 5 – Control de fuentes interiores de productos químicos y contaminantes – 1 Punto

Mantener a las áreas ocupadas del edificio aisladas físicamente de las demás áreas de servicio y mantenimiento, además de que estas últimas deben tener un sistema de extracción aislado para contaminantes.

- Crédito CAI 6.1 – Capacidad de control de los sistemas: Iluminación – 1 Punto

El control de iluminación permite que el sistema sea manipulado por los ocupantes del edificio, además de poder discriminar por áreas o sub-áreas dependiendo de los requisitos del lugar para poder promover la productividad, confort y el bienestar de los ocupantes.

Los sistemas de control de iluminación además de prevenir el malgasto o desperdicio de luz en los edificios, permite maximizar el uso eficiente de la luz.

Existen diferentes factores que se pueden utilizar para realizar el control de este sistema, puede ser: detectando la presencia de una persona o la cantidad de luz natural que se tiene en un determinado momento del día; para cumplir con este objetivo se pueden manejar sensores de presencia, movimiento o sensores que detectan la luz de día, que se comunican mediante un lazo de comunicación con el sistema central de control.



Figura 3-9 Control de iluminación

Los balastos electrónicos son la parte principal para realizar este tipo de control, ya que permiten ajustar los niveles de salida de luz de la lámpara y manejar diferentes intensidades de luz, pero además de esto, los balastos electrónicos permiten la eliminación del parpadeo de las lámparas en el encendido y el ruido audible.

Para alcanzar la obtención de este crédito se debe realizar el diseño del edificio con controles de ocupación, iluminación y tareas u horarios de encendido de luces, además de integrar el control de iluminación con el sistema de eléctrico.

- Crédito CAI 6.2 – Capacidad de control de los sistemas: Confort Térmico – 1 Punto

Se debe proporcionar controles de confort térmico como mínimo al 50% de los ocupantes del edificio, para permitir ajustes a las preferencias individuales.

- Crédito CAI 7.1 – Confort Térmico: Diseño – 1 Punto

En base a la Normal ASHRAE 55-2004 establecer criterios de diseño que colaboren a satisfacer las necesidades de confort de los ocupantes del edificio sin dejar a un lado la eficiencia del edificio.

- Crédito CAI 7.2 – Confort Térmico: Verificación – 1 Punto además del crédito CAI 7.1

Primero se debe conseguir el Crédito CAI 7.1, a continuación se debe realizar el seguimiento para comprobar que se está cumpliendo con la eficiencia del edificio además de cumple los criterios de confort como se determinó en el crédito anterior.

- Crédito CAI 8.1 – Luz Natural y Vistas : Luz Natural – 1 Punto

Su objetivo es favorecer la introducción de luz natural al edificio, diseñándolo considerando diversas estrategias como la orientación del edificio, incremento del perímetro del edificio, altos valores de reflectancia del techo y controles automáticos los cuales ayudan a reducir el consumo de energía.

- Crédito CAI 8.1 – Luz Natural y Vistas : Vistas – 1 Punto

Este punto se puede obtener realizando el diseño del edificio con elementos acristalados que ofrecen más luz natural a los ocupantes, además de mantener la estética de la construcción; al utilizar elementos acristalados las superficies aumenta la exposición a la luz natural. Se pueden además considerar estrategias como dispositivos interiores de sombra y controles automáticos por células fotoeléctricas.

### **3.7. INNOVACIÓN EN EL DISEÑO (ID)**

- Crédito ID 1 – Innovación en el diseño – 1-5 Punto

Existen dos vías de obtener los puntos en este apartado, la primera es mediante la Innovación en el diseño ( 1-5 Puntos) y la segunda la Eficiencia ejemplar ( 1-3 puntos).

La Innovación en el diseño se puede conseguir obteniendo una eficiencia medioambiental significativa usando estrategias que no se detallan en el

documento de Sistema de Clasificación LEED 2009 para Nuevas Construcciones y grandes remodelaciones.

Para conseguir la eficiencia ejemplar se debe trabajar en un prerrequisito o crédito del Sistema de Clasificación LEED 2009 para Nuevas Construcciones y grandes remodelaciones para que el mismo permita una mayor eficiencia.

- Crédito ID2 – Profesional acreditado LEED – 1 Punto

Al menos uno de los participantes del proyecto debe ser un profesional acreditado LEED.

### 3.8. PRIORIDAD REGIONAL (PR)

- Crédito PR 1 – Prioridad Regional – 1-4 Punto

Los proyectos fuera de Estados Unidos no se pueden elegir para los créditos de Prioridad Regional.

### 3.9. LISTA DE COMPROBACIÓN DE UN EDIFICIO LEED PARA NUEVA CONSTRUCCIÓN Y GRANDES REMODELACIONES

PARCELAS SOSTENIBLES		PNTS POSIBLES : 26
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 1	Prevención de la Contaminación por actividades de construcción	Requerido
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Selección de la Parcela	1
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Densidad del Desarrollo y conectividad de la comunidad	5
<input type="checkbox"/> Crédito 3	Redesarrollo de suelos industriales contaminados	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.1	Transporte alternativo-acceso al transporte público	6
<input type="checkbox"/> Crédito 4.2	Transporte alternativo-almacén de bicicletas y vestuarios	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.3	Transporte alternativo-vehículos bajas emisión/comb. Efici.	3
<input type="checkbox"/> Crédito 4.4	Transporte alternativo-capacidad de aparcamiento	2
<input type="checkbox"/> Crédito 5.1	Desarrollo de la parcela-proteger o restaurar el hábitat	1
<input type="checkbox"/> Crédito 5.2	Desarrollo de la parcela-maximizar el espacio abierto	1
<input type="checkbox"/> Crédito 6.1	Diseño de escorrentía - Control de Cantidad	1
<input type="checkbox"/> Crédito 6.2	Diseño de escorrentía-control de calidad	1
<input type="checkbox"/> Crédito 7.1	Efecto Isla de Calor-no-tejado	1
<input type="checkbox"/> Crédito 7.2	Efecto Isla de Calor-Tejado	1
<input type="checkbox"/> Crédito 8	Reducción de la contaminación lumínica	1

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA		PNTS POSIBLES: 10
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 1	Reducción del consumo de agua	Requerido
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Jardinería eficiente en agua	2-4
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Tecnologías innovadoras en aguas residuales	2
<input type="checkbox"/> Crédito 3	Reducción del consumo de agua	2-4
ENERGÍA Y ATMÓSFERA		PNTS POSIBLES: 35
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 1	Recepción fundamental de los sistemas energéticos	Requerido
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 2	Mínima eficiencia energética	Requerido
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 3	Gestión fundamental de los refrigerantes	Requerido
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Optimización de la eficiencia energética	1-19
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Energía renovable in situ	1-7
<input type="checkbox"/> Crédito 3	Recepción mejorada	2
<input type="checkbox"/> Crédito 4	Gestión de refrigerantes mejorada	2
MATERIALES Y RECURSOS		PNTS POSIBLES: 14
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 1	Almacenamiento y recogida de reciclables	Requerido
<input type="checkbox"/> Crédito 1.1	Reutilización edicio-mantener paredes, suelos y tejados	1-3
<input type="checkbox"/> Crédito 1.2	Mantener los elementos no estructurales del interior	1
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Gestión de residuos de construcción	1-2
<input type="checkbox"/> Crédito 3	Reutilización de materiales	1-2
<input type="checkbox"/> Crédito 4	Contenido en reciclados	1-2
<input type="checkbox"/> Crédito 5	Materiales regionales	2
<input type="checkbox"/> Crédito 6	Materiales rápidamente renovables	3
<input type="checkbox"/> Crédito 7	Madera Certificada	2
CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR		PNTS. POSIBLES: 15
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 1	Mínima eficiencia en calidad ambiental interior	Requerido
<input type="checkbox"/> Prerrequisito 2	Control del humo del tabaco ambiental	Requerido
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Monitorización de la entrada de aire exterior	1
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Aumento de la ventilación	1
<input type="checkbox"/> Crédito 3.1	Plan Gestión calidad aire interior const. Durante Const.	1
<input type="checkbox"/> Crédito 3.2	Plan Gestión calidad aire interior const. Antes Ocupación	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.1	Materiales baja emisión- adhesivos y sellantes	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.2	Materiales baja emisión-pinturas y recubrimientos	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.3	Materiales baja emisión - sistemas de suelos	1
<input type="checkbox"/> Crédito 4.4	Materiales baja emisión - madera compuesta	1
<input type="checkbox"/> Crédito 5	Control de fuentes de contaminantes	1
<input type="checkbox"/> Crédito 6.1	Capacidad de control de los sistemas - Iluminación	1
<input type="checkbox"/> Crédito 6.2	Capacidad de control de los sistemas - Confort Térmico	1
<input type="checkbox"/> Crédito 7.1	Confort Térmico - Diseño	1
<input type="checkbox"/> Crédito 7.2	Confort Térmico - Verificación	1
<input type="checkbox"/> Crédito 8.1	Luz Natural y Vistas -Luz Natural	1
<input type="checkbox"/> Crédito 8.2	Luz Natural y Vistas -Vistas	1

INNOVACIÓN EN EL DISEÑO		PNTS POSIBLES: 6
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Innovación en el diseño	1-5
<input type="checkbox"/> Crédito 2	Profesional acreditado en LEED	1
PRIORIDAD REGIONAL		PNTS POSIBLES: 4
<input type="checkbox"/> Crédito 1	Prioridad regional	1-4

Tabla3-4 Check list LEED NC

### 3.10. REGISTRO

Una vez determinado el grupo al que pertenece el proyecto dentro de la clasificación de edificios LEED se procede al registro, el mismo que sirve como una declaración de la intención de realizar la certificación, una vez que el sistema de calificación ha sido determinado y la cuota se ha pagado, el proyecto podrá ser accesible a través de la web LEED Online. El seguimiento del avance o contestaciones de las solicitudes de interpretación de créditos pueden ser realizados desde este portal.

La tarifa de registro es una suma fija que se paga por adelantado al momento de inscribir el proyecto:



Figura 3-10 Tarifas de registro

### 3.11. PASOS PARA REALIZAR EL REGISTRO DEL PROYECTO

El registro se realiza a través de la página de LEED Online, para lo cual se debe primero crear una cuenta y a continuación se puede ingresar los datos del proyecto.

- Ingresar a la página <https://www.leedonline.com>, se crea una nueva cuenta, la misma que ayudará a manejar la información del proyecto y a realizar el registro.

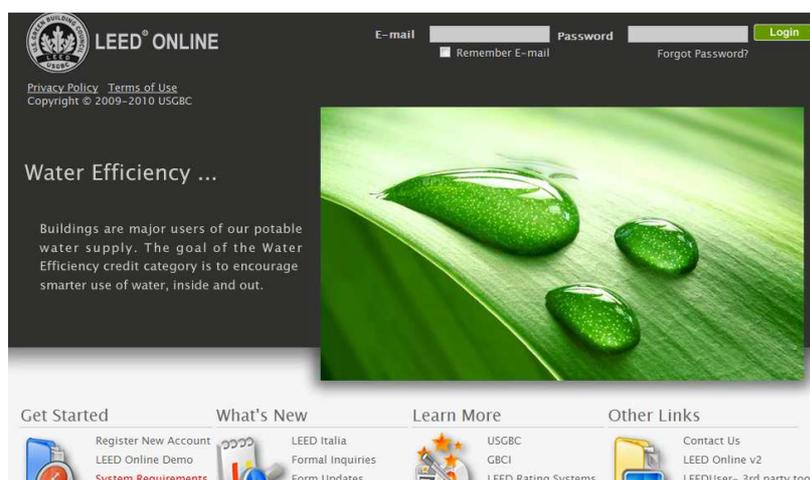


Figura 3-11 LEED Online

Creación de cuenta en la página <https://www.leedonline.com>. La persona que debe registrarse debe ser el Administrador del Proyecto.

COMMUNITY LEED ADVOCACY INITIATIVES Articles Directory Courses Resources Store Help SIGN IN

USGBC

Search the site

### Create a USGBC account

**Account**

First name

Last name

Email

Email (confirm)

Password (7 character minimum)

Password (confirm)

Phone

Figura 3-12 Creación de cuenta en LEED Online

- Se selecciona la pestaña de registrar nuevo proyecto, el cual nos presenta siete pasos a seguir para completar el registro.
1. Elegibilidad: Permitirá definir dentro de que grupo se encuentra dentro del sistema de clasificación LEED.

LEED ONLINE™ 2009-2010 USGBC

My Projects My Archives Register New Project Project Transfer

Project Registration

### Project Registration

1 2 3 4 5 6 7

Eligibility Rating System Selection Rating System Results Project Information Review Payment Confirmation

**Welcome to LEED Online Project Registration**

Registering a LEED project is the first step towards earning LEED certification. The following series of screens will assist in determining the appropriate rating system and providing basic information for your project.

Next Cancel

Figura 3-13 Registro de nuevo proyecto

Dentro del primer paso se debe registrar la información de la persona que manejará el proyecto, en este caso será el Administrador del mismo. La información que se requiere son datos personales y datos sobre la relación laboral con la compañía.

LEED<sup>®</sup> ONLINE™ 2009-2010 USGBC

My Projects My Archives Register New Project Project Transfer

Project Registration

Project Registration

1 2 3 4 5 6 7

Eligibility Rating System Selection Rating System Results Project Information Review Payment Confirmation

**Personal Information**  
 The project registrant is the default Project Administrator. Once the project is registered, you can manage roles from the Team Administration page. Please review the following information for completeness and accuracy. To edit any of this information, please go to the [Your Account](#) page.

Salutation:  
 First name:  
 Last name:  
 Address 1:  
 Address 2:  
 City:  
 State / Province:  
 Country:  
 Zip / Postal code:  
 Telephone:  
 Fax (xxx-xxx-xxxx):  
 Email:  
 Organization:  
 Job title:

Back Next Cancel

Figura 3-14 Información del Administrador del Proyecto

2. Selección del sistema de clasificación: Se debe definir si se trata de una edificación simple o múltiple, y si se conoce o no a qué grupo dentro de la clasificación pertenece.

LEED<sup>®</sup> ONLINE™ 2009-2010 USGBC

My Projects My Archives Register New Project Project Transfer

Project Registration

Project Registration

Rating System Selection

1 2 3 4 5 6 7

Eligibility Rating System Selection Rating System Results Project Information Review Payment Confirmation

**Rating System Selector**

This is a single building/space/development registration and I know which LEED rating system is most appropriate.  
 This is a multiple building/space registration and I know which LEED program options are most appropriate.  
 I am not sure which LEED rating system to use, OR, I am not sure which LEED program options to use for this registration.

*Note: On January 20th, 2010, USGBC published a policy on rating system selection. It provides guidance to project teams attempting to choose a rating system for a LEED project (it does not address multiple building scenarios). It is reflected in this rating system tool that you will be led through if you choose option 3 above, although there may be some minor discrepancies that will be fixed in forthcoming LEED Online upgrade releases.*

[\[Read More\]](#)

Back Next Cancel

Figura 3-15 Selección de la clasificación del proyecto 1

En esta sección se selecciona a qué grupo realmente pertenece el proyecto.

The screenshot shows the LEED ONLINE Project Registration interface. At the top, there is a navigation bar with the LEED ONLINE logo and the text "2009-2010 USGBC". Below the logo, there are four tabs: "My Projects", "My Archives", "Register New Project", and "Project Transfer". The "Project Registration" section is active, and a progress bar shows seven steps: 1. Eligibility, 2. Rating System Selection (current step), 3. Rating System Results, 4. Project Information, 5. Review, 6. Payment, and 7. Confirmation.

Under the "Rating System Selection" heading, there are two main categories of rating systems:

- LEED 2009 Rating Systems**
  - LEED for New Construction and Major Renovations (NC)
  - LEED for Retail: New Construction and Major Renovations (Retail-NC)
  - LEED for Commercial Interiors (CI)
  - LEED for Retail: Commercial Interiors (Retail-CI)
  - LEED for Core and Shell Development (CS)
  - LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance (EB)
  - LEED for Schools: New Construction and Major Renovations
  - LEED for Healthcare (HC)
  - LEED for Neighborhood Development (ND)
- Other Rating Systems**
  - LEED for Homes
  - LEED 2009 Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni

At the bottom of the page, there is a "Prerequisites" section.

Figura 3-16 Selección de la clasificación del proyecto 2

Confirmación si el proyecto cumple los requisitos mínimos que solicita el grupo al que pertenece la construcción para ingresarlo para certificación.

The screenshot shows the LEED ONLINE Project Registration interface at the confirmation step. The navigation bar and progress bar are the same as in Figure 3-16. The "Rating System Selection" section is now titled "LEED for New Construction".

The main content area asks the following question: "Will this LEED project meet the Minimum Program Requirements for LEED for New Construction and Major Renovations by the time the project application is submitted for certification?" There is a "[Read More]" link to the right of the question.

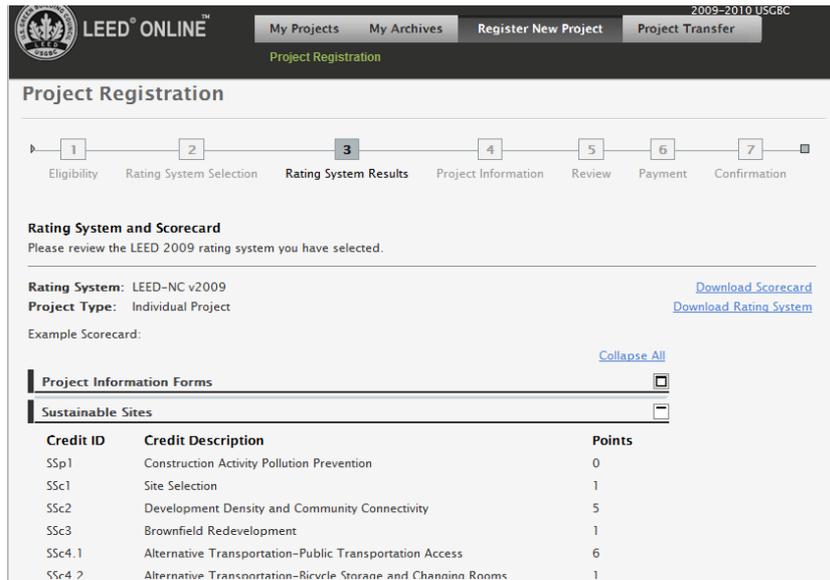
Below the question, there are two radio buttons:

- Yes
- No

At the bottom of the page, there are three buttons: "Back", "Next", and "Cancel".

Figura 3-17 Confirmación de certificación

3. A continuación permite revisar los puntajes del grupo dentro de la clasificación LEED que se ha escogido.



**Project Registration**

1 Eligibility 2 Rating System Selection **3 Rating System Results** 4 Project Information 5 Review 6 Payment 7 Confirmation

**Rating System and Scorecard**  
Please review the LEED 2009 rating system you have selected.

**Rating System:** LEED-NC v2009 [Download Scorecard](#)  
**Project Type:** Individual Project [Download Rating System](#)

Example Scorecard: [Collapse All](#)

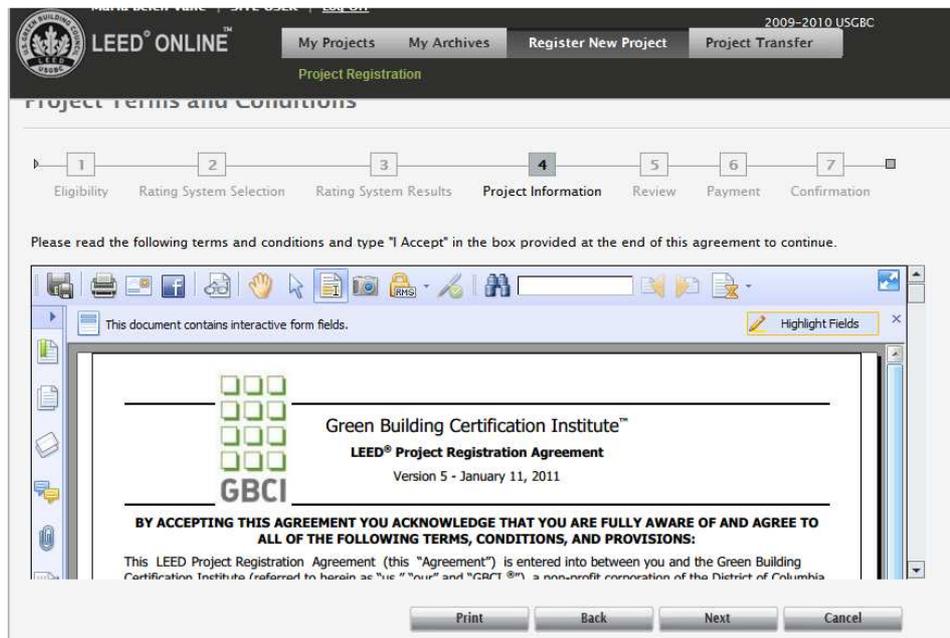
**Project Information Forms**

**Sustainable Sites**

Credit ID	Credit Description	Points
SSp1	Construction Activity Pollution Prevention	0
SSc1	Site Selection	1
SSc2	Development Density and Community Connectivity	5
SSc3	Brownfield Redevelopment	1
SSc4.1	Alternative Transportation-Public Transportation Access	6
SSc4.2	Alternative Transportation-Rivcle Storage and Channinn Rooms	1

Figura 3-18 Sistema de valoración de resultados

2. Información del proyecto: para ingresar la información primero se debe leer y aceptar los términos y condiciones.



**Project Terms and Conditions**

1 Eligibility 2 Rating System Selection 3 Rating System Results **4 Project Information** 5 Review 6 Payment 7 Confirmation

Please read the following terms and conditions and type "I Accept" in the box provided at the end of this agreement to continue.

This document contains interactive form fields. [Highlight Fields](#)

**Green Building Certification Institute™**  
**LEED® Project Registration Agreement**  
Version 5 - January 11, 2011

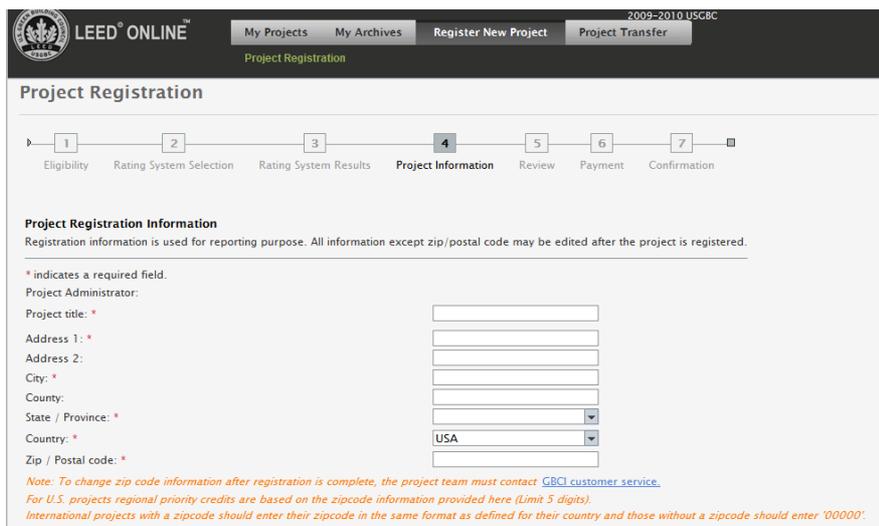
**BY ACCEPTING THIS AGREEMENT YOU ACKNOWLEDGE THAT YOU ARE FULLY AWARE OF AND AGREE TO ALL OF THE FOLLOWING TERMS, CONDITIONS, AND PROVISIONS:**

This LEED Project Registration Agreement (this "Agreement") is entered into between you and the Green Building Certification Institute (referred to herein as "you" and "GBCI"), a non-profit corporation of the District of Columbia.

[Print](#) [Back](#) [Next](#) [Cancel](#)

Figura 3-19 Términos y condiciones de aceptación

Información para el registro del proyecto, dirección, ciudad, país, código postal etc.



**Project Registration**

1 Eligibility 2 Rating System Selection 3 Rating System Results 4 **Project Information** 5 Review 6 Payment 7 Confirmation

**Project Registration Information**  
Registration information is used for reporting purpose. All information except zip/postal code may be edited after the project is registered.

\* indicates a required field.

Project Administrator:

Project title: \*

Address 1: \*

Address 2: \*

City: \*

County: \*

State / Province: \*

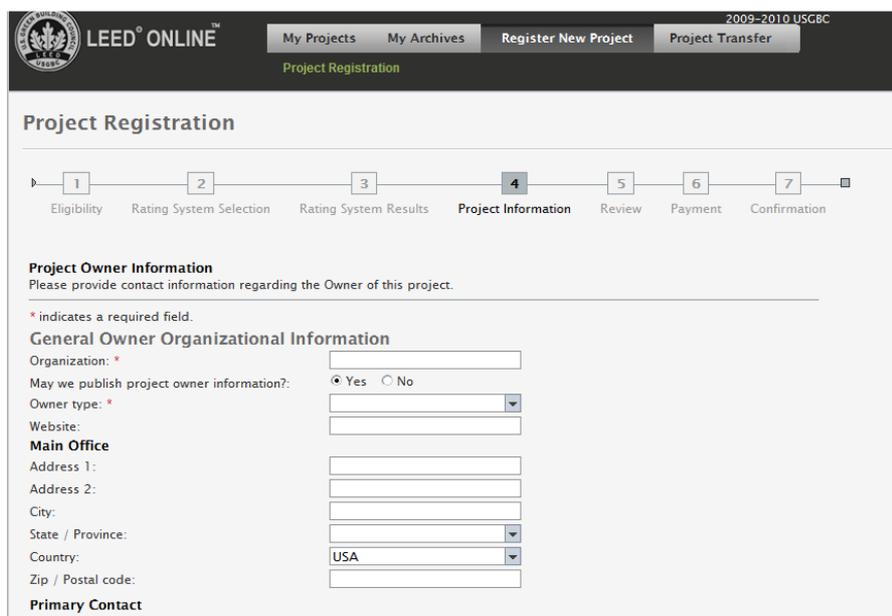
Country: \*

Zip / Postal code: \*

Note: To change zip code information after registration is complete, the project team must contact [GBCI customer service](#).  
For U.S. projects regional priority credits are based on the zipcode information provided here (Limit 5 digits).  
International projects with a zipcode should enter their zipcode in the same format as defined for their country and those without a zipcode should enter '00000'.

Figura 3-20 Información del proyecto

### Información del propietario general de la organización.



**Project Registration**

1 Eligibility 2 Rating System Selection 3 Rating System Results 4 **Project Information** 5 Review 6 Payment 7 Confirmation

**Project Owner Information**  
Please provide contact information regarding the Owner of this project.

\* indicates a required field.

**General Owner Organizational Information**

Organization: \*

May we publish project owner information?:  Yes  No

Owner type: \*

Website: \*

**Main Office**

Address 1: \*

Address 2: \*

City: \*

State / Province: \*

Country: \*

Zip / Postal code: \*

**Primary Contact**

Figura 3-21 Información sobre la organización y el propietario general

3. Revisión de la información ingresada.
4. Realizar el pago: como se detalló anteriormente, si se trata de miembros de la USGBC o de Spain GBC la tarifa es de \$900, para los que no son miembros el costo es de \$1200.
5. Confirmación del registro del proyecto.

### 3.12. PREPARAR SOLICITUD

Una vez registrado el proyecto en la página LEED Online, se realiza la preparación de la solicitud, lo cual consiste en definir los créditos que se han

decidido perseguir y crear grupos de trabajo responsables de obtener toda la información, realizar los diferentes cálculos para todos y cada uno de los prerrequisitos y créditos que se ha decidido llevar a cabo.

Grupo humano que requiere el proyecto:

- Ingeniero Civil
- Arquitecto
- Ingeniero eléctrico
- Ingeniero electrónico
- Ingeniero mecánico

Una vez reunida la información y antes de presentar la solicitud es recomendable que se realice un análisis exhaustivo para corroborar los cálculos; una vez evaluada y aprobada la información se sube el material al portal de LEED Online y entonces se iniciará el proceso de revisión de la solicitud.

El proceso de certificación se puede realizar ya sea en una única entrega al final de la fase de construcción o de forma dividida separando las fases de diseño y construcción.

- Fase de diseño: dentro de esta fase entran los criterios y consideraciones en el diseño a seguir, definición de los sistemas, equipos principales y coordinación de los sistemas técnicos. Se considera que la documentación y estrategias en el diseño permiten justificar ciertos créditos.
- Fase de construcción: en esta etapa, se debe comprobar principalmente que se haya cumplido lo establecido en el diseño y que cumplan los créditos que se entregaron en la fase de diseño. Se puede contratar o designar a una persona que tenga conocimiento sobre LEED para que sea quien asesora y vigila el cumplimiento de los diferentes créditos y prerrequisitos.

### 3.13. RESOLUCIÓN DE CRÉDITOS

Cuando se requiere solicitar una orientación técnica o administrativa sobre cómo cada crédito LEED se aplica en un determinado proyecto se puede buscar ayuda con la interpretación de cada crédito. Este tipo de soporte se ofrece a los miembros de la USGBC, SpainGBC o al administrador del proyecto registrado en LEED Online.

El USGBC da la posibilidad de realizar una petición de clarificación a través de las CIR (CreditInterpretationRequest), además de tener acceso a la base de datos de todas las preguntas y respuestas realizadas anteriormente. Los CIR no son documentos públicos y comunes, sino son específicos para cada proyecto.

### 3.14. PRESENTACIÓN DE SOLICITUD

El administrador del proyecto es quien debe realizar la solicitud de revisión, la misma que debe incluir varios requisitos entre los cuales se incluye:



Figura 3-22 Requisitos a entregar junto con la solicitud

La cuota para la revisión de certificación se encuentra detallada en el cuadro que se muestra a continuación, cabe recalcar que las tasas que se presentan son

solamente para proyectos considerados por LEED como un solo edificio, existen tarifas especiales que pueden aplicarse a proyectos de multi-edificios o campus.

Tarifas de Certificación de Edificios: Efectivas desde el 11 Enero, 2010

	Menos de 4.645 m <sup>2</sup>	Entre 4.645 - 46.452 m <sup>2</sup>	Más de 46.452 m <sup>2</sup>	Apelaciones (si fuesen aplicables)
<b>LEED 2009; Nueva Construcción, Interiores Comerciales, Escuelas, Nucleo &amp; Envoltorio certificación completa</b>	Tarifa Fija	Basada en m <sup>2</sup>	Tarifa Fija	Por crédito
<b>Revisión de Diseño</b>				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$2,000	\$0.430/m <sup>2</sup>	\$20,000	\$500
No-Miembros	\$2,250	\$0.484/m <sup>2</sup>	\$22,500	\$500
Tasa de Aceleración *	\$5,000 independiente de los m <sup>2</sup>			\$500
<b>Revisión de Construcción</b>				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$500	\$0.108/m <sup>2</sup>	\$5,000	\$500
No-Miembros	\$750	\$0.161/m <sup>2</sup>	\$7,500	\$500
Tasa de Aceleración *	\$5,000 independiente de los m <sup>2</sup>			\$500
<b>Revisión Combinada de Diseño &amp; Construcción</b>				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$2,250	\$0.484/m <sup>2</sup>	\$22,500	\$500
No-Miembros	\$2,750	\$0.592/m <sup>2</sup>	\$27,500	\$500
Tasa de Aceleración *	\$10,000 independiente de los m <sup>2</sup>			\$500

Figura 3-23 Tasas de revisión de certificación

Se entrega un formulario por cada prerrequisito y requisito buscado; en los anexos A y B puede encontrarse modelos de dichos formularios. Las solicitudes se aceptan de conformidad con lo establecido por el GBCI<sup>15</sup> mediante la página web LEED Online.

### 3.15. REVISIÓN DE LA SOLICITUD

La revisión también se puede realizar de manera separada diseño y construcción; en cuatro pasos:

1. *Revisión de diseño preliminar – Diseño y Construcción separados:* en esta fase se realiza la revisión de la información entregada, y cada prerrequisito y crédito es catalogado como ANTICIPADO, PENDIENTE O DENEGADO, mientras que los formularios de información son designados como APROBADO O NO APROBADO, además se adjunta consejos técnicos por parte del equipo de revisión.
2. *Revisión de diseño final – Diseño y Construcción separados:* este paso es opcional y se lo realiza en el caso que el equipo de proyecto

<sup>15</sup> Green Building Certification Institute

no acepte los resultados de la Revisión Preliminar como Final. Una vez más se revisa toda la documentación para ver su integridad y adecuado cumplimiento del sistema de clasificación LEED.

3. *Revisión de construcción final - Diseño y Construcción separados:* en esta fase se realiza la revisión de toda la información entregada con la solicitud de revisión de construcción, y cada prerrequisito y crédito es catalogado como ANTICIPADO, PENDIENTE O DENEGADO, mientras que los formularios de información son designados como APROBADO O NO APROBADO, además se adjunta consejos técnicos por parte del equipo de revisión.
4. *Revisión de construcción final – Diseño y Construcción separados:* este paso es opcional y se lo realiza en el caso que el equipo de proyecto no acepte los resultados de la Revisión Preliminar como Final.

Cuando la revisión se realiza de manera combinada, se realizan un máximo de dos pasos:

1. *Revisión Preliminar – Diseño y construcción combinados:* en esta fase toda la información es presentada con la solicitud, se revisa su integridad y cumplimiento; cada prerrequisito y crédito es catalogado como ANTICIPADO, PENDIENTE O DENEGADO, mientras que los formularios de información son designados como APROBADO O NO APROBADO, además se adjunta consejos técnicos por parte del equipo de revisión.
2. *Revisión Final – Diseño y Construcción combinados:* este paso es opcional y se lo realiza en el caso que el equipo de proyecto no acepte los resultados de la Revisión Preliminar como Final.

### **3.16. CERTIFICACIÓN**

Una vez que el equipo de proyecto recibe los resultados de la revisión preliminar tiene 25 días para responder, con aclaraciones o información adicional. Cuando el GBCI recibe estas aclaraciones tiene 15 días para emitir la revisión final, recomendando un puntaje al Comité Directivo de LEED. El comité revisa y certifica el puntaje, a continuación el equipo de proyecto es informado. El equipo

de proyecto tiene 30 días para aceptar o rechazar dicha calificación de certificación. Si no existe apelación ninguna, el GBCI otorgará al edificio la placa y el certificado indicando el nivel:

Existen cuatro niveles de certificación, dependiendo el número de puntos obtenidos en todos los créditos.



Figura 3-24 Niveles de certificación LEED

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo del presente proyecto se han detectado muchos beneficios y, a la vez, pocas limitaciones en la aplicación de la Normativa LEED en el Ecuador, la misma que constituye un tema del cual, a pesar de existir mucha información en el internet, se conoce poco, aunque con la inclusión de algunos de temas relacionados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 se ha iniciado con su introducción en el área de construcción.

#### 4.1 CONCLUSIONES

- En el desarrollo del trabajo se han ido presentando los diferentes conceptos que permiten tener una idea muy clara de lo que expresa y lo que es la normativa LEED, que constituye un estándar internacional de aplicación voluntaria cuya base es el consenso y el criterio de mercado para construir edificios sostenibles de alta eficiencia.
- A nivel mundial existen varios estándares que promueven la aplicación de criterios de construcción de edificios verdes, sin embargo la Certificación LEED, es la de mejor comprensión y aplicación al entorno nacional por la facilidad de verificación en el cumplimiento de los requisitos, la similitud en la construcción con el país de origen del estándar (Estados Unidos de América) y el acceso a los materiales y equipos necesarios.
- A pesar de que LEED, es un estándar que ya lleva más de una década desde la publicación de su primera versión, en el Ecuador no existe ninguna edificación que cuente con alguno de los niveles de certificación en discordancia a lo que sucede en la región, pues Colombia, Perú, Venezuela, Brasil, Chile ya disponen de proyecto culminados y ejemplares con algún certificado dentro la normativa; de ahí la importancia del presente trabajo que está encaminada a constituirse en una herramienta para los profesionales que se encaminen en el área de la construcción.

- Una vez conocida la normativa LEED, se puede determinar que la sección con mayor cantidad de puntos a obtenerse para cualquier nivel de certificación corresponde a la de Energía Y Atmósfera dentro de la cual, y en la mayoría de casos, se obtienen con los diseños e implementación de las instalaciones que competen a los profesionales de la Ingeniería Eléctrica y de la Ingeniería Electrónica.
- Al desarrollar los Diseños reales de las Instalaciones Eléctricas y Electrónicas en la planificación integral de una edificación real, con el objetivo primario de obtener una certificación LEED, se puede concluir firmemente que la aplicación de esta normativa se adapta perfectamente al tipo de construcciones de nuestro país.
- Los Diseños de las Instalaciones Eléctricas y Electrónicas para una edificación con miras a obtener una certificación LEED, se han realizado en base a la conjugación de prácticas tradicionales: el sistema de iluminación se ha diseñado utilizando el procedimiento de cualquier estudio de iluminación con la precaución adicional de utilizar las luminarias más eficientes disponibles en el mercado, prácticas no muy tradicionales: la implementación de sistemas de generación fotovoltaicos se ha desarrollado ampliamente en el país y de manera principal en sectores rurales, su uso en edificios comerciales representa un aplicación distinta, prácticas nuevas: un sistema de control de iluminación de las características especificadas en este trabajo es un tema relativamente nuevo en la construcción de edificios en nuestro país.
- Se ha elaborado una guía general con los pasos a seguir para la obtención de una certificación LEED, aplicable a cualquier construcción nueva dentro de la cual hay que resaltar la necesidad obligatoria de contar con una persona, en el equipo de planificación, diseño y construcción, que disponga de las acreditaciones necesarias para que encabece el proceso.

- La obtención de una certificación LEED, debe considerarse como un compromiso de los promotores, inicialmente, y de los profesionales involucrados en el diseño, construcción y operación de las edificaciones para con las personas y el medio ambiente.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- El Ecuador no ha permanecido ajeno al desarrollo global en los temas de Sostenibilidad, Eficiencia Energética y Ahorro de energía, tal es así que en la última Norma Ecuatoriana de la construcción NEC 2011 se incorporan dos capítulos completos dedicados exclusivamente a estos tópicos (Capítulos 13 y 14), sin embargo es necesaria una mayor difusión hacia los profesionales involucrados de tal forma que se motive la incorporación de las prácticas ahí detalladas, y que son muy acordes con los estándares de LEED, desde la planificación de las construcciones.
- Debido a que en el país ya se ha conformado el ECUADOR GREEN BUILDING COUNCIL (Consejo de la Edificación Verde en Ecuador), se debe tomar contacto con sus representantes e integrantes para que se constituyan en una referencia confiable y acreditada para la elaboración de los estudios y diseños en la construcción de las instalaciones de edificios verdes.
- Un mecanismo de reducción de costos de implementación de los sistemas que contribuyen a la obtención de puntos para la certificación LEED es promover la reducción de aranceles en los mismos, en algunos casos, como en los sistemas de generación fotovoltaica, estas iniciativas ya han sido acogidas; se debería promover su aplicación para el resto de componentes; lámparas eficientes, sistemas de control de iluminación.
- El Estado Ecuatoriano debe promover el complemento en la formación de profesionales especializados en temas de sostenibilidad, eficiencia energética y ahorro de energía; más específicamente en la formación de

profesionales con las acreditaciones necesarias para avalar, promover y colaborar en los diseños de proyectos que pretendan obtener una certificación internacional en esos ámbitos y que actualmente son extremadamente escasos. Paralelamente el Estado Ecuatoriano debe adoptar, como política de estado, la obligatoriedad en el cumplimiento de los estándares mencionados en este trabajo en absolutamente todas las construcciones y edificaciones de las diferentes instituciones que lo conforman.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] VALENCIA, Paola; Charla: Escenario global de certificación ambiental de edificios; Chile; 2010
- [2] BERROCAL, Gabriela; Análisis comparativo y transversal de los programas de certificación con criterios de sostenibilidad; Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona; España;
- [3] MARTIN, Estefania; EGIDO, Miguel; Edificios Fotovoltaicos conectados a la red eléctrica: características y posibilidades energéticas; Instituto de energía solar; Universidad Politécnica de Madrid.
- [4] JOUANEH; Michael; LUTRON Electronics Co; LEED NC 2009 and Light Controls; Coopersburg; USA; 2011
- [5] Corporación Chilena de la construcción y desarrollo sustentable; Documento de Análisis LEED®, Sitios Sustentables 2012, Chile GBC; Santiago de Chile; Chile; 2012.
- [6] Corporación Chilena de la construcción y desarrollo sustentable; Documento de Análisis LEED®, SEnergía y Atmósfera 2012, Chile GBC; Santiago de Chile; Chile; 2012
- [7] FUNDACION ENTORNO; Programa para la optimización del uso de energía en la PYME – Manual de Energía Solar Fotovoltaica; Madrid; España.
- [8] MIDUVI; Cámara de la Construcción de Quito; Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011, Quito, Ecuador, 2012.
- [9] GUARDIOLA, Roger; Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica de 1,1 MW; Tesis de grado; Universidad Rovira I Virgili; Escuela Técnica Superior de Ingeniería; 2008.
- [10] PRADO, Carlos; Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada, Tesis de grado; Universidad de Costa Rica; Facultad de Ingeniería; Escuela de Ingeniería Eléctrica; Ciudad Universitaria Rodrigo Facio; Costa Rica; 2008.

- [11] BUITRON, Ricardo; BURBANO, Gisela; Elaboración de una normativa para el diseño y diagnóstico de Sistema Fotovoltaicos Residenciales Autónomos para el Ecuador; Tesis de grado; Escuela Politécnica Nacional; Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Quito; Ecuador; 2010
- [12] AYALA, Elizabeth; Diseño de un Sistema Fotovoltaico en el Edificio Administrativo del Servicio de Capacitación Profesional para reducir el consumo de energía eléctrica; Tesis de grado; Universidad Técnica de Ambato; Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial; Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones; Ambato; Ecuador.
- [13] MONSALVE, Miguel; Sistema Fotovoltaico conectado a red sobre nave industrial; Universidad Internacional de Andalucía; Andalucía; España; 2009.
- [14] SILES, Roberto; Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red en operación en Brasil y resultados operacionales de un sistema; Universidad de Sao Paulo; Instituto de Electrotécnica y Energía, Arequipa; Brasil; 2009,
- [15] CHUQUIN, Nelson; MARQUEZ, Fernando; Diseño, construcción y pruebas de un sistema publicitario alimentado con energía solar y controlado con un relé inteligente (Zelio); Tesis de grado; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Facultad de Mecánica; Escuela de Ingeniería Mecánica; Riobamba; Ecuador; 2011.
- [16] SMA, Sola Technology; Sunny Tripower – data sheet.
- [17] ZOLODA, Interruptores termo – magnéticos diferenciales; Argentina; 2001.
- [18] SCHNEIDER ELECTRIC; PowerLogic™ PM800 Series - Product specifications Guide; Tennessee; USA.
- [19] SCHNEIDER ELECTRIC; Central de medida serie PM850 – Funciones y características; USA.
- [20] SUNPOWER; Paneles solares E20/333 y E20/327 – Ficha técnica.
- [21] LUMENAC; Catálogo de productos 2011 – 2012; Argentina; 2011

- [22] CORPORACIÓN OBRAMAT; Suministros Eléctricos – Catálogo de Productos; Venezuela.
- [23] OFITA; La iluminación en los entornos de oficina, Ediciones Oficta; Madrid; España.
- [24] Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid; Guía técnica de eficiencia energética en iluminación; Madrid; España.
- [25] IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía; Guía técnica de iluminación eficiente – Sector residencial y terciario; Ediciones Oficta; Madrid; España; 2001.
- [26] LUTRON Electronics Co; Ecosystem, Guía de diseño y aplicación; Coopersburg; USA; 2010
- [27] LUTRON Electronics Co; Quantum, Guía de especificaciones comerciales; Reino Unido; 2011.
- [28] LUTRON Electronics Co; Quantum, Perspectiva general del sistema; Documento de especificaciones.
- [29] LUTRON Electronics Co; Quantum, Hub de gestión de la iluminación 120 V~; Documento de especificaciones.
- [30] LUTRON Electronics Co; Quantum, LOS-CDT Series - Occupancy Sensors; - Specification Submittal.
- [31] CELI, Dalton; CHICA, Johnny; Diseño de un sistema eficiente de control de iluminación con luminarias apropiadas para un edificio de la EPN e implementación del mismo en un laboratorio de área de 200 m<sup>2</sup>, Tesis de grado; Escuela Politécnica Nacional; Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Quito; Ecuador; 2011.
- [32] GREEN LIVIN PROJECTS; La certificación LEED: generando nuevos valores en la construcción; Barcelona; España.
- [33] IBRID S.A.C.; Rentabilidad de la edificación sostenible – Guía para enverdecer las edificaciones existentes; Lima; Perú; 2010.

- [34] VARELA, Sergio; Evaluación de un edificio para oficinas según requerimientos de la norma ASHRAE 90.1, para tres zonas climáticas de Chile; Tesis de grado; Universidad de Chile; Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas; Departamento de Ingeniería Civil; Santiago de Chile; Chile; 2011.
- [35] U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, CONSEJO CONSTRUCCION VERDE ESPAÑA; LEED 2009 para Nueva Construcción y Grandes Remodelaciones Versión 3.0.; 2009.
- [36] LOPEZ, Henry; PROAÑO, Zahira; Diseño e implementación de de sistema comerciales de control de iluminación; Tesis de grado; Escuela Politécnica Nacional; Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Quito; Ecuador; 2018.

**DIRECCIONES ELECTRONICAS**

- [1] <http://www.usgbc.org/leed>
- [2] <http://www.spaingbc.org/registre-edificacion.php>
- [3] <http://es.scribd.com/doc/63636639/SOLICITUD-PARA-LA-CERTIFICACION-LEED-DE-UNA-VIVIENDA-SUSTENTABLE>
- [4] <http://vimeo.com/40660835>
- [5] <http://www.lutron.com>
- [6] <http://www.cooperindustries.com>
- [7] <http://www.lumenac.com/>
- [8] <http://www.sunpowercorp.es/>

## ANEXOS

ANEXOS 1 - Formulario A – 11 – D de la Empresa Eléctrica Quito para la Determinación de la Demanda de Diseño.

ANEXOS 2.- CALCULOS LUMINOTÉCNICOS POR ÁREAS

ANEXOS 3.- ANALISIS ECONOMICO

ANEXOS 4.- CALCULO DE CARGA INSTALADA POR ILUMINACION

ANEXOS 5.-PLANOS

ANEXOS 1 - FORMULARIO A – 11 – D DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO  
PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE DISEÑO

	EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION PARTE A GUIA PARA DISEÑO	REVISION: 03
	ISO 9001 - 2000	CODIGO: DD.DID.722.IN.03	FECHA: 2013 - 05 - 0
APENDICE A-11-D	PARAMETROS DE DISEÑO		
HOJA 1 DE 1	PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES		

NOBRE DEL PROYECTO: CAMARA DE TRANSFORMACION - EDIFICIO

Nº DEL PROYECTO:

LOCALIZACION:

USUARIO TIPO: A

REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT	Pn (W)			
1	2	3	4	5	6	7
1	PUNTOS DE ILUMINACION 100W	1500	100	150000	60	90000
2	PUNTOS DE TOMACORRIENTES NORMALES	641	250	160250	30	48075
3	PUNTOS DE TOMACORRIENTES COMPUTADORAS	318	350	111300	40	44520
4	ASCENSOR	3	11000	33000	70	23100
5	BOMBA DE AGUA POTABLE	3	5000	15000	20	3000
6	VENTILACION	1	50000	50000	30	15000
7	AIRE ACONDICIONADO	20	3000	60000	50	30000
8						
TOTALES			69704	579555		253702

FACTOR DE POTENCIA DE LA  
CARGA FP  
DMU (kVA)

0.90 FACTOR DE DEMANDA FDM  
DMU CIR 0.44  
281.89

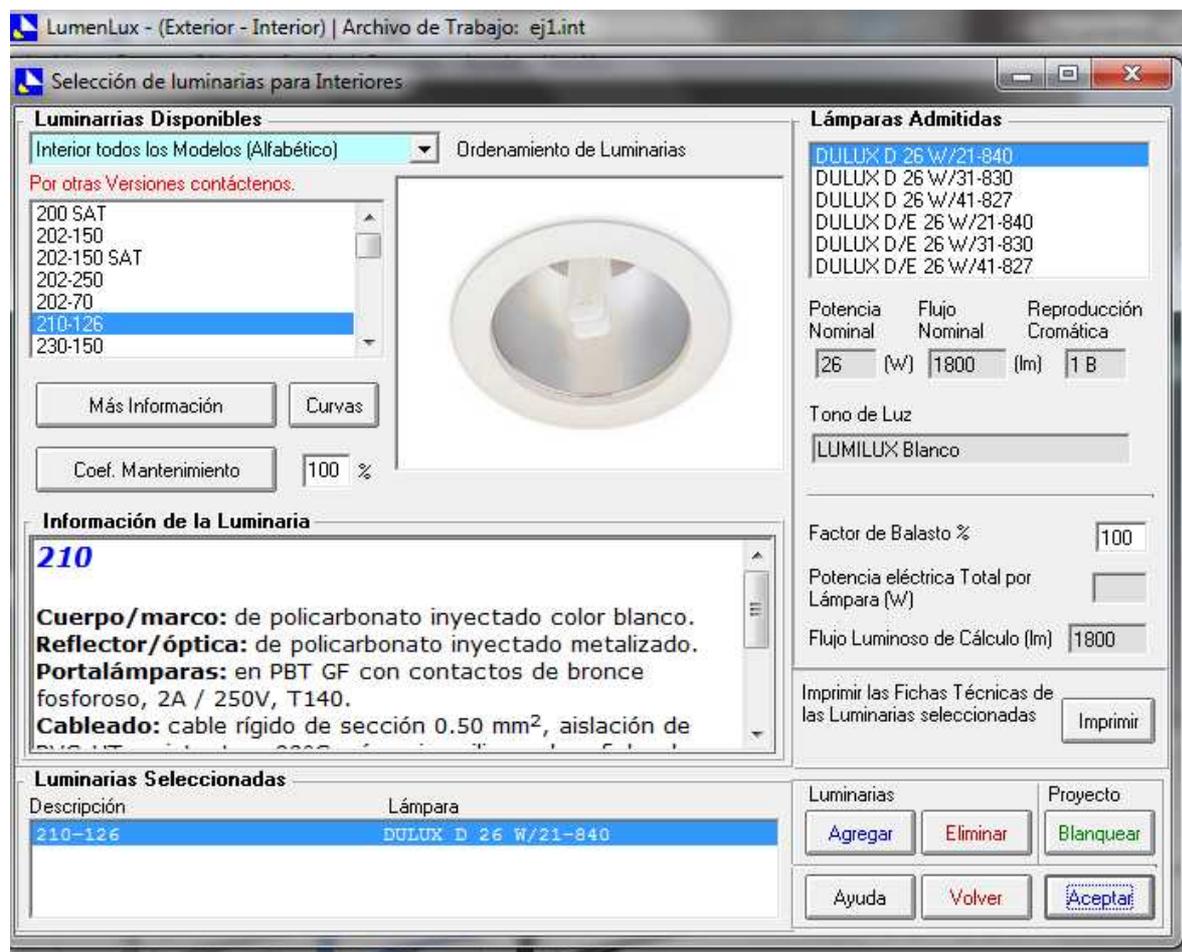
MONICA HERRERA  
MIGUEL PASPUEL

## ANEXOS 2.- CALCULOS LUMINOTÉCNICOS POR ÁREAS

## BAÑOS – SECCIÓN LAVABOS

### INGRESO DE DATOS

### SELECCIÓN DE LUMINARIAS



## CARACTERISTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

**Dimensiones (m)**

Largo

Ancho

Altura

Plano de trabajo

Altura

Ancho

0 Largo

**Reflectancias (%)**

Techo

Piso

Pared 1 - Frente

Pared 2 - Derecha

Pared 3 - Fondo

Pared 4 - Izquierda

**Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación**

Modelo  Altura de Montaje (m)

Opción  Cantidad de Luminarias

Iluminación Media (lux)

Iluminación Media (lux)  Cantidad de Luminarias

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo

Altura 2.7 m

Ancho 1.9 m

0 Largo 2.5 m

**Parámetros de la Grilla**

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	<input type="text" value="0.039"/>	<input type="text" value="0.06"/>	<input type="text" value="0.8"/>
Punto B	<input type="text" value="2.461"/>	<input type="text" value="0.06"/>	<input type="text" value="0.8"/>
Punto C	<input type="text" value="0.039"/>	<input type="text" value="1.84"/>	<input type="text" value="0.8"/>

Puntos sobre A-B  Punto Inicial  Incrementos

Puntos sobre A-C  Yo = .06 m

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A    B    C    D

Modelo: 210-126

Factor de Balasto Luminaria: A

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias:

Posición Inicial (m):

Incremento entre Luminarias:

Montaje (m):

Rotación (°):  (0 - 360)

Rot. Axial (°):  (0 - 180)

Inclinación (°):

X (m)= 2.41

Y (m)= 1.83

Precisión del Cálculo

Baja

Media

Alta

**Dimensiones**

Largo: 2.5 m   Ancho: 1.9 m   Altura: 2.7 m   Plano de trabajo: 0.8 m

**Zoom**

100 %

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto

### Datos y Resultados del Proyecto

Número de Luminarias distintas 1      Coef. Mantenimiento 1.00

#### Luminarias Utilizadas

210-126      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 1.8 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

Illuminancia Media (E<sub>med</sub>): 193.0 lux  
 Illuminancia Mínima (E<sub>min</sub>): 119.0 lux  
 Illuminancia Máxima (E<sub>máx</sub>): 250.0 lux

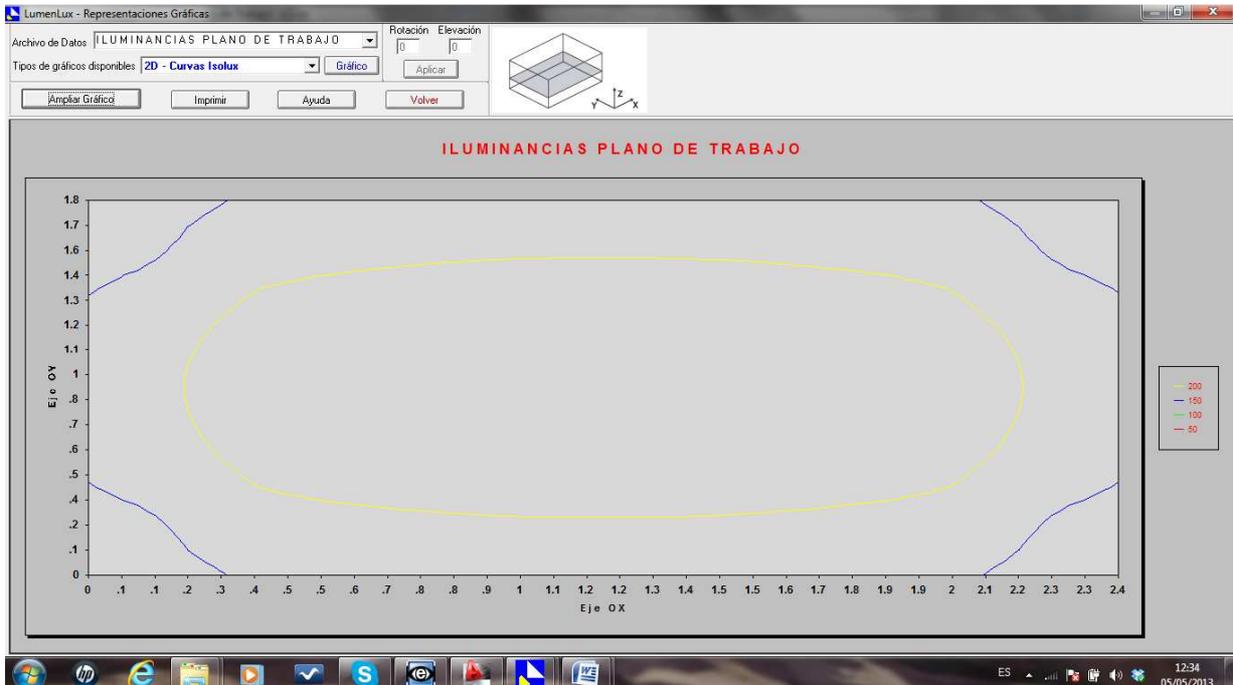
**G1 = E<sub>min</sub> / E<sub>med</sub> = 1 : 1.6**  
**G2 = E<sub>min</sub> / E<sub>máx</sub> = 1 : 2.1**

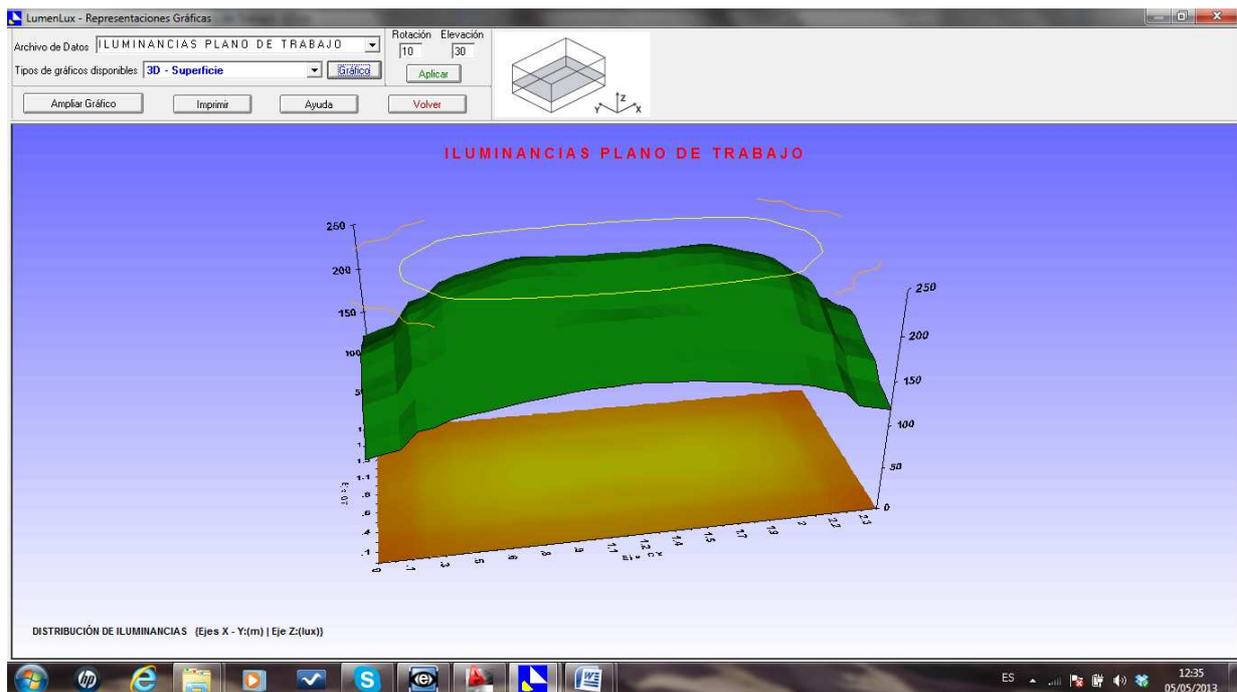
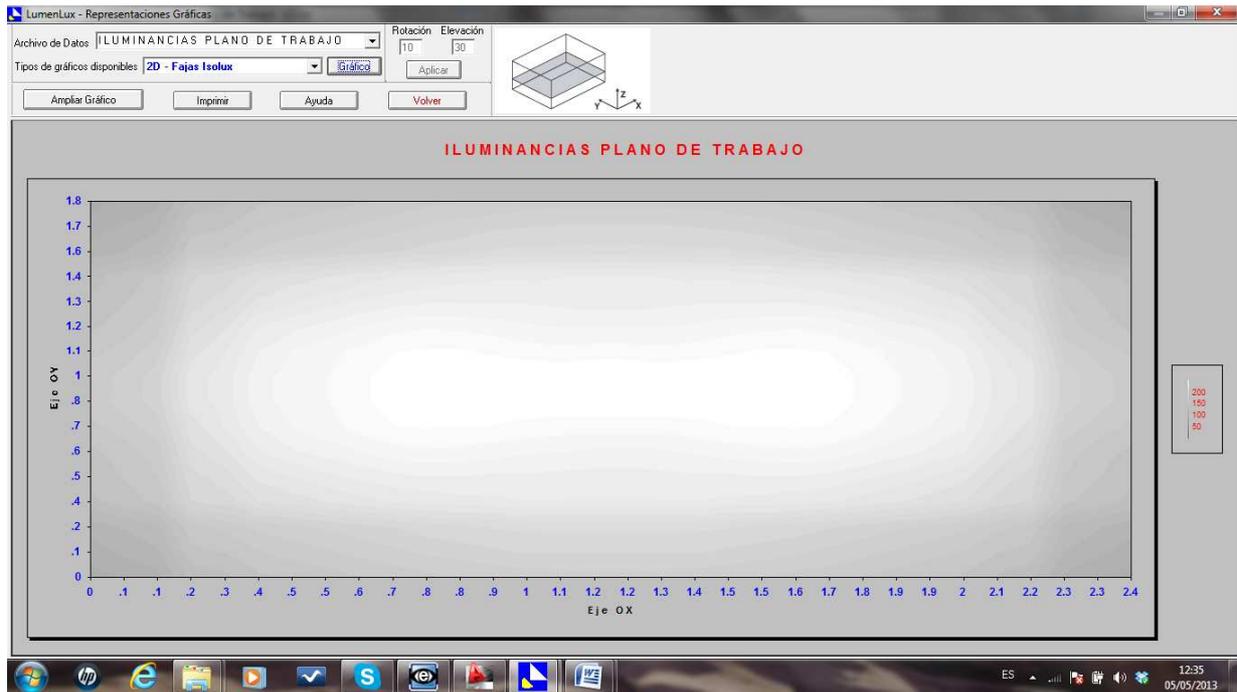
### ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

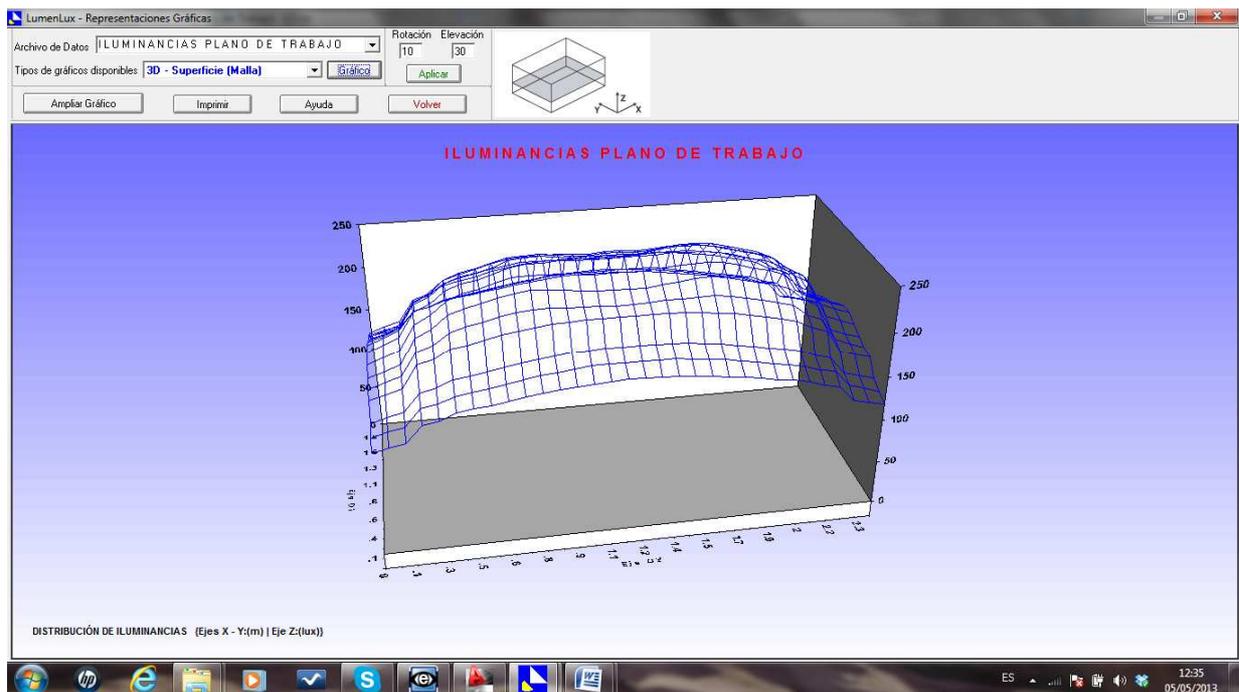
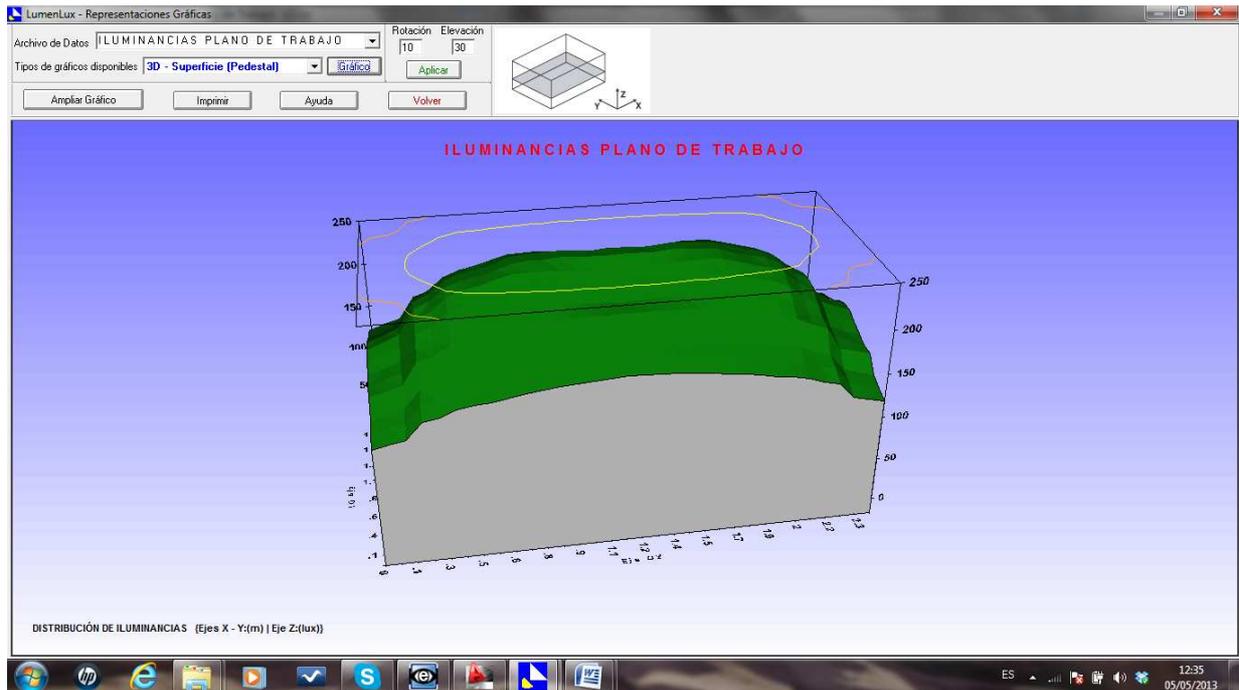
A / L	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6
1.8	119	123	126	144	147	154	156	159	161
1.7	125	129	134	152	155	162	165	167	170
1.6	131	135	140	160	163	170	173	176	179
1.4	146	152	157	181	186	195	199	202	206
1.3	150	155	161	186	192	204	209	213	217
1.2	154	159	166	193	202	216	221	225	230
1.1	160	165	173	200	209	223	230	234	238
1.0	165	171	179	206	213	227	233	236	241
0.8	165	172	179	206	213	227	233	236	241

Impresión      Ayuda      Volver      Gráficos

## RESULTADOS GRÁFICOS







ESTANTERIAS – POR SU FORMA IRREGULAR SE TOMARÁ COMO MUESTRA UNA SECCIÓN DEL CUARTO PISO

## INGRESO DE DATOS

### SELECCIÓN DE LUMINARIAS

LumenLux - (Exterior - Interior) | Archivo de Trabajo: ej1.int

Selección de luminarias para Interiores

**Luminarias Disponibles**

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos.

- ALBA 236
- ALBA 236 DP
- ALFA 2 250 W HQI-E
- ALFA 2 400 W HQI-E
- ARIES 228
- ARIES 254
- ASTRO 228

Más Información Curvas

Coef. Mantenimiento  %

**Lámparas Admitidas**

- FH 28 W/860
- FH 28 W/840
- FH 28 W/830

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
<input type="text" value="28"/> (W)	<input type="text" value="2580"/> (lm)	<input type="text" value="1 B"/>

Tono de Luz

Factor de Balasto %

Potencia eléctrica Total por Lámpara (W)

Flujo Luminoso de Cálculo (lm)

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas Imprimir

**Información de la Luminaria**

**ARIES T5**

**Cuerpo/marco:** de chapa zincada y prepintada con esquineros de PC. **Reflector/óptica:** doble parabólico de aluminio anodizado y abrigantado de alta pureza 99.85, con gran control de la emisión luminosa.

**Portalámparas:** en policarbonato con contactos de bronce

**Luminarias Seleccionadas**

Descripción	Lámpara
ARIES 228	FH 28 W/860
210-126	DULUX D 26 W/21-840

Luminarias Proyecto

## CARACTERISTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	30.55
Ancho	8.85
Altura	2.7
Plano de trabajo	.8

Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50

Altura

Ancho

Largo

0

Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación

Modelo: ARIES 228      Altura de Montaje (m): 2.7

Opción:  Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux):

Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias:

Botón de Comando - Regresa a la

Ayuda      Volver      Aceptar

Estimar

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo

Altura 2.7 m

Ancho 8.85 m

Largo 30.55 m

0

Parámetros de la Grilla

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	.238	.276	.8
Punto B	30.312	.276	.8
Punto C	.238	8.574	.8

Puntos sobre A-B: 64      Punto Inicial      Incrementos

Xo = .238 m      Dx = .477 m

Puntos sobre A-C: 16      Yo = .276 m      Dy = .553 m

Restaura Coordenadas Iniciales

Ayuda      Volver      Aceptar

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A    B    C    D

Modelo: ARIES 228

Factor de Balasto Luminaria: A

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias:

Posición Inicial (m):

Incremento entre Luminarias:

Eje (X)

Eje (Y)

Montaje (m):

Rotación (°):  (0 - 360)

Rot. Axial (°):  (0 - 180)

Inclinación (°):

X (m)= 34.75  

Y (m)= 4.11

Precisión del Cálculo

**Dimensiones**

Largo: 30.55 m   Ancho: 8.85 m   Altura: 2.7 m   Plano de trabajo: 0.8 m

**Zoom**    %     

Media    Alta

Botón de Comando - Permite guardar los datos

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto

**Datos y Resultados del Proyecto**

Número de Luminarias distintas 3      Coef. Mantenimiento 1.00

**Luminarias Utilizadas**

ARIES 228      Altura de Montaje: 2.69 m  
Flujo de lámparas: 5.1 klm  
Factor de Balasto: 100 %

210-126      Altura de Montaje: 2.70 m  
Flujo de lámparas: 1.8 klm  
Factor de Balasto: 100 %

210-126      Altura de Montaje: 2.70 m  
Flujo de lámparas: 1.8 klm  
Factor de Balasto: 100 %

Illuminancia Media (E<sub>med</sub>): 756.0 lux  
Illuminancia Mínima (E<sub>min</sub>): 94.0 lux  
Illuminancia Máxima (E<sub>máx</sub>): 1040.0 lux

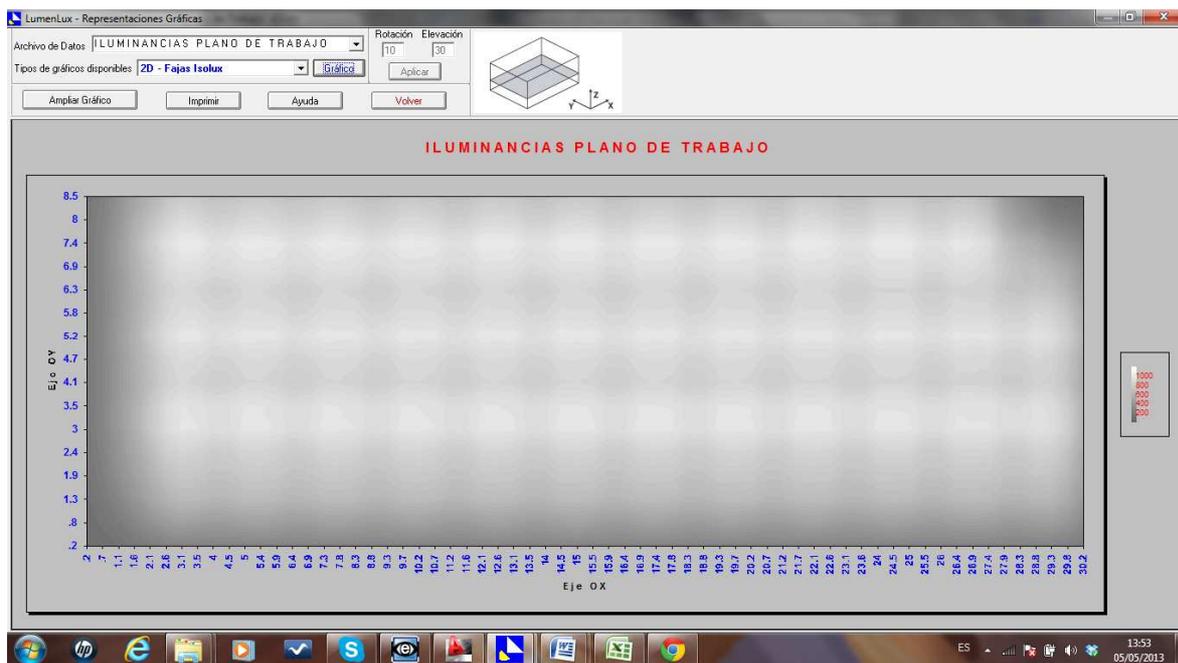
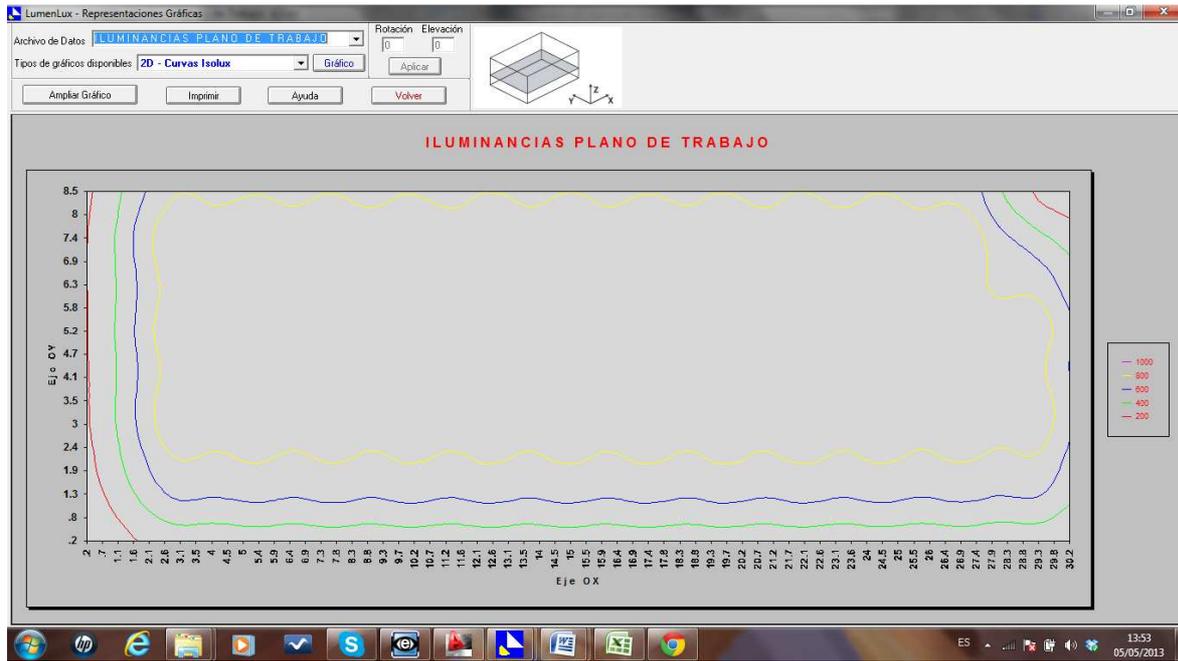
**G1 = E<sub>min</sub> / E<sub>med</sub> = 1 : 8**  
**G2 = E<sub>min</sub> / E<sub>máx</sub> = 1 : 11**

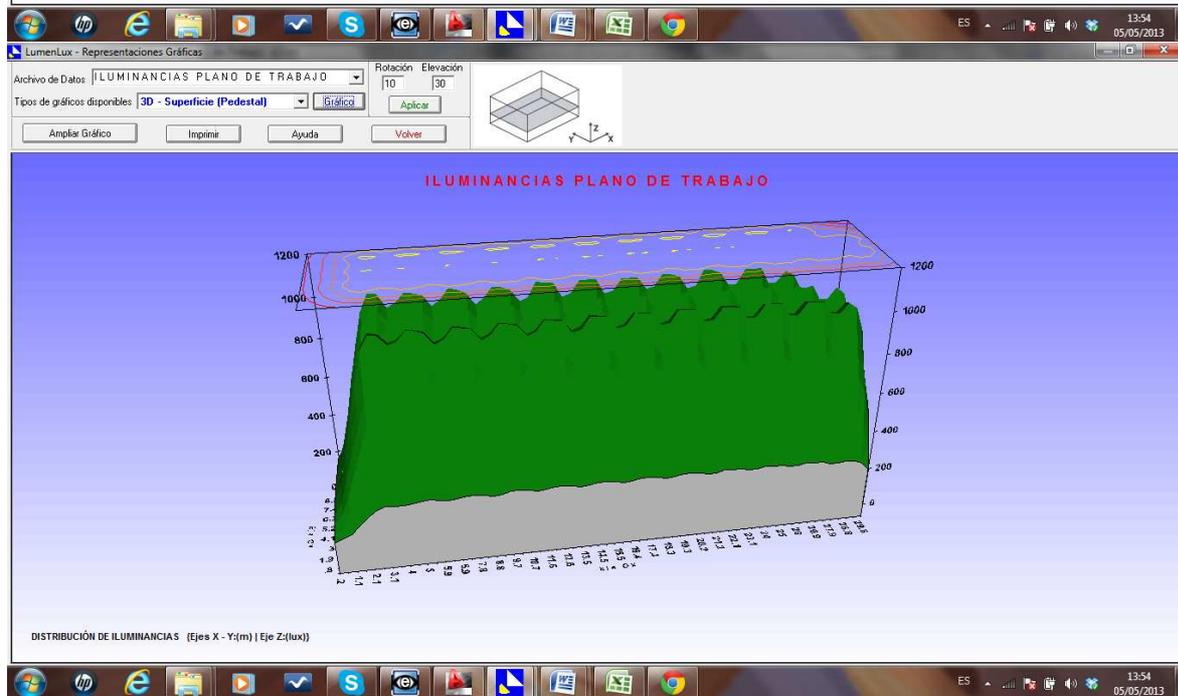
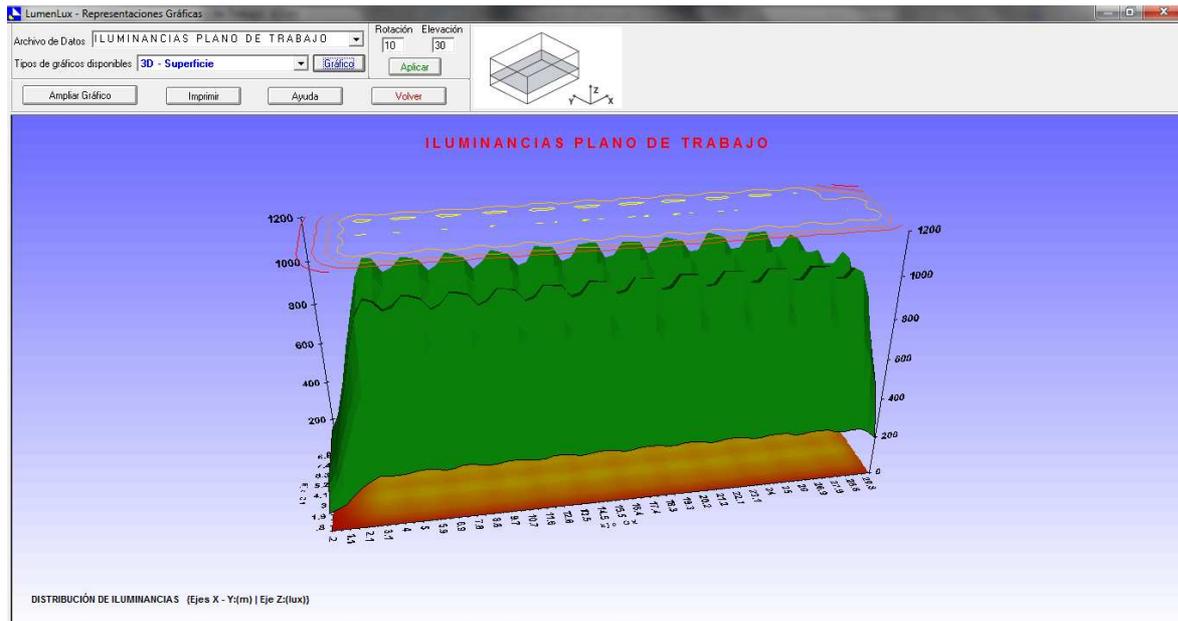
**ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO**

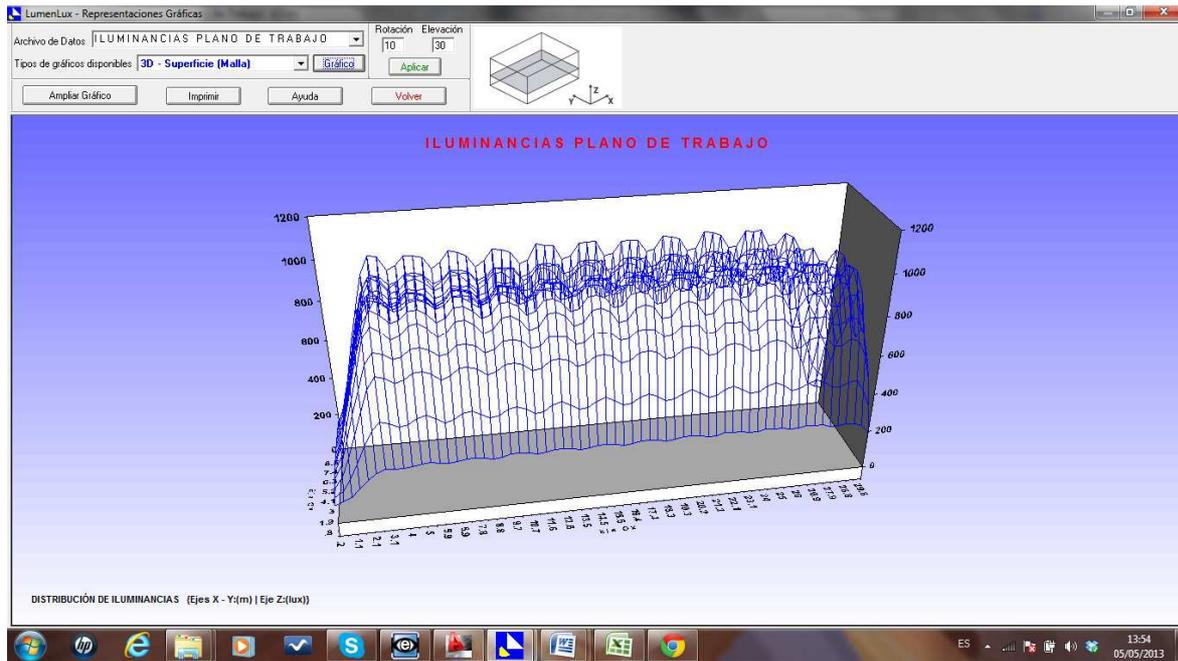
A / L	0.2	0.7	1.1	1.6	2.1	2.6	3.1	3.5	4.0
8.5	167	236	360	505	611	721	783	766	724
8.0	178	256	400	567	702	840	911	886	833
7.4	183	279	435	622	799	951	1036	1030	962
6.9	183	273	430	590	752	895	962	955	910
6.3	186	270	414	562	705	840	895	867	820
5.8	181	265	422	573	725	867	921	919	877
5.2	180	280	441	601	783	930	1002	1000	943
4.7	182	265	420	570	713	857	915	900	863
4.1	176	261	410	553	693	833	886	858	817

Impresión      Ayuda      **Volver**      Gráficos

# RESULTADOS GRÁFICOS







## SALAS DE TRABAJO

### INGRESO DE DATOS

### SELECCIÓN DE LUMINARIAS

LumenLux - (Exterior - Interior) | Archivo de Trabajo: No Ingresado

Selección de luminarias para Interiores

**Luminarias Disponibles**

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos.

ALBA 236  
ALBA 236 DP  
ALFA 2 250 W HQI-E  
ALFA 2 400 W HQI-E  
**ARIES 228**  
ARIES 254  
ASTRO 228

Más Información Curvas

Coef. Mantenimiento 100 %

**Información de la Luminaria**

**ARIES T5**

**Cuerpo/marco:** de chapa zincada y prepintada con esquineros de PC. **Reflector/óptica:** doble parabólico de aluminio anodizado y abrigantado de alta pureza 99.85, con gran control de la emisión luminosa.  
**Portalámparas:** en policarbonato con contactos de bronce

**Luminarias Seleccionadas**

Descripción	Lámpara
ARIES 228	FH 28 W/860

**Lámparas Admitidas**

FH 28 W/860  
FH 28 W/840  
FH 28 W/830

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
28 (W)	2580 (lm)	1 B

Tono de Luz  
Luz Día

Factor de Balasto % 100

Potencia eléctrica Total por Lámpara (W)

Flujo Luminoso de Cálculo (lm) 2580

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas Imprimir

Luminarias Proyecto

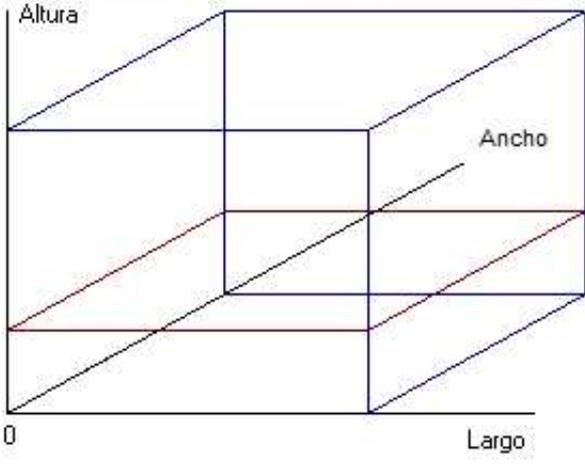
Agregar Eliminar Blanquear

Ayuda Volver Aceptar

## CARACTERÍSTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	3.41
Ancho	3.07
Altura	2.7
Plano de trabajo	.8



Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50

**Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación**

Modelo: ARIES 228      Altura de Montaje (m): 2.7

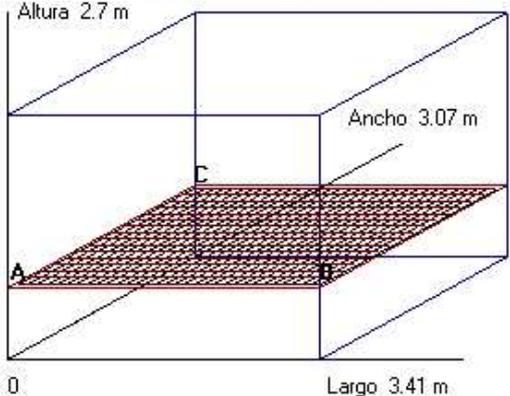
Opción:  Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux):

Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias:

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Ayuda      Volver      Aceptar      Estimar

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo



Altura 2.7 m      Ancho 3.07 m      Largo 3.41 m

**Parámetros de la Grilla**

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	.054	.096	.8
Punto B	3.356	.096	.8
Punto C	.054	2.974	.8

Puntos sobre A-B: 32      Punto Inicial: Xo = .054 m      Incrementos: Dx = .107 m

Puntos sobre A-C: 16      Yo = .096 m      Dy = .192 m

Restaura Coordenadas Iniciales

Ayuda      Volver      Aceptar

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A  B  C  D

Modelo: ARIES 228

Factor de Balasto Luminaria: A

100

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias: 1

Posición Inicial (m): 1.72

Incremento entre Luminarias:

Eje (X): 1

Eje (Y): 2

Montaje (m): 2.7

Rotación (°): 0 - 360

Rot. Axial (°): 0 - 180

Inclinación (°):

Agregar Limpiar

X (m)= 4.82

Y (m)= 3.35

Ref. Geométricas

Ayuda

Modificar Tabla

Volver Inicial

Leer Guardar

Precisión del Cálculo

Baja

Media

Alta

**Dimensiones**

Largo: 3.41 m Ancho: 3.07 m Altura: 2.7 m Plano de trabajo: 0.8 m

Zoom 100

## RESULTADOS NUMÉRICOS

**Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto**

**Datos y Resultados del Proyecto**

Número de Luminarias distintas 1      Coef. Mantenimiento 1.00

**Luminarias Utilizadas**

ARIES 228      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 5.1 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

Iluminancia Media (Emed): 551.0 lux  
 Iluminancia Mínima (Emin): 207.0 lux  
 Iluminancia Máxima (Emáx): 939.0 lux

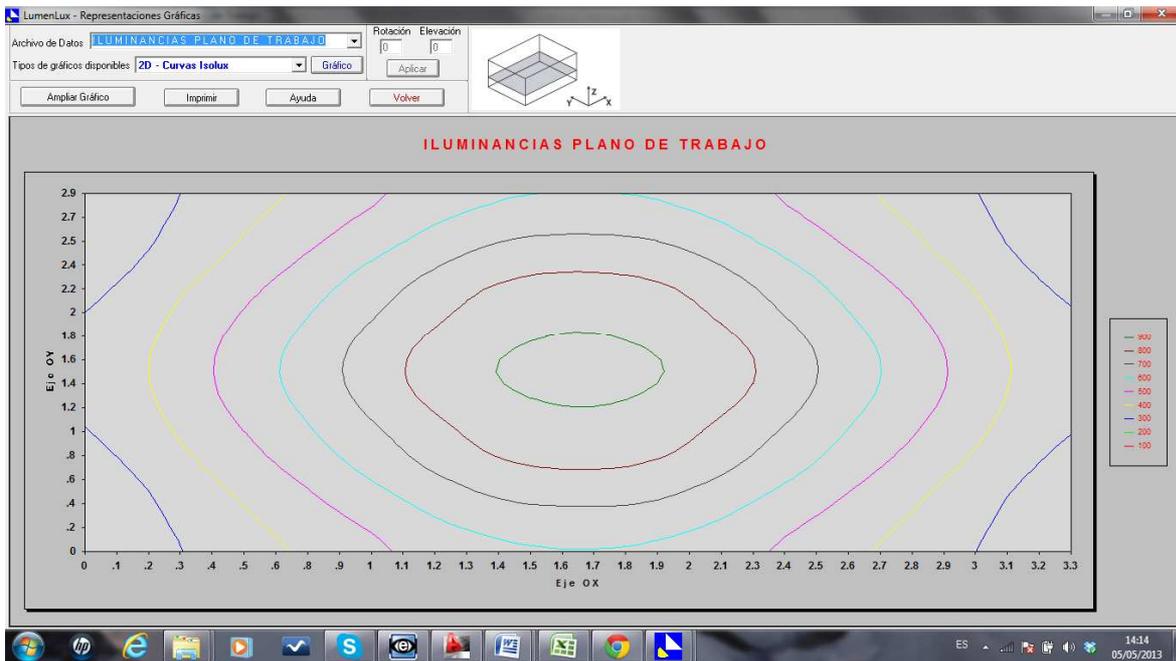
**G1 = Emin / Emed = 1 : 2.6**  
**G2 = Emin / Emáx = 1 : 4.5**

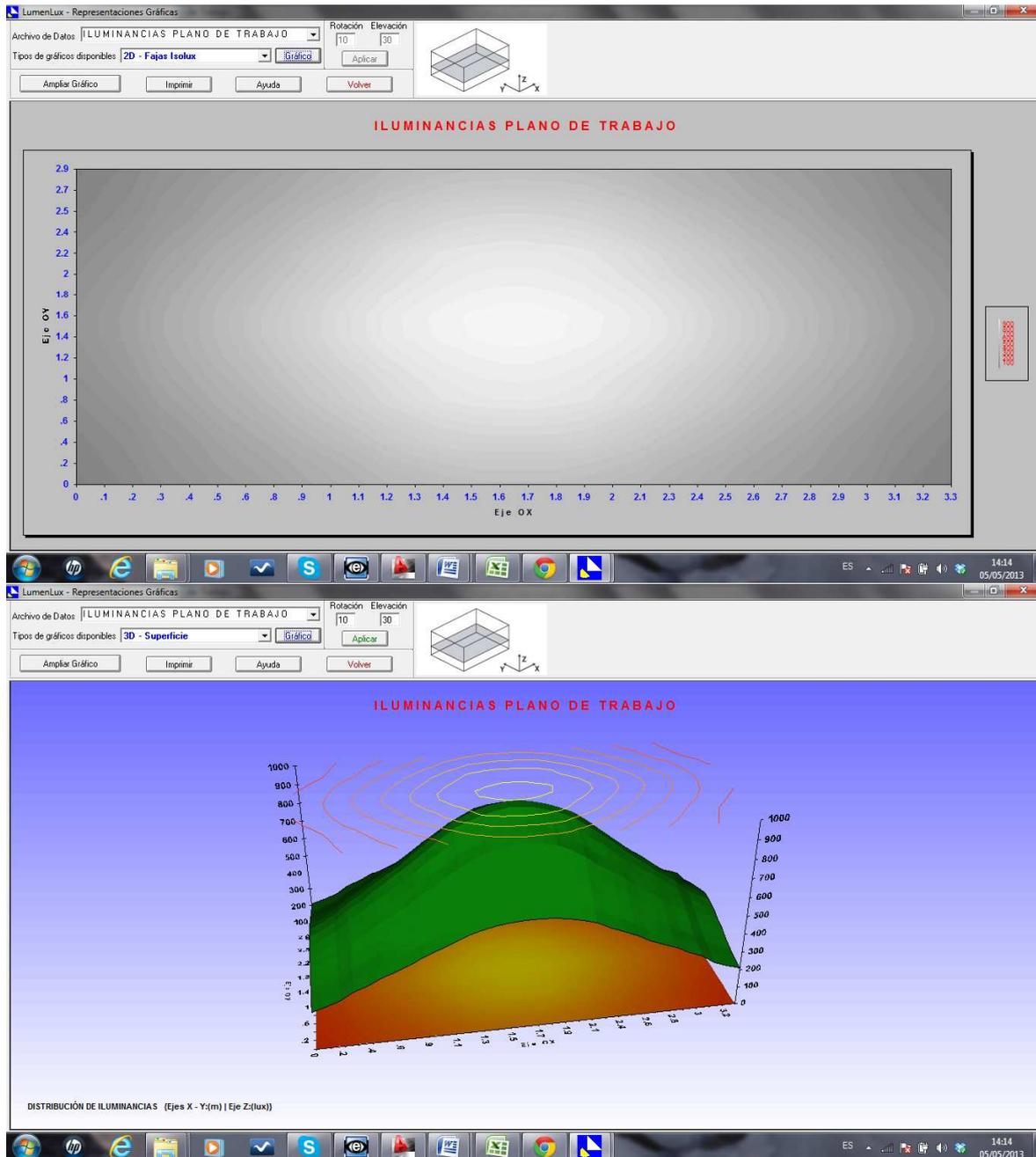
**ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO**

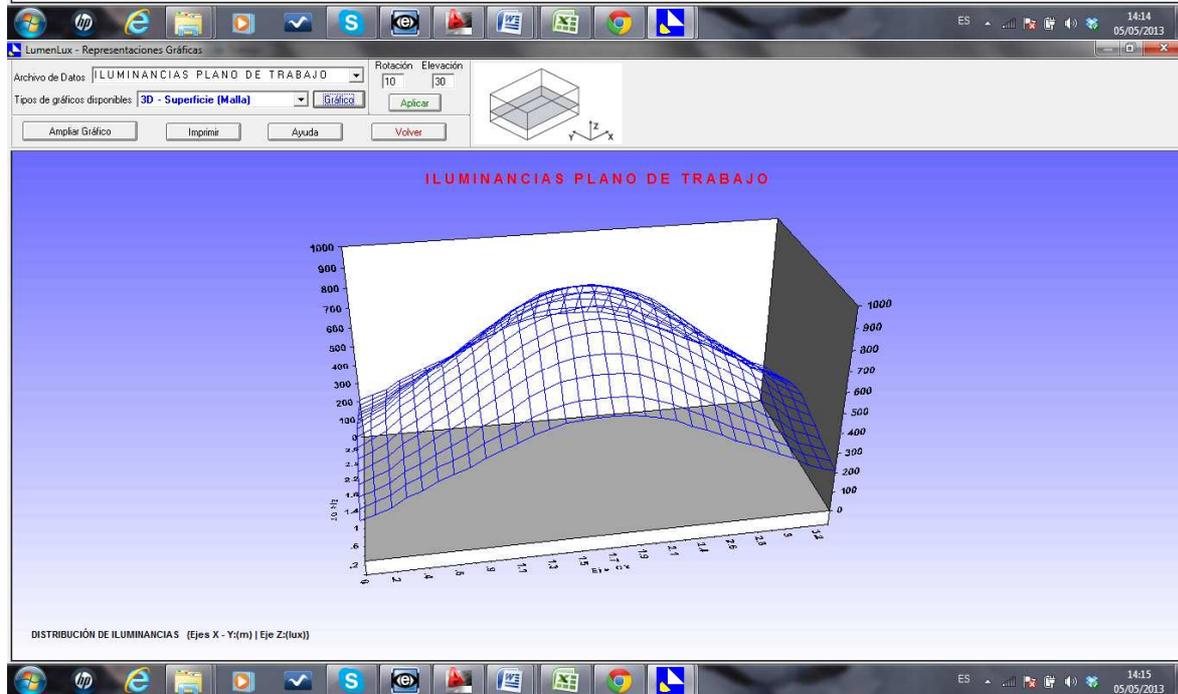
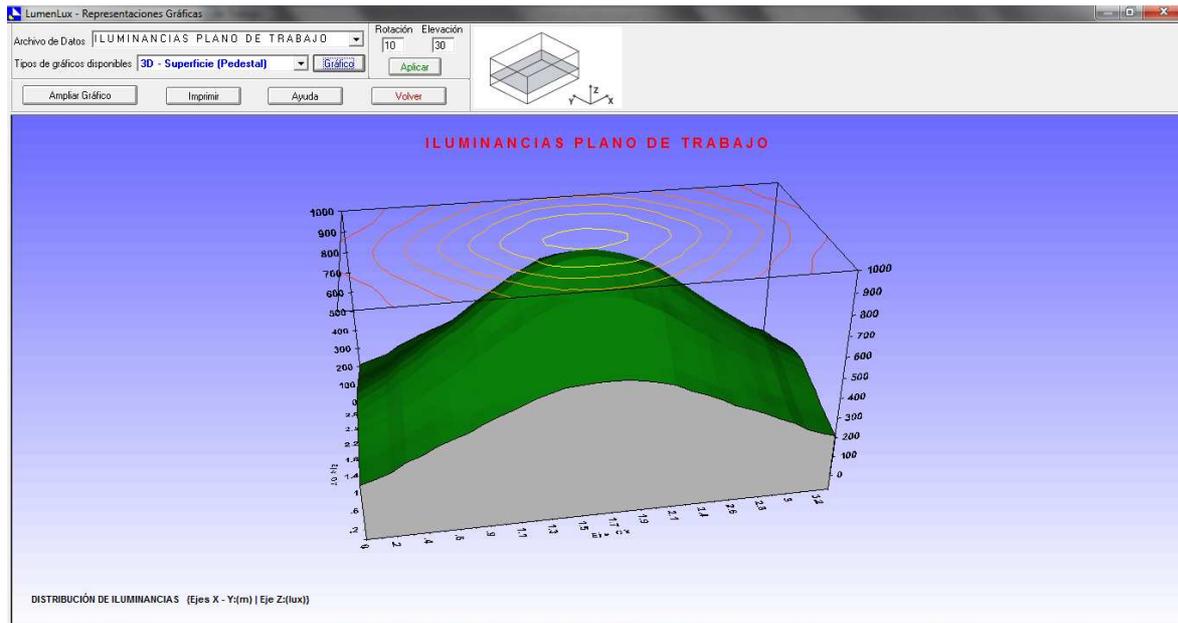
A / L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9
2.9	209	231	255	299	326	361	386	414	451
2.7	221	246	271	318	347	384	413	442	480
2.5	233	259	288	335	366	408	442	478	524
2.4	252	280	310	361	395	441	479	520	567
2.2	276	305	338	393	431	478	518	561	611
2.0	295	328	363	419	459	505	549	595	640
1.8	311	347	384	441	484	534	576	623	675
1.6	325	359	397	456	498	548	596	644	697
1.4	324	357	396	454	497	547	594	643	695

Impresión    Ayuda    Volver    Gráficos

**RESULTADOS GRÁFICOS**







## SALAS DE REUNIONES

## INGRESO DE DATOS

## SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Selección de luminarias para Interiores

### Luminarias Disponibles

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos.

- 210-126
- 230-150
- 230-70
- ALBA 236
- ALBA 236 DP
- ALFA 2 250 W HQI-E
- ALFA 2 400 W HQI-E

Más Información    Curvas

Coef. Mantenimiento    100 %



### Lámparas Admitidas

- DULUX D 26 W/21-840
- DULUX D 26 W/31-830
- DULUX D 26 W/41-827
- DULUX D/E 26 W/21-840
- DULUX D/E 26 W/31-830
- DULUX D/E 26 W/41-827

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
26 (W)	1800 (lm)	1.8

Tono de Luz  
LUMILUX Blanco

Factor de Balasto %    100

Potencia eléctrica Total por Lámpara [W]   

Flujo Luminoso de Cálculo (lm)    1800

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas    Imprimir

### Información de la Luminaria

**210**

**Cuerpo/marco:** de policarbonato inyectado color blanco.  
**Reflector/óptica:** de policarbonato inyectado metalizado.  
**Portalámparas:** en PBT GF con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, T140.  
**Cableado:** cable rígido de sección 0.50 mm<sup>2</sup>, aislación de PVC 15 mm<sup>2</sup>.

### Luminarias Seleccionadas

Descripción	Lámpara
ARIES 228	FH 28 W/860
210-126	DULUX D 26 W/21-840

Luminarias    Proyecto

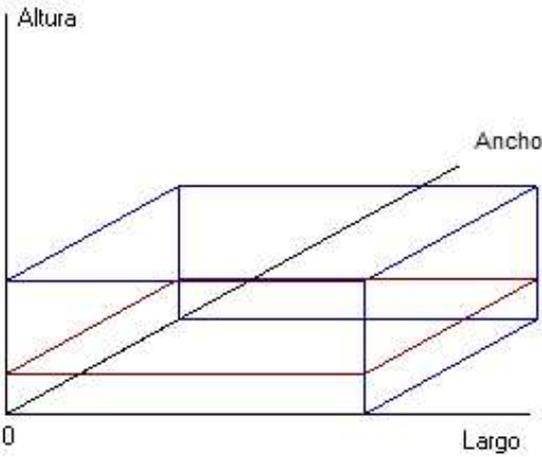
Agregar    Eliminar    Blanquear

Ayuda    Volver    Aceptar

## CARACTERISTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	7.2
Ancho	5.23
Altura	2.7
Plano de trabajo	.8



Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50

**Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación**

Modelo: ARIES 228      Altura de Montaje (m): 2.7

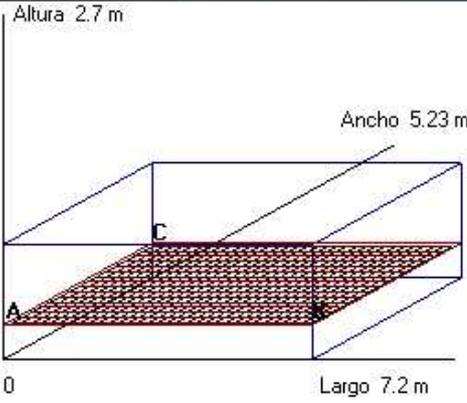
Opción:  Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux):

Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias:

Para realizar **Panel para el Cálculo Rápido de valores medios de iluminación** kaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Ayuda      Volver      Aceptar      Estimar

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo



Altura 2.7 m      Ancho 5.23 m      Largo 7.2 m

**Parámetros de la Grilla**

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	.112	.164	.8
Punto B	7.088	.164	.8
Punto C	.112	5.066	.8

Puntos sobre A-B: 32      Punto Inicial: Xo = .112 m      Incrementos: Dx = .225 m

Puntos sobre A-C: 16      Yo = .164 m      Dy = .327 m

Restaura Coordenadas Iniciales

Ayuda      Volver      Aceptar

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A  B  C  D

Modelo: 210-126

Factor de Balasto Luminaria: B

100 100

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias: 1

Posición Inicial (m): 0.75

Incremento entre Luminarias: 2

Montaje (m): 2.7

Rotación (°): (0 - 360) 0

Rot. Axial (°): (0 - 180)

Inclinación (°):

Pared 3

Pared 4

Pared 2

Pared 1

X (m)= 2.53

Y (m)= 5.71

**Precisión del Cálculo**

Baja

Media

Alta

**Dimensiones**      **Zoom**

Largo: 7.2 m    Ancho: 5.23 m    Altura: 2.7 m    Plano de trabajo: 0.8 m    100 %

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto

**Datos y Resultados del Proyecto**

Número de Luminarias distintas: 2      Coef. Mantenimiento: 1.00

**Luminarias Utilizadas**

ARIES 228      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 5.1 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

210-126      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 1.8 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

Illuminancia Media (E<sub>med</sub>): 644.0 lux  
 Illuminancia Mínima (E<sub>min</sub>): 100.0 lux  
 Illuminancia Máxima (E<sub>máx</sub>): 1001.0 lux

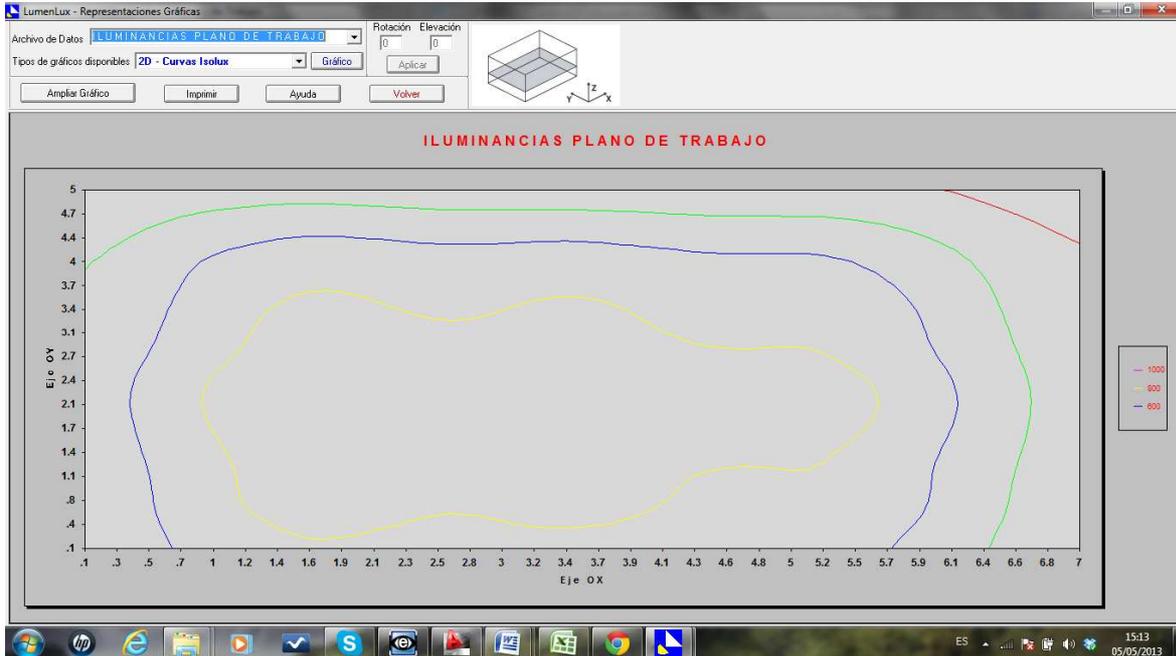
**G1 = E<sub>min</sub> / E<sub>med</sub> = 1 : 6.4**  
**G2 = E<sub>min</sub> / E<sub>máx</sub> = 1 : 9.9**

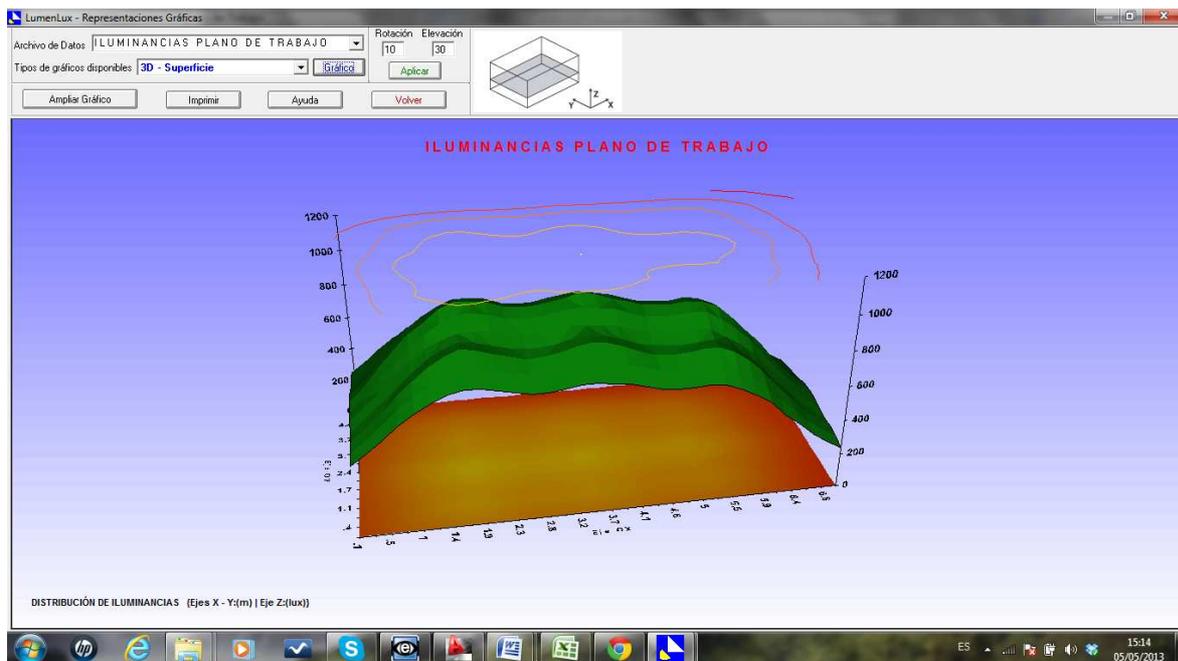
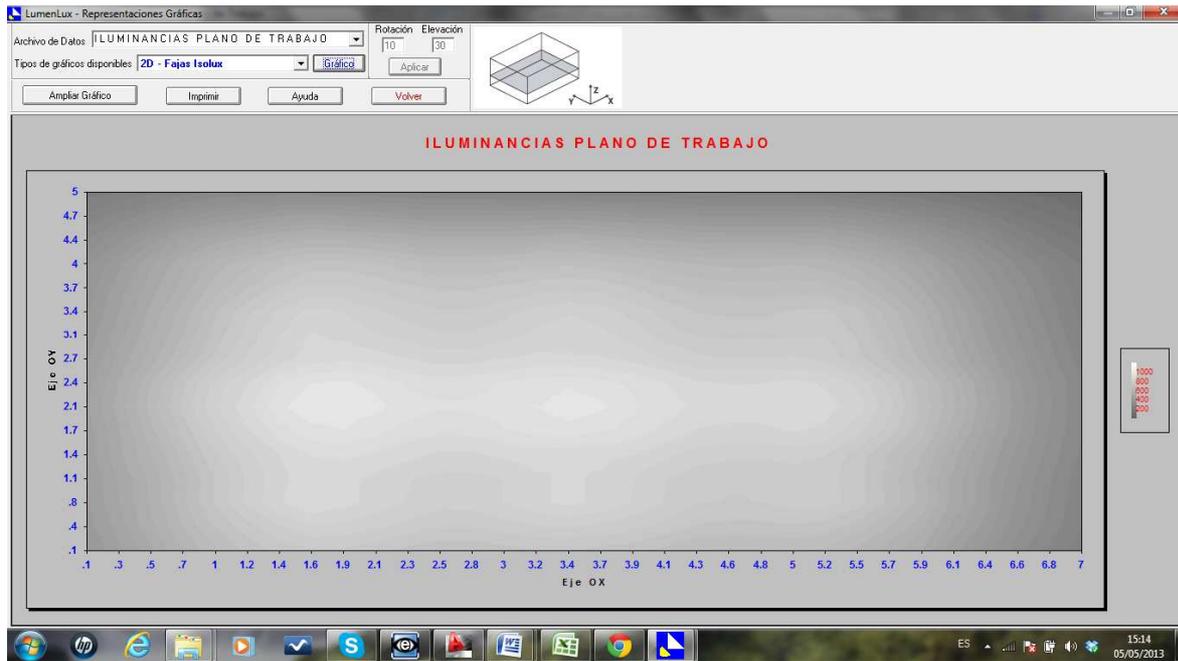
**ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO**

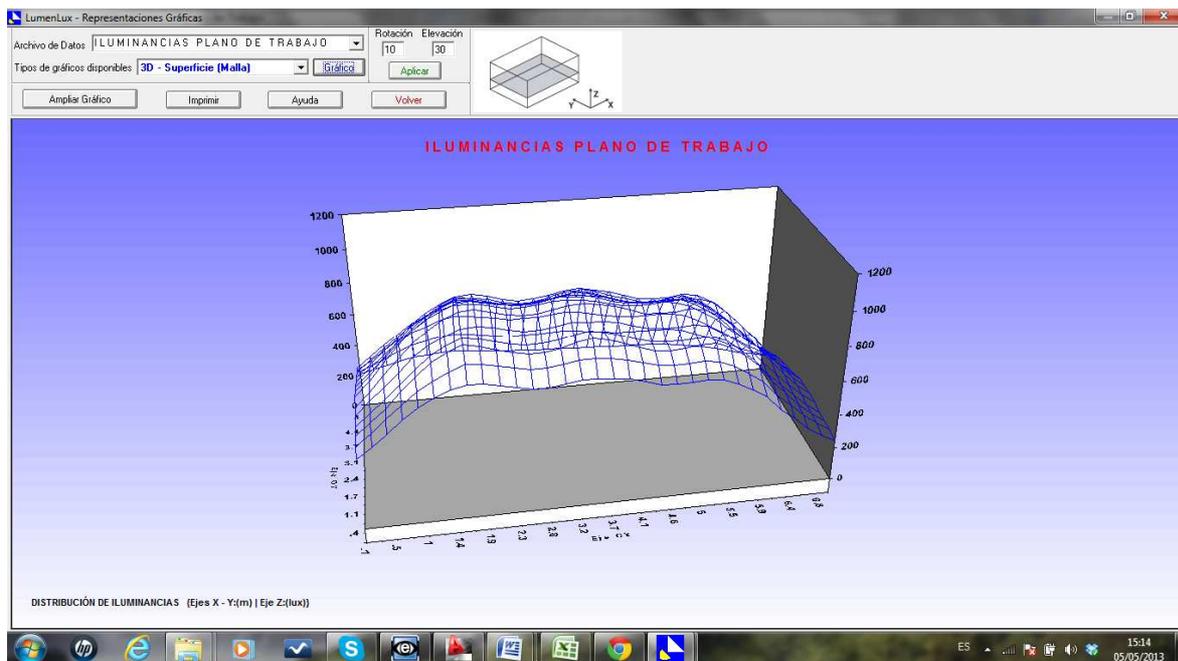
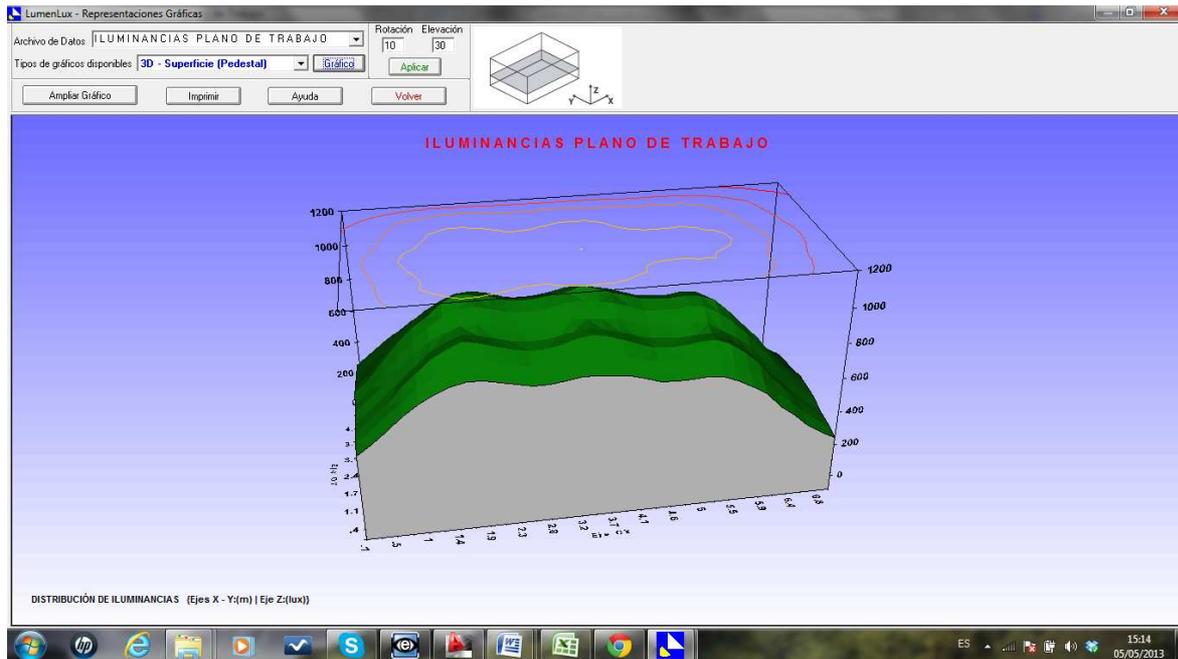
A / L	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9
5.0	209	232	253	276	295	301	305	309	303
4.7	268	305	343	387	417	434	457	466	456
4.4	330	381	442	500	541	568	601	620	613
4.0	387	447	515	574	633	669	706	728	730
3.7	403	471	538	598	666	715	757	791	788
3.4	418	487	559	630	709	771	819	856	843
3.1	434	506	578	648	727	793	842	878	869
2.7	451	528	601	678	758	817	859	894	904
2.4	474	553	649	739	823	875	938	973	978

Impresión    Ayuda    Volver    Gráficos

## RESULTADOS GRÁFICOS







## OFICINA – ARCHIVO DE LENGUAS

### INGRESO DE DATOS

### SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Selección de luminarias para Interiores

#### Luminarias Disponibles

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos.

- 230-150
- 230-70
- ALBA 236
- ALBA 236 DP
- ALFA 2 250 W HQI-E
- ALFA 2 400 W HQI-E
- ARIES 228

Más Información    Curvas

Coef. Mantenimiento    100 %



#### Lámparas Admitidas

- FH 28 W/860
- FH 28 W/840
- FH 28 W/830

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
28 (W)	2580 (lm)	1 B

Tono de Luz  
Luz Día

Factor de Balasto %    100

Potencia eléctrica Total por Lámpara (W)   

Flujo Luminoso de Cálculo (lm)    2580

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas    Imprimir

#### Información de la Luminaria

**ARIES T5**

**Cuerpo/marco:** de chapa zincada y prepintada con esquineros de PC. **Reflector/óptica:** doble parabólico de aluminio anodizado y abrigantado de alta pureza 99.85, con gran control de la emisión luminosa.

**Portalámparas:** en policarbonato con contactos de bronce

#### Luminarias Seleccionadas

Descripción	Lámpara
210-126	DULUX D 26 W/21-840
ARIES 228	FH 28 W/860

Luminarias

Agregar    Eliminar

Ayuda    Volver

Proyecto

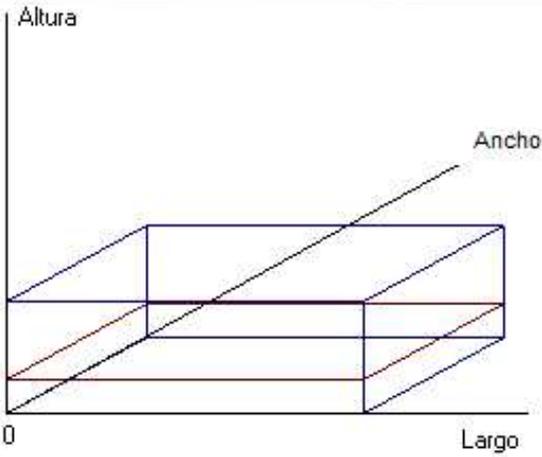
Blanquear

Aceptar

## CARACTERISTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	8.64
Ancho	5.085
Altura	2.7
Plano de trabajo	.8



Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50

**Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación**

Modelo: 210-126      Altura de Montaje (m): 2.7

Opción:  Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux):

Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias:

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

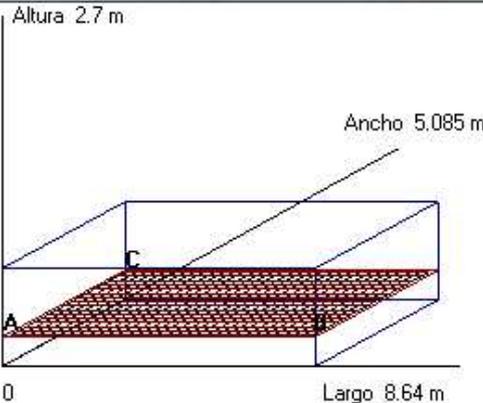
Botón de Comando - Acepta los parámetros

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo

Altura 2.7 m

Ancho 5.085 m

Largo 8.64 m



**Parámetros de la Grilla**

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	.135	.159	.8
Punto B	8.505	.159	.8
Punto C	.135	4.926	.8

Puntos sobre A-B: 32      Punto Inicial:  $X_0 = .135$  m      Incrementos:  $Dx = .27$  m

Puntos sobre A-C: 16       $Y_0 = .159$  m       $Dy = .318$  m

Restaura Coordenadas Iniciales

Ayuda      Volver      Aceptar

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A    B    C    D

Modelo: 210-126

Factor de Balasto Luminaria: A

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias:

Posición Inicial (m):

Incremento entre Luminarias:

Montaje (m):

Rotación (°):   
(0 - 360)

Rot. Axial (°):   
(0 - 180)

Inclinación (°):

X (m)=

Y (m)=

Precisión del Cálculo

Baja

Media

Alta

Pared 3

Pared 4      Pared 2

Pared 1

**Dimensiones**

Largo: 8.64 m    Ancho: 5.085 m    Altura: 2.7 m    Plano de trabajo: 0.8 m

**Zoom**

%

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto

### Datos y Resultados del Proyecto

Número de Luminarias distintas 2      Coef. Mantenimiento 1.00

#### Luminarias Utilizadas

210-126      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 1.8 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

ARIES 228      Altura de Montaje: 2.70 m  
 Flujo de lámparas: 5.1 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

Illuminancia Media (E<sub>med</sub>): 748.0 lux  
 Illuminancia Mínima (E<sub>min</sub>): 135.0 lux  
 Illuminancia Máxima (E<sub>máx</sub>): 1192.0 lux

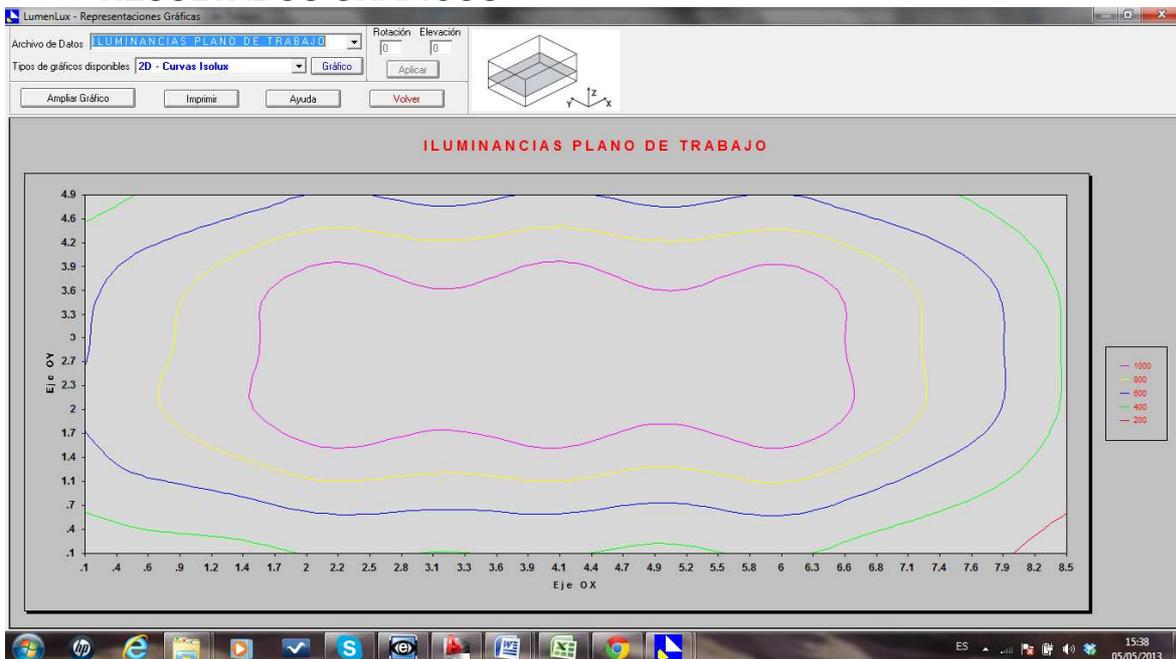
**G1 = E<sub>min</sub> / E<sub>med</sub> = 1 : 5.5**  
**G2 = E<sub>min</sub> / E<sub>máx</sub> = 1 : 8.8**

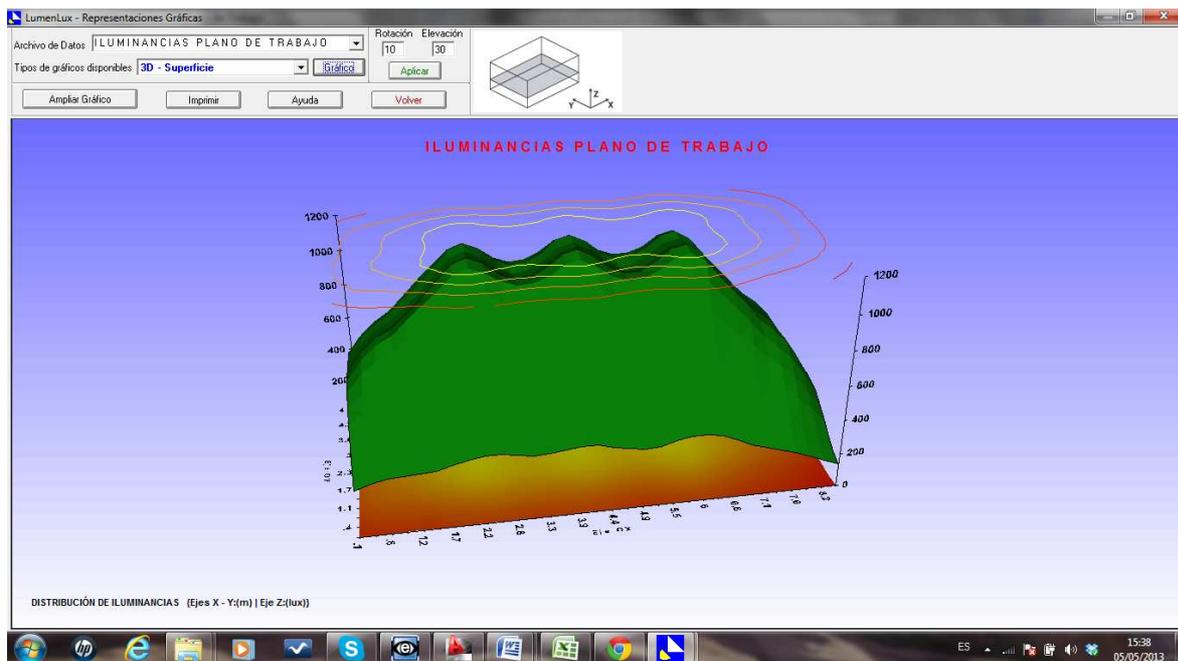
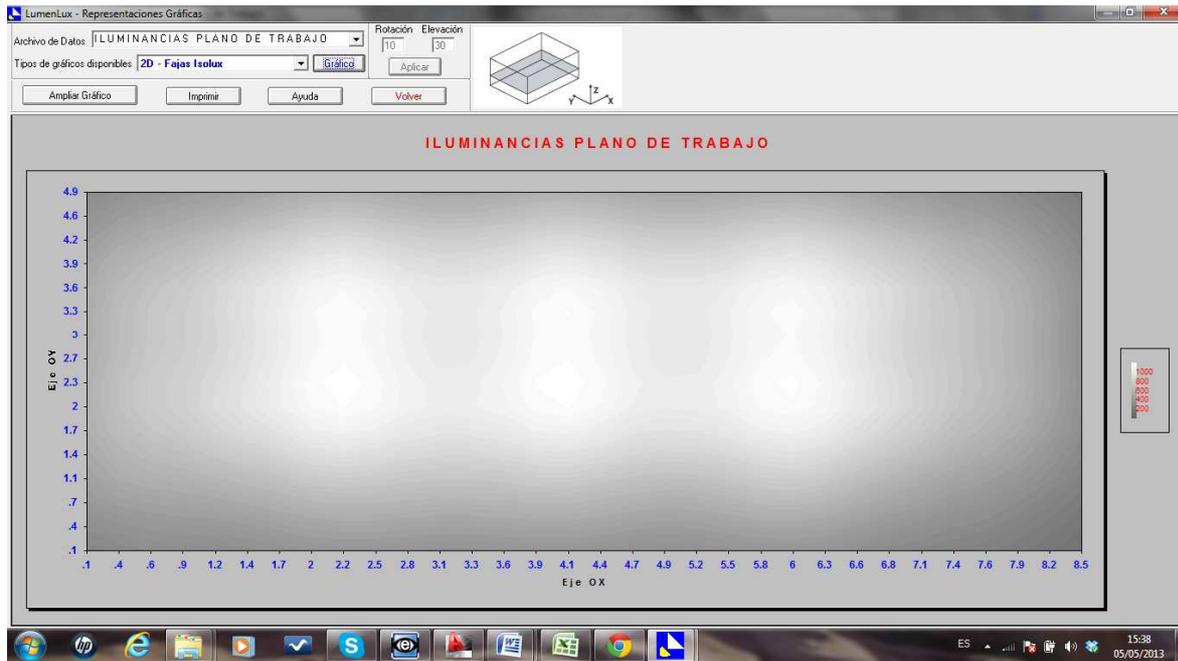
### ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

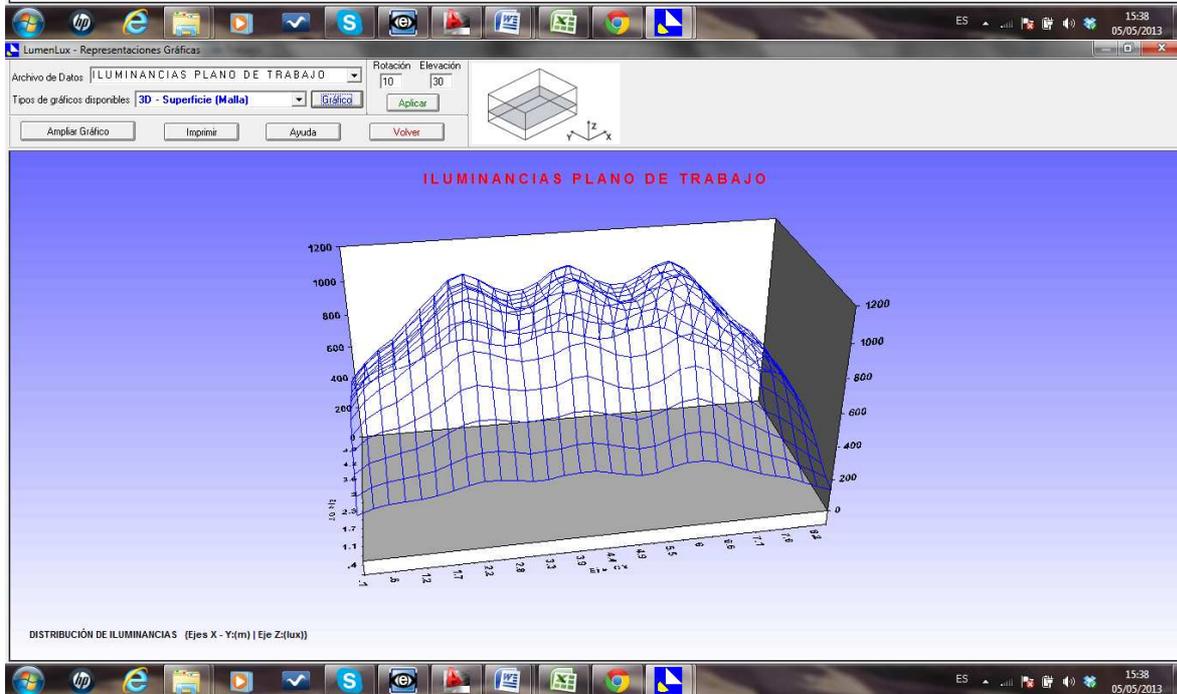
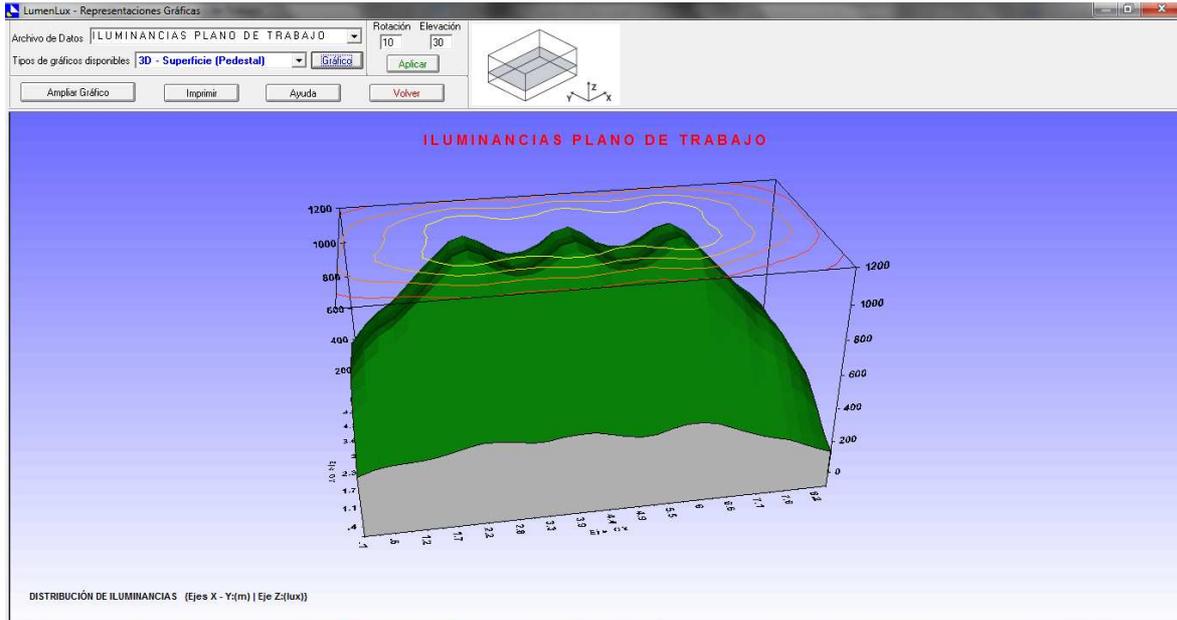
A / L	0.1	0.4	0.6	0.9	1.2	1.4	1.7	2.0	2.2
4.9	314	364	401	432	457	497	541	580	592
4.6	380	443	487	525	569	620	672	726	745
4.2	446	530	588	637	700	764	825	888	909
3.9	510	607	668	720	799	871	935	1009	1038
3.6	550	657	731	788	871	953	1026	1103	1132
3.3	565	680	755	805	879	959	1045	1133	1163
3.0	567	677	755	804	869	949	1038	1126	1153
2.7	576	686	766	814	878	958	1045	1134	1162
2.3	598	713	790	835	907	983	1071	1158	1189

Impresión    Ayuda    Volver    Gráficos

## RESULTADOS GRÁFICOS







## ESTACIONAMIENTOS

## INGRESO DE DATOS

## SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Selección de luminarias para Interiores

**Luminarias Disponibles**

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos:

LUX 258 D  
LUX 258 M  
MAREA 118  
MAREA 136  
MAREA 158  
MAREA 218  
MAREA 236

Más Información Curvas

Coef. Mantenimiento 100 %



Luminaria Orientable

**Información de la Luminaria**

**MAREA**

**Cuerpo:** de policarbonato autoextinguible V2 inyectado, con burlete de poliuretano y prensacable estanco PG13.5  
**Reflector/óptica:** de chapa galvanizada y prepintada poliéster blanca. Difusor: de policarbonato inyectado, estabilizado para rayos UV, prismático internamente y con

**Luminarias Seleccionadas**

Descripción	Lámpara
MAREA 236	L 36/12-950
MAREA 236	L 36/12-950

**Lámparas Admitidas**

L 36/12-950  
L 36/32-930  
L 36/20  
L 36/21-840 PLUS  
L 36/31-830 PLUS  
L 36/41-827 PLUS

Potencia Nominal 36 (w) Flujo Nominal 2350 (lm) Reproducción Cromática 1 A

Tono de Luz  
LUMILUX de Luxe Luz Día

Factor de Balasto % 89

Potencia eléctrica Total por Lámpara (w)

Flujo Luminoso de Cálculo (lm) 2091.5

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas Imprimir

Luminarias Proyecto

Agregar Eliminar Blanquear

Ayuda Volver Aceptar

## CARACTERÍSTICAS DEL AREA

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	21.63
Ancho	11
Altura	3
Plano de trabajo	.8

Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50

Esquema del volumen del Local.

Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación

Modelo: MAREA 236      Altura de Montaje (m): 3

Opción:  Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux):

Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias:

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo.  
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Ayuda      Volver      Aceptar

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo

Altura 3 m

Ancho 11 m

Largo 21.63 m

Parámetros de la Grilla

Coordenadas	X	Y	Z
Punto A	.169	.172	.8
Punto B	21.461	.172	.8
Punto C	.169	10.828	.8

Puntos sobre A-B: 64      Punto Inicial: Xo = .169 m      Incrementos: Dx = .338 m

Puntos sobre A-C: 32      Yo = .172 m      Dy = .344 m

Restaura Coordenadas Iniciales

Ayuda      Volver      Aceptar

## DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

**Luminarias**

A  B  C  D

Modelo: MAREA 236

Factor de Balasto Luminaria: B

**Distribución**

Automática

Manual - Bloque

Individuales

**Posición**

Número de Luminarias:

Posición Inicial (m):

Incremento entre Luminarias:

Montaje (m):

Rotación (°):  (0 - 360)

Rot. Axial (°):  (0 - 180)

Inclinación (°):

X (m)=

Y (m)=

Precisión del Cálculo

Baja

Media

Alta

Pared 3

Pared 4

Pared 2

Pared 1

**Dimensiones**

Largo: 21.63 m    Ancho: 11 m    Altura: 3 m    Plano de trabajo: 0.8 m

**Zoom**

%

Botón de Comando - Solicita la Ayuda c

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto

### Datos y Resultados del Proyecto

Número de Luminarias distintas 2      Coef. Mantenimiento 1.00

#### Luminarias Utilizadas

**MAREA 236**      Altura de Montaje: 3.00 m  
 Flujo de lámparas: 4.7 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

**MAREA 236**      Altura de Montaje: 3.00 m  
 Flujo de lámparas: 4.7 klm  
 Factor de Balasto: 100 %

Illuminancia Media (E<sub>med</sub>): 108.0 lux  
 Illuminancia Mínima (E<sub>min</sub>): 41.0 lux  
 Illuminancia Máxima (E<sub>máx</sub>): 247.0 lux

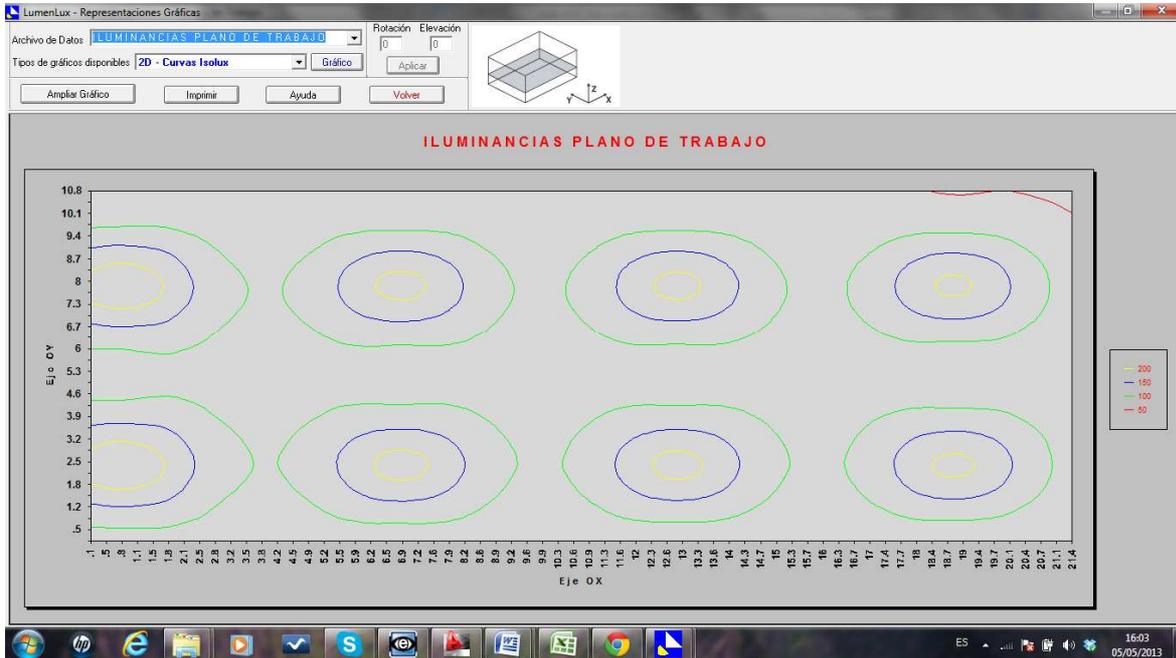
**G1 = E<sub>min</sub> / E<sub>med</sub> = 1 : 2.6**  
**G2 = E<sub>min</sub> / E<sub>máx</sub> = 1 : 5.9**

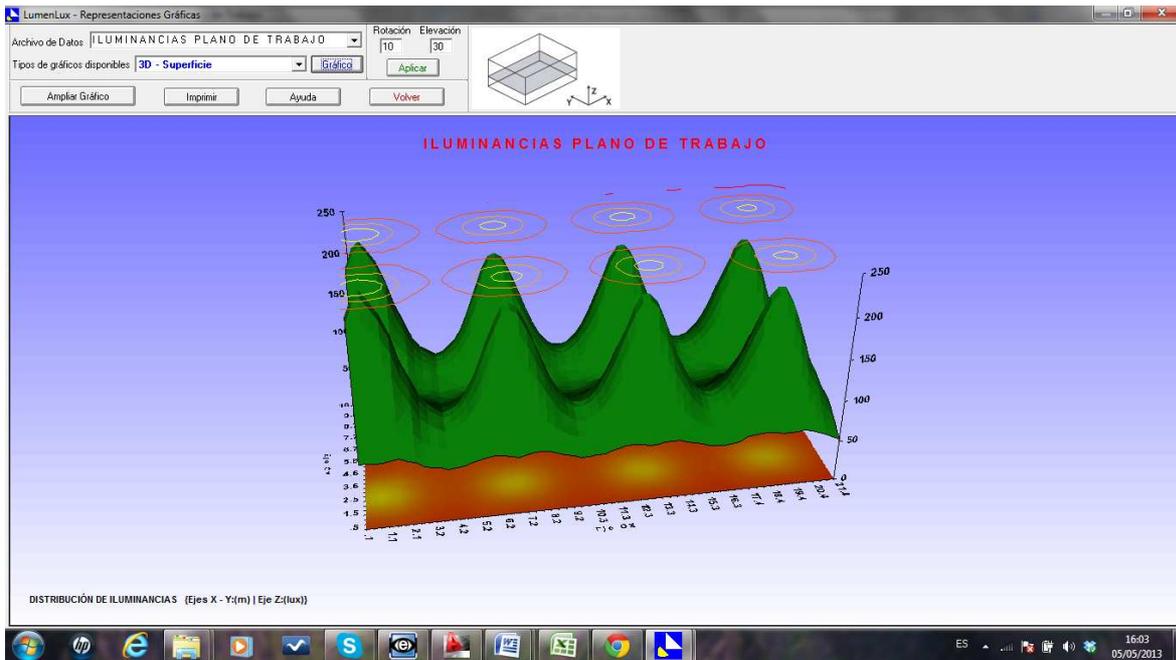
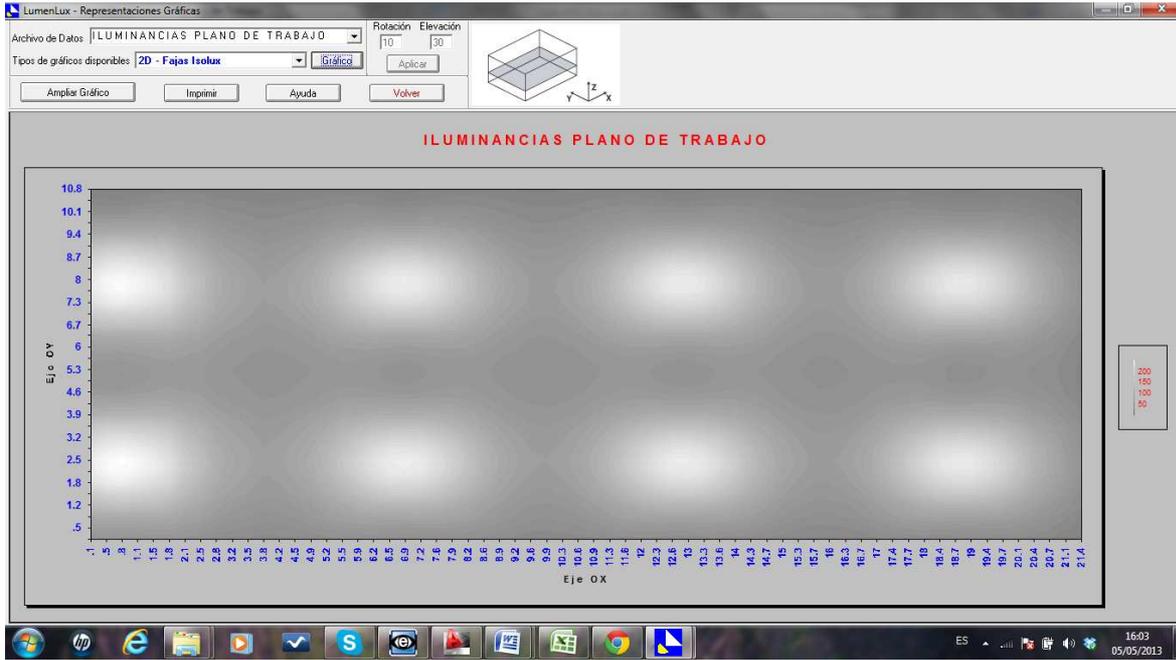
### ILUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO

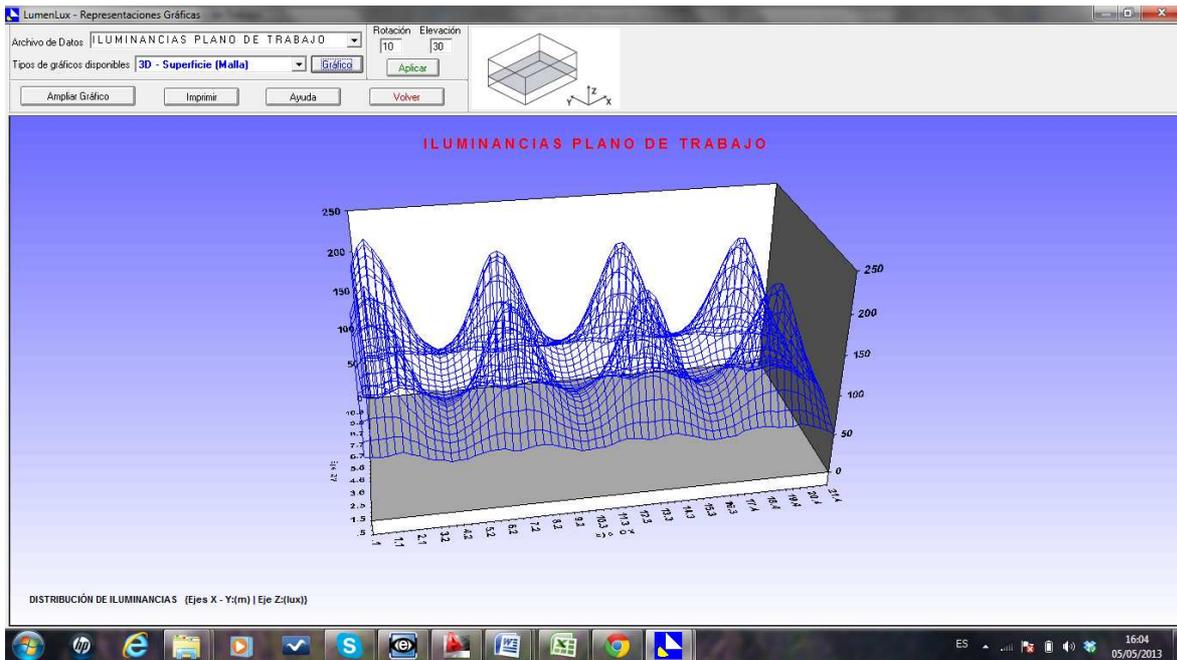
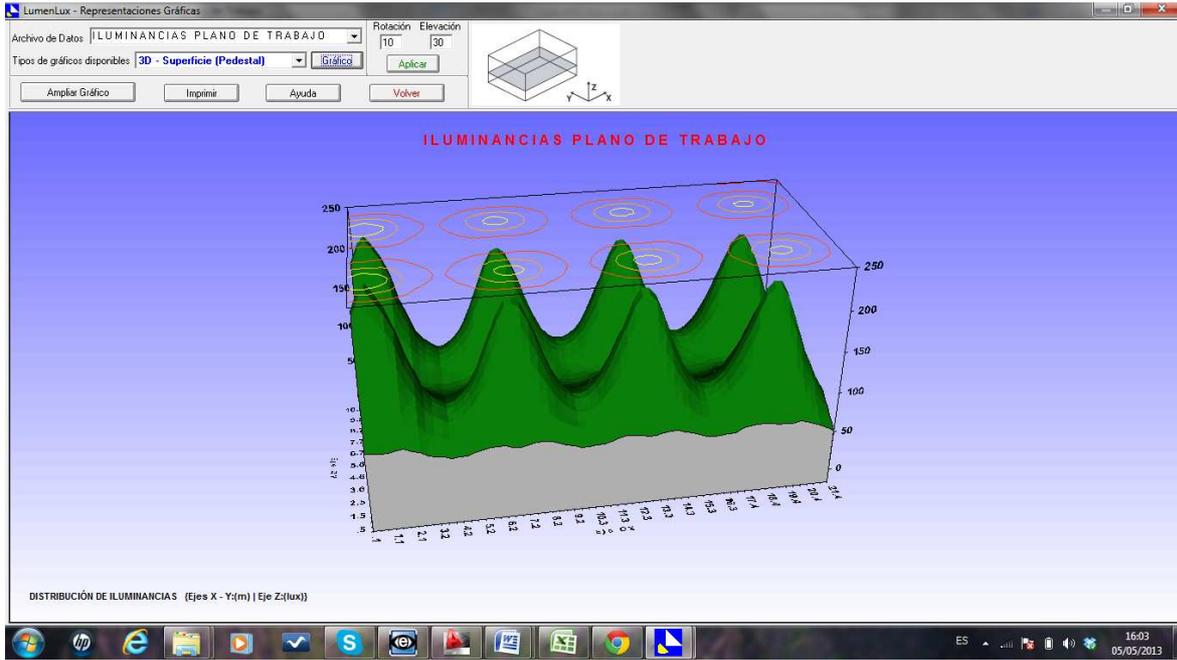
A / L	0.1	0.5	0.8	1.1	1.5	1.8	2.1	2.5	2.8
10.8	53	52	52	54	57	58	59	58	56
10.4	62	61	60	63	65	67	67	66	62
10.1	73	73	73	76	78	78	77	75	70
9.8	94	96	96	97	97	96	89	86	78
9.4	114	118	119	119	118	114	105	98	88
9.1	149	157	160	153	149	141	123	112	98
8.7	174	188	192	185	177	163	140	125	107
8.4	196	214	220	212	200	182	154	135	115
8.0	213	234	242	230	216	195	162	142	119

Impresión    Ayuda    Volver    Gráficos

## RESULTADOS GRÁFICOS







## ANEXOS 3.- ANALISIS ECONOMICO

En este anexo se presentará el Presupuesto Referencial de Construcción de las instalaciones diseñadas en el Capítulo 2 y complementariamente se realizará una comparación con un presupuesto de construcción que no contempla la necesidad de obtener una certificación LEED

**PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONTRUCCION DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO CON MIRAS A OBTENER UNA CERTIFICACION LEED**

<b>PROYECTO DE TITULACION</b> <b>CAPITULO 2 - ANEXO 3</b> <b>DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO CON MIRAS A</b> <b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	UNIT.\$	TOTAL \$
<b>SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICO</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
1	Paneles fotovoltaicos 333 Wp policristalinos	U	21.00	1,173.53	24,644.04
2	Estructura de soporte de generador fotovoltaico	U	3.00	867.00	2,601.00
3	Inversor DC/AC, 6kW	U	1.00	15,863.73	15,863.73
<b>TOTAL EQUIPOS SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA</b>					<b>43,108.77</b>
<b>INSTALACIONES</b>					
<b>ALIMENTADORES ELECTRICOS DE BAJO VOLTAJE</b>					
4	Alimentador trifásico 3x8+1x8+1x8 AWG TTF	M	90.00	9.50	855.00
5	Alimentador monofásico 2x10 AWG TTF	M	95.00	4.50	427.50
<b>SUBTOTAL ALIMENTADORES ELECTRICOS BAJA TENSION:</b>					<b>1,282.50</b>
<b>TUBERIAS PARA ALIMENTADORES:</b>					
6	Tuberia EMT de 1" con accesorios y cajas de paso	M	20.00	5.67	113.40
7	Tuberia RMC de 1/2" con accesorios y cajas de paso	M	95.00	6.15	584.25
<b>SUBTOTAL TUBERIAS CONDUIT PARA ALIMENTADORES</b>					<b>697.65</b>
<b>TABLERO PRINCIPALES:</b>					
8	Tablero de control del Sistema de Generación Fotovoltaico con 3 disyuntores 1P10A, 1 disyuntor 3P10A, incluye medidor de parámetros eléctricos con comunicación	GLB	1.00	1,895.00	1,895.00
<b>SUBTOTAL TABLEROS PRINCIPALES</b>					<b>1,895.00</b>
<b>SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO DE 6KW</b>					<b>46,983.92</b>

SISTEMA DE ILUMINACION					
LUMINARIAS					
9	Dicroicos en ojo de buey dirigible de 50W	U	29.00	14.00	406.00
10	Luminaria tipo guia de camino con lámpara de LED's	U	22.00	30.00	660.00
11	Luminaria de piso con lámpara de LED's	U	7.00	105.56	738.89
12	Luminaria con 2 lámparas T5 de 28W. SIN BALASTO	U	562.00	75.00	42,150.00
13	Luminaria hermética con 2 lámparas T8 de 32W. SIN BALASTO	U	112.00	55.00	6,160.00
14	Luminaria tipo aplique de pared con lámpara incandescente 60W	U	9.00	45.00	405.00
15	Luminaria tipo barco con lámpara incandescente 60W	U	45.00	10.20	459.00
16	Luminaria tipo ojo de buey con 2 lámparas FLC-D de 26W	U	60.00	55.60	3,336.00
17	Luminaria tipo ojo de buey con 1 lámpara FLC-D de 26W	U	343.00	26.70	9,158.10
18	Luminaria tipo reflector con 1 lámpara de MH de 250 W	U	3.00	101.00	303.00
19	Luminaria puntual decorativa con lampara de LED's	U	189.00	76.00	14,364.00
<b>TOTAL PROVISION LUMINARIAS INTERIORES Y EXTERIORES:</b>					<b>78,139.99</b>
PIEZAS					
20	Pieza interruptor simple	U	56.00	5.17	289.33
21	Pieza interruptor con temporizador	U	7.00	27.00	189.00
22	Detector de movimiento 120Vac 400W, salida a relé, montaje en cielo raso, 180o cobertura horizontal, 30o vertical.	U	33.00	15.60	514.80
<b>TOTAL PIEZAS ELECTRICAS:</b>					<b>993.13</b>
INSTALACIONES					
23	Punto de iluminación interior 110Vac con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	1,349.00	28.70	38,716.30
24	Punto de iluminación exterior 110/220 Vac con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	32.00	38.20	1,222.40
25	Punto de interruptor simple con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	56.00	26.80	1,500.80
26	Punto de interruptor con temporizador con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	7.00	26.80	187.60
27	Punto de detector de movimiento 120 Vac / 600W con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	33.00	26.80	884.40
28	Instalación de luminaria interior	U	1,349.00	5.60	7,554.40
29	Instalación de luminaria exterior	U	32.00	18.90	604.80
<b>TOTAL INSTALACIONES SISTEMA DE ILUMINACION</b>					<b>50,670.70</b>

	SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACION				
	EQUIPOS				
30	BALASTO ELECTRONICO DIMERIZABLE, CONEXION RED COMUNICACION, DIRECCIONAMIENTO INDIVIDUAL, ENTRADAS PARA SENSORES DE PRESENCIA, NIVEL LUMINICO, PARA LUMINARIA 2X28 T5	U	562.00	188.50	105,937.00
31	BALASTO ELECTRONICO DIMERIZABLE, CONEXION RED COMUNICACION, DIRECCIONAMIENTO INDIVIDUAL, ENTRADAS PARA SENSORES DE PRESENCIA, NIVEL LUMINICO, PARA LUMINARIA 2X32 T8	U	112.00	171.60	19,219.20
32	PANEL DE PROCESADORES DE 6 BUSES DE BALASTOS Y 2 ENLACES	U	1.00	5,600.00	5,600.00
33	PANEL DE PROCESADORES DE 4 BUSES DE BALASTOS Y 2 ENLACES	U	3.00	4,560.00	13,680.00
34	TABLERO DE CONTROL DE ENCENDIDO APAGADO AUTOMATICO DE LUCES DE 16 CIRCUITOS PROGRAMABLES	U	10.00	2,040.00	20,400.00
35	TABLERO DE CONTROL DE ENCENDIDO APAGADO AUTOMATICO DE LUCES DE 8 CIRCUITOS PROGRAMABLES	U	4.00	1,430.00	5,720.00
36	BOTONERA DE PARED PROGRAMABLE DE 7 BOTONES	U	16.00	353.60	5,657.60
37	BOTONERA DE PARED PROGRAMABLE DE 2 BOTON	U	35.00	243.10	8,508.50
38	SENSOR DE NIVEL LUMINICO, DAYLIGHT SENSOR	U	35.00	172.90	6,051.50
39	SENSOR DE PRESENCIA 1000 PIES CUADRADOS	U	20.00	202.80	4,056.00
40	SENSOR DE PRESENCIA 2000 PIES CUADRADOS	U	8.00	302.90	2,423.20
41	SENSOR DE PRESENCIA 500 PIES CUADRADOS	U	66.00	158.60	10,467.60
42	SENSOR DE PRESENCIA 1500 PIES CUADRADOS	U	53.00	243.10	12,884.30
43	Controlador de escenas de 8 zonas para salas de conferencia y Auditorio, 800W por zona, mínimo 6 escenas programables	U	6.00	3,161.60	18,969.60
44	Software de control, administración y programación del Sistema de control de iluminación	U	1.00	7,800.00	7,800.00
45	Configuración, programación y puesta en marcha del Sistema de control de iluminación por personal de la fábrica, colaboración en certificación LEED	U	1.00	55,600.00	55,600.00
46	Computador de última tecnología con pantalla LED de 42". Procesador I7 de 3.2 GHz, RAM de 16 GB, disco duro de 1 TB a 7200 RPM.	U	2.00	2,500.00	5,000.00
47	Servidor del sistema de control de iluminación		1.00	5,760.00	5,760.00
	<b>TOTAL EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN</b>				<b>313,734.50</b>
	INSTALACIONES				
48	Punto de dispositivo de sistema de control de iluminación con el balasto (sensor de presencia y sensor de nivel lumínico) con cables 3x22 AWG y tubería EMT de 1/2"	U	182.00	20.10	3,658.20
49	Punto de enlace de comunicación de balasto con cable 2x18 AWG THHN trenzados en tubería EMT de 1/2"	U	674.00	17.20	11,592.80
50	Punto de enlace de comunicación de botoneras de pared con cable conformado por	U	51.00	96.70	4,931.70

49	Punto de enlace de comunicación de balasto con cable 2x18 AWG THHN trenzados en tubería EMT de 1/2"	U	674.00	17.20	11,592.80
50	Punto de enlace de comunicación de botoneras de pared con cable conformado por 2x18 AWG para alimentación y 2x22 AWG blindado y trenzado para datos en tubería EMT de 1/2"	U	51.00	96.70	4,931.70
51	Punto de enlace de comunicación de paneles de control de encendido / apagado de luces con cable conformado por 2x18 AWG para alimentación y 2x22 AWG blindado y trenzado para datos en tubería EMT de 1/2"	U	14.00	85.30	1,194.20
52	Punto de enlace de comunicación de paneles de procesadores con cable UTP categoría 6A con face plates y jacks	U	4.00	64.50	258.00
	SUBTOTAL SALIDAS DE ILUMINACION EN TUBERIA CONDUIT EMT, RED CONTROL DE LUCES, E INSTALACION DE LUMINARIAS				21,634.90
	<b>SISTEMA DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACION</b>				<b>335,369.40</b>
	<b>TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS Y ELECTRONICAS INTERIORES:</b>				<b>512,157.14</b>
	NOTA:				
	_ Los precios indicados no incluyen IVA vigente				
	_ Los precios indicados no incluyen ningun trabajo de obra civil como picado de pared, resane, roturas de cielo raso, etc.				
	<b>MONICA HERRERA - MIGUEL PASPUEL</b>				
	<b>PROYECTO DE TITULACION</b>				

**PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONTRUCCION DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO SIN NECESIDAD DE OBTENER UNA CERTIFICACION LEED (DISEÑO TRADICIONAL)**

Básicamente en el presupuesto que se presentará a continuación se ha considerado que no es necesaria la implementación de un Sistema de Generación Fotovoltaica y tampoco se necesita un Sistema de Control de Iluminación, adicionalmente se ha considerado que las luminarias con tubos fluorescentes de los pisos altos serán únicamente con lámparas T8 y tanto en éstas, como en las luminarias de los subsuelos se ha incluido el costo de los balastos electrónicos para su funcionamiento.

**PROYECTO DE TITULACION  
CAPITULO 2 - ANEXO 3  
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO SIN LA NECESIDAD DE  
OBTENER LA CERTIFICACION LEED  
PRESUPUESTO REFERENCIAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	UNIT.\$	TOTAL \$
<b>SISTEMA DE ILUMINACION</b>					
<b>LUMINARIAS</b>					
1	Dicroicos en ojo de buey dirigible de 50W	U	29.00	14.00	406.00
2	Luminaria tipo guia de camino con lámpara de LED´s	U	22.00	30.00	660.00
3	Luminaria de piso con lámpara de LED´s	U	7.00	105.56	738.89
4	Luminaria con 2 lámparas T8 de 32W. CON BALASTO	U	562.00	75.00	42,150.00
5	Luminaria hermética con 2 lámparas T8 de 32W. CON BALASTO	U	112.00	75.00	8,400.00
6	Luminaria tipo aplique de pared con lámpara incandescente 60W	U	9.00	45.00	405.00
7	Luminaria tipo barco con lámpara incandescente 60W	U	45.00	10.20	459.00
8	Luminaria tipo ojo de buey con 2 lámparas FLC-D de 26W	U	60.00	55.60	3,336.00
9	Luminaria tipo ojo de buey con 1 lámpara FLC-D de 26W	U	343.00	26.70	9,158.10
10	Luminaria tipo reflector con 1 lámpara de MH de 250 W	U	3.00	101.00	303.00
11	Luminaria puntual decorativa con lampara de LED´s	U	189.00	76.00	14,364.00
<b>TOTAL PROVISION LUMINARIAS INTERIORES Y EXTERIORES:</b>					<b>80,379.99</b>
<b>PIEZAS</b>					
12	Pieza interruptor simple	U	254.00	5.17	1,312.33
13	Pieza interruptor con temporizador	U	7.00	27.00	189.00
14	Detector de movimiento 120Vac 400W, salida a relé, montaje en cielo raso, 180o cobertura horizontal, 30o vertical.	U	33.00	15.60	514.80
<b>TOTAL PIEZAS ELECTRICAS:</b>					<b>2,016.13</b>
<b>INSTALACIONES</b>					
15	Punto de iluminación interior 110Vac con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	1,349.00	28.70	38,716.30
16	Punto de iluminación exterior 110/220 Vac con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	32.00	38.20	1,222.40
17	Punto de interruptor simple con cables 3x14 AWG THHN en tubería	U	254.00	26.80	6,807.20
18	Punto de interruptor con temporizador con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	7.00	26.80	187.60
19	Punto de detector de movimiento 120 Vac / 600W con cables 3x14 AWG THHN en tubería EMT	U	33.00	26.80	884.40
20	Instalación de luminaria interior	U	1,349.00	5.60	7,554.40
21	Instalación de luminaria exterior	U	32.00	18.90	604.80
<b>TOTAL INSTALACIONES SISTEMA DE ILUMINACION</b>					<b>55,977.10</b>
<b>TOTAL DEL SISTEMA DE ILUMINACION</b>					<b>138,373.22</b>
<b>TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS Y ELECTRONICAS INTERIORES:</b>					<b>138,373.22</b>

**NOTA:**

- \_ Los precios indicados no incluyen IVA vigente
- \_ Los precios indicados no incluyen ningun trabajo de obra civil como picado de pared, resane, roturas de cielo raso, etc.

**MONICA HERRERA - MIGUEL PASPUEL  
PROYECTO DE TITULACION**

El incremento en los costos de implementación entre un caso y otro asciende a USD 373,783.92.

Se ha tenido acceso al Presupuesto Total de construcción del Edificio y este monto es de USD 6'250.540.00.

Teniendo en cuenta los valores mencionados y el hecho de que el Presupuesto Total de construcción ha sido elaborado considerando un Diseño tradicional de las instalaciones Eléctricas y Electrónicas se puede concluir que el incremento de costos por la implementación de las estrategias adecuadas, en la especialidad que compete, para la obtención de una certificación LEED del edificio en estudio corresponde al 5.98 %, porcentaje que no afecta ostensiblemente el presupuesto manejado lo que representa un incentivo más para la implementación de los diseños planteados.

ANEXOS 4  
CALCULO DE CARGA INSTALADA POR ILUMINACION

Disponiendo del inventario real de todas las luminarias previstas en el Proyecto es muy fácil determinar la Carga Instalada para el Sistema de Iluminación, es así que tenemos:

<p>PROYECTO DE TITULACION          CAPITULO 2 - ANEXO 4          DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DE UN EDIFICIO SIN LA NECESIDAD DE OBTENER LA CERTIFICACION LEED          CALCULO DE POTENCIA INSTALADA POR ILUMINACIÓN</p>
--

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
1	Dicroicos en ojo de buey dirigible de 50 W	U	29.00	50.00	1,450.00
2	Luminaria tipo guía de camino con lámpara de LED's	U	22.00	9.00	198.00
3	Luminaria de piso con lámpara de LED's	U	7.00	5.00	35.00
4	Luminaria con 2 lámparas T5 de 28 W. SIN BALASTO	U	562.00	56.00	31,472.00
5	Luminaria hermética con 2 lámparas T8 de 32 W. SIN BALASTO	U	112.00	64.00	7,168.00
6	Luminaria tipo aplique de pared con lámpara incandescente 60 W	U	9.00	60.00	540.00
7	Luminaria tipo barco con lámpara incandescente 60 W	U	45.00	60.00	2,700.00
8	Luminaria tipo ojo de buey con 2 lámparas FLC-D de 26 W	U	60.00	52.00	3,120.00
9	Luminaria tipo ojo de buey con 1 lámpara FLC-D de 26 W	U	343.00	26.00	8,918.00
10	Luminaria tipo reflector con 1 lámpara de MH de 250 W	U	3.00	250.00	750.00
11	Luminaria puntual decorativa con lámpara de LED's	U	189.00	3.00	567.00
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA POR ILUMINACION (W)</b>					<b>56,918.00</b>

**NOTA:**

MONICA HERRERA - MIGUEL PASPUEL  
 PROYECTO DE TITULACION

Sabiendo que el Edificio objeto de estudio tiene un área de construcción de aproximadamente  $100000 \text{ m}^2$  y realizando la división del valor obtenido de la tabla anterior para éste se obtiene que el valor máximo de carga instalada para el sistema de iluminación es de  $5.7 \text{ W/m}^2$ .

ANEXOS 5.-  
PLANOS

**(LOS PLANOS ESTAN IMPRESO EN FORMATO A2)**





