

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

"Modelado energético del edificio O, Campus Central de la Universidad Rafael Landívar según el apéndice G del Ashrae 90.1 2010"

PROYECTO DE GRADO

**AMERICA MARÍA ALONSO RAMÍREZ**  
CARNET 10027-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

"Modelado energético del edificio O, Campus Central de la Universidad Rafael Landívar según el apéndice G del Ashrae 90.1 2010"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR  
**AMERICA MARÍA ALONSO RAMÍREZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, AGOSTO DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO  
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ  
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. JOSÉ DAVID HERNÁNDEZ PRERA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO  
MGTR. EDUARDO ALBINO SAZO GONZALEZ  
MGTR. LUIS FERNANDO RUANO PAZ

Guatemala, 6 de julio de 2017

Señores  
Miembros del Consejo Académico  
Facultad de Arquitectura y Diseño  
Universidad Rafael Landívar

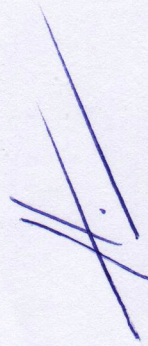
Estimados Señores:

Por este medio informo que he asesorado el Proyecto de Maestría de AMÉRICA MARÍA ALONSO RAMÍREZ, carnet 1002710, titulado:  
"MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO O, CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR,  
SEGÚN EL APÉNDICE G DEL ASHRAE 90.1 2010".

A mi criterio el trabajo cumple con todos los requisitos para su presentación a la terna evaluadora. Por lo que lo someto a su consideración para que se realicen los procedimientos administrativos y académicos correspondientes.

Sin otro particular.

Atentamente,



**David Hernández Preza**  
M.A. Arquitecto  
Docente Asesor



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante AMERICA MARÍA ALONSO RAMÍREZ, Carnet 10027-10 en la carrera MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03109-2017 de fecha 7 de agosto de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Modelado energético del edificio O, Campus Central de la Universidad Rafael Landívar según el apéndice G del Ashrae 90.1 2010"

Previo a conferírsele el grado académico de MAGÍSTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 8 días del mes de agosto del año 2017.



**MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
Universidad Rafael Landívar**

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11	5.1. PARÁMETROS GENERALES .....	69
2. METODOLOGÍA.....	13	5.2. GENERACIÓN DE LÍNEA BASE.....	71
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13	5.2.1 Diseño del Modelo.....	71
2.2. OBJETIVO GENERAL.....	14	5.2.2 Clasificación del uso de espacio.....	72
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14	5.2.3 Horarios de uso.....	73
2.4. USUARIOS.....	15	5.2.4 Envolvente.....	78
2.5. ALCANCES Y LÍMITES.....	15	5.2.5 Iluminación.....	81
2.6. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16	5.2.6 Bloques térmicos, zonas con HVAC.....	87
3. TEORÍA Y CONCEPTOS.....	24	5.2.7 Bloques térmicos, zonas sin con HVAC.....	87
3.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	24	5.2.8 Sistemas de HVAC.....	93
3.1.1 Fuentes y tipos de energía.....	24	5.2.9 Otras cargas calculadas.....	101
3.1.2 Eficiencia energética en edificios.....	26	5.3. RESULTADOS LÍNEA BASE.....	104
3.2. MODELADO ENERGÉTICO.....	28	6. PROPUESTA.....	111
3.2.1 Softwares sugeridos por ASHRAE 90.1 2010... 30		6.1. DISPOSICIONES OBLIGATORIAS.....	111
3.3. ASHRAE 90.1 2010.....	34	6.1.1 Envolvente.....	112
3.3.1 Apéndice G.....	37	6.1.2 Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado.....	118
4. ENTORNO Y CONTEXTO.....	56	6.1.3 Servicio de Calentador de Agua.....	119
4.1. EDIFICIO "O".....	56	6.1.4 Potencia.....	120
4.2.1 Características Generales.....	58	6.1.5 Iluminación.....	120
4.2.2 Especificaciones y Medición.....	60	6.1.6 Otros Equipos.....	123
5. DIAGNÓSTICO.....	69	6.2. GENERACIÓN DE PROPUESTA.....	124

6.2.1	Diseño del Modelo.....	124
6.2.2	Clasificación del uso de espacio.....	124
6.2.3	Horarios de uso.....	125
6.2.4	Envolvente.....	125
6.2.5	Iluminación.....	125
6.2.6	Bloques térmicos, zonas con HVAC.....	133
6.2.7	Bloques térmicos, zonas sin HVAC.....	133
6.2.8	Sistemas de HVAC.....	133
6.2.9	Otras cargas calculadas.....	140
6.3.	RESULTADOS – PROPUESTA DESEMPEÑO ENERGÉTICO.....	143
7.	CONCLUSIONES.....	154
7.1.	CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL.....	154
7.2.	DEMANDA ANUAL MÁXIMA DE ENERGÍA.....	156
7.3.	DESEMPEÑO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO “O”.....	158
7.4.	PORCENTAJE DE MEJORA.....	160
8.	RECOMENDACIONES.....	163
9.	FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA.....	164
10.	GLOSARIO.....	166
11.	ANEXOS.....	171
11.1.	TABLAS EDIFICIO “O”.....	171
11.2	FICHAS TÉCNICAS.....	186
11.2.1	Línea Base.....	186
11.2.2	Propuesta de Diseño.....	195

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1: Forma final de consumo energético en Guatemala. Fuente: INCYTDE, 2015.</b>	12	<b>Ilustración 13: Gráfica de los aspectos evaluados en la Tabla G3.1, en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2010, en relación a los requerimientos necesarios para la realización del Modelaje Energético (Los presentados en color gris son los aspectos que no se tomarán en cuenta durante el modelado). Fuente: ASHRAE, (2010).</b>	42
<b>Ilustración 2: Energía utilizada en edificios comerciales. Fuente: EIA Data, 2014.</b>	12	<b>Ilustración 14: Fotografía del Edificio "O" Campus Central URL. Fuente: INDIS, (2017).</b>	56
<b>Ilustración 3: Tabla del Balance de Energía Eléctrica de una fábrica de textiles. Fuente: Ramírez, E. (Guatemala, 2015).</b>	17	<b>Ilustración 15: Ubicación del Edificio "O" dentro de la Universidad Rafael Landívar. Fuente: Propia, (2017).</b>	57
<b>Ilustración 4: Tabla comparativa sobre el ahorro energético y económico en el cambio de iluminación para una fábrica de textiles. Fuente: Ramírez, E. (Guatemala, 2015).</b>	18	<b>Ilustración 16: Vista Fachada Sur del Edificio "O", se observa el concreto y ladrillo expuestos, junto con los parteluces predominantes. Fuente: INDIS, (2016).</b>	57
<b>Ilustración 5: Tabla de las luminarias fluorescentes e incandescentes instaladas en un edificio de oficinas. Fuente: González, J. (Guatemala, 2014).</b>	20	<b>Ilustración 17: Fachada Oeste del Edificio "O". Fuente: INDIS, (2016).</b>	58
<b>Ilustración 6: Tabla de reducción en el consumo energético después de la implementación de tecnología LED en un edificio de oficinas. Fuente: González, J. (Guatemala, 2014).</b>	20	<b>Ilustración 18: Interior del Edificio "O" con vista hacia el techo desde módulo de circulación central. Fuente: INDIS, (2016).</b>	59
<b>Ilustración 7: Alcance de los Requerimientos de Envolvente tomado del ASHRAE 90.1. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).</b>	21	<b>Ilustración 19: Extracto de la tabla B-4, definición de zonas climáticas internacionales según el Apéndice B, del ASHRAE 90.1 2010. Fuente: ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 144.</b>	70
<b>Ilustración 8: Balance energético mensual, diseño tradicional Antofagasta. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).</b>	22	<b>Ilustración 20: Horarios de Operación del Edificio "O", eQuest. Fuente: Propia, 2017.</b>	74
<b>Ilustración 9: Iluminación propuesta en el proyecto. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).</b>	22	<b>Ilustración 21: Descripción de materiales en eQuest para la simulación de la envolvente. Fuente: Propia, 2017.</b>	79
<b>Ilustración 10: Ahorros energéticos presentados según las estrategias de diseño propuestas. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).</b>	23	<b>Ilustración 22: Luminarias existentes en el Edificio "O": Fuente: Propia, 2017.</b>	83
<b>Ilustración 11: Dataflow (flujo de la información) del programa DOE-2. Fuente: Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). Pp. 9.</b>	32	<b>Ilustración 23: Foco LED PHILIPs, edificio "O". Fuente: Propia, 2017.</b>	83
<b>Ilustración 12: Dataflow (flujo de la información) del programa eQuest. Fuente: Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). Pp. 21.</b>	33	<b>Ilustración 24: Sistema de AC Portátil instalado en la oficina del director de la VRIP, tercer nivel edificio "O". Fuente: Propia, 2016.</b>	94
		<b>Ilustración 25: Sistema AC unidad de ventana instalado en las oficinas del INDIS, segundo nivel. Fuente: Propia, 2017.</b>	94
		<b>Ilustración 26: Unidad exterior "heat pump" de sistema split interior en sala de reuniones VRIP. Fuente: Propia, 2017.</b>	95



<b>Ilustración 27: Visualización de equipo de AC sobre ingreso principal al edificio "O", single packaged. Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 28: Demanda energética máxima mensual del mes de enero, simulación eQuest del edificio "O". Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>104</b>
<b>Ilustración 29: Consumo energético anual del edificio "O", gráfica presentada por eQuest. Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>110</b>
<b>Ilustración 30: Check list del cumplimiento o no en la propuesta de desempeño, sobre las disposiciones obligatorias en el ASHRAE 90.1 2010. Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>112</b>
<b>Ilustración 31: Tabla 5.5.-3 Requisitos para la envolvente del edificio en Zonas Climáticas 3 (A, B o C). Fuente: ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 28.</b>	<b>113</b>
<b>Ilustración 32: Unidad de ventana propuesto, Sensation de Carrier. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.</b>	<b>134</b>
<b>Ilustración 33: Sistema mini split propuesto para sala de reuniones INDIS. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.</b>	<b>135</b>
<b>Ilustración 34: Sistema de AC Floor-Ceiling propuesto para sala de reuniones oficinas VRIP. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.</b>	<b>135</b>
<b>Ilustración 35: Consumo Energético Anual por Uso Final. Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>155</b>
<b>Ilustración 36: Demanda Anual Máxima (Pico) de Energía por Uso Final. Fuente: Propia, 2017.</b>	<b>157</b>
<b>Ilustración 37: Desempeño Energético del Edificio O. Fuente: propia, 2017.</b>	<b>159</b>
<b>Ilustración 38: Referencia de Light Shelf. Fuente: YKK AP, 2017.</b>	<b>168</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El modelado energético del energético del edificio O, para el Campus Central de la Universidad Rafael Landívar, generado a través de la guía descrita en el apéndice G del estándar ASHRAE 90.1 en su versión 2010, busca identificar el desempeño energético del edificio y las áreas o equipos que pueden ayudar a mejorarlo.

Como parte del apoyo al deseo de la universidad por alcanzar un campus “sustentable”, y de las herramientas necesarias en el proceso de certificación a través de LEED en Operación y Mantenimiento del edificio O, se genera este proyecto de grado de la Maestría en Diseño y Construcción Ecológicos. Pretende dar a conocer el desempeño energético de los equipos instalados con relación a los horarios de uso y condiciones climáticas del entorno, para identificar las rutas de mejora en beneficio del ambiente construido y los costos del mantenimiento.

Se realizó por medio de un software simulador, eQuest desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), siguiendo la guía establecida por el estándar ASHRAE 90.1 2010 en su apéndice “G” puesto que Guatemala carece de normativas o estándares que regulen el uso energético en los edificios.

La información descrita busca dar un acercamiento a estos temas aún sin poseer mayores conocimientos al respecto, utilizando material gráfico y estableciendo los puntos clave que ayudan a generar el modelo en el software, evaluados por el estándar. El modelado energético busca identificar el desempeño energético y no costos sobre el consumo.

# 1. INTRODUCCIÓN

La Agencia de Información de Energía (EIA) en los Estados Unidos, ha recuperado datos sobre el consumo energético del mundo. Intentan mantener una base de datos actualizada que permita reconocer los puntos de mejora en los diferentes sectores. En cuanto al total neto de electricidad generada, hasta el 2014, China lleva la delantera con más de 5,000 billones kwh, seguido por los Estados Unidos con más de 4,000kwh.

Según el INCYTDE, (2015), la energía eléctrica producida anualmente en Guatemala es de 5,687.83KBEP<sup>1</sup> (equivalente a  $66 \times 10^6$  kWh) proveniente del carbón, hidroenergía, geo-energía, bagazo de caña y petróleo y sus derivados. Utilizada principalmente en la industria. Estos estudios revelan también que la fuente principal de energía en Guatemala proviene de la leña, puesto que se utiliza para la cocción de alimentos y refrigeración principalmente en las áreas urbanas. Esta representa el 56% del total de energía consumida en el país, en donde

la energía eléctrica figura con tan sólo un 8.62% del total. El porcentaje restante lo abarcan el petróleo y sus derivados.

Aún si la demanda de energía eléctrica no es significativamente alta, la mayor parte de la Ciudad de Guatemala funciona con esta fuente. Del total de la energía eléctrica consumida el 96% proviene de recursos propios del país, y la mayor parte de esta es utilizada para el sector comercial. El uso correcto de los equipos y sistemas que utilizan este tipo de energía puede beneficiar tanto a los costos del consumo como a la generación de procesos eficientes que busquen un desempeño adecuado.

El impacto de los edificios en cuanto al uso de energía eléctrica es bastante alto. Según datos presentados por la EIA en el 2013, la operación de los edificios por medio de energía eléctrica, en Estados Unidos, representa un 74.9% del total consumida en el país, lo que equivale a

---

<sup>1</sup> Kilo Barriles equivalentes al petróleo.

28.6QBtu. Por esto, el consumo energético en los edificios es un aspecto importante por considerar en el diseño, sin importar la intención de proyecto, pues representa un rubro alto en los costos del mantenimiento en estos. Su eficiencia o no dependerá tanto de los equipos a instalar como de los materiales seleccionados para la construcción del mismo.

Actualmente existen diferentes herramientas para validar o aportar a la mejora del desempeño energético de los edificios. La EIA ha recuperado datos sobre el consumo energético en edificios por uso final. El standard ASHRAE 90.1 (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) cubre 5 de estas 10 áreas con el 65.6% del total, el porcentaje restante lo abarcan códigos de energía presentados por el Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos.

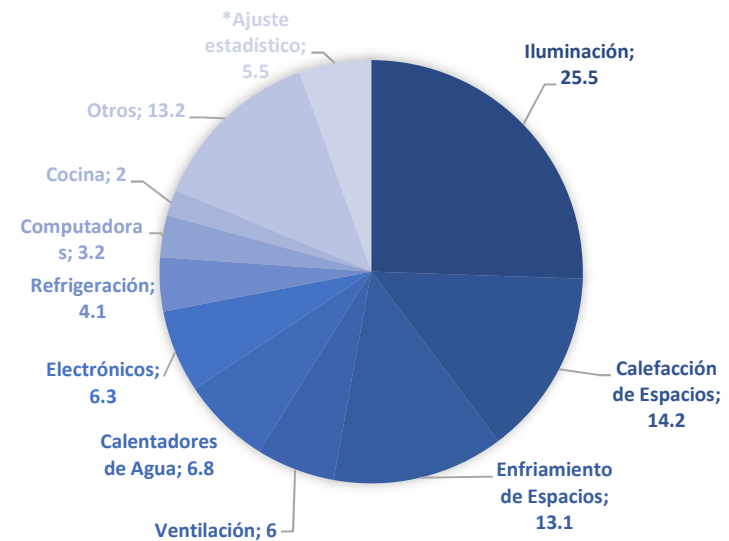


Ilustración 1: Energía utilizada en edificios comerciales. Fuente: EIA Data, 2014.

En respuesta a esta necesidad de evaluación, se han desarrollado en los últimos años diversos softwares que permiten conocer el desempeño energético de los edificios de forma virtual, identificando los puntos de mejora previo a su construcción o en el estado actual de los edificios. Actualmente en Guatemala no existe quién provea este servicio, y por tanto se busca esta oportunidad generando un modelado energético a un edificio existente que permita dar un antecedente en el país para que otros puedan verse involucrados en este tipo de proyectos.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ámbito de la arquitectura, existe cierto incremento en el deseo de crear diseños que implementen sistemas adecuados en cuanto al uso de energía, confort térmico, calidad ambiental y manejo de los recursos, para generar un beneficio a los usuarios, así como la mejora en el desempeño energético de estas edificaciones. En su mayoría se han implementado estrategias o equipos más eficientes en nuevas construcciones pues es parte de lo que la nueva arquitectura propone. Sin embargo, es difícil identificar posibles mejoras o cambios a edificios existentes que puedan o no tener ciertas adecuaciones en los espacios interiores, y que hayan marcado un beneficio para el desempeño energético del mismos. Especialmente en Guatemala, es un tema que prácticamente se desconoce y requiere mucho trabajo y estudio.

La generación de un modelaje energético para una edificación existente puede llegar a ser una herramienta de diseño que permita determinar su desempeño de una

forma fácil de comprender. El modelado energético facilita la proyección del desempeño energético de las edificaciones, además de plantear soluciones o mejoras en el funcionamiento de los mismos. En Guatemala, se han realizado pocos proyectos con este tipo de herramienta, generados por personas del extranjero para empresas privadas. Sin embargo, aún no existe, a nivel local, profesionales capacitados que ofrezcan este tipo de trabajo.

Actualmente, la Universidad Rafael Landívar ha planteado entre sus intereses futuros, generar un “Campus Sustentable” con el objetivo de armonizar, proteger y mejorar la relación con los componentes naturales y sociales del campus universitario; y como parte de esta visión se ha lanzado una propuesta de certificación para el edificio “O” a través de LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), en operación y mantenimiento para edificios existentes. Esta certificación ha implementado el modelado energético como parte de los créditos posibles

a obtener en la sección de energía para cada una de sus categorías. Permitiendo analizar y proyectar el desempeño energético de la edificación a certificar, obteniendo así un panorama completo de su funcionamiento.

El Edificio “O” en el Campus Central de la Universidad Rafael Landívar, se encuentra ubicado en un extremo noreste del mismo. Aislado de los demás edificios, fue uno de los últimos en realizarse en el complejo y por lo mismo su volumetría y diseño difiere un tanto del resto de la arquitectura presente. El edificio cuenta con 3 niveles y una terraza, siendo ocupado principalmente por oficinas del personal administrativo correspondiente a diferentes institutos pertenecientes a la Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP).

Sus características de ubicación, servicios y ocupación dentro del campus lo hacen ideal para realizar un estudio de este tipo, por lo que se ha planteado el proyecto “Modelado Energético para el Edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar, según ASHRAE 90.1”, buscando generar inicialmente un levantamiento del estado actual de las instalaciones detallando con

especificaciones los materiales y sistemas que maneja el edificio, así como un monitoreo de su desempeño.

## **2.2. OBJETIVO GENERAL**

Conocer el desempeño energético del edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar según el protocolo del apéndice G, en el estándar ASHRAE 90.1 2010.

## **2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Diagnosticar el desempeño energético del edificio “O”.
- ✓ Evaluar el funcionamiento energético del edificio “O”.
- ✓ Generar insumos que evidencien el desempeño energético actual del edificio “O” y las posibles mejoras a los sistemas existentes.
- ✓ Buscar soluciones a nivel local que sean factibles y puedan implementarse fácilmente.
- ✓ Proponer estrategias de eficiencia energética para mejorar el desempeño.
- ✓ Identificar los principales softwares para la realización de un modelado energético.

## **2.4. USUARIOS**

El estudio será de utilidad para la comunidad landivariana en general. Con los resultados se verán beneficiados la Universidad Rafael Landívar, con el conocimiento del desempeño energético de uno de sus edificios, y los usuarios conformados por el personal administrativo perteneciente a la VRIP y estudiantes universitarios que asisten a los salones del primer nivel.

## **2.5. ALCANCES Y LÍMITES**

Se evaluará únicamente el edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar pues es un edificio pequeño con usuarios controlados y tiene sus servicios separados del resto de la universidad lo que facilita los aspectos a valorar en el tiempo establecido para la realización del proyecto. Se propone diagnosticar aspectos como materiales utilizados en el envoltorio, iluminación interior y exterior, el clima, los equipos que posee, la distribución arquitectónica de los espacios, horarios de usos, entre otros. Posteriormente, y con ayuda de un software, se realizará el modelado energético actual, proyectando el desempeño a futuro para luego identificar posibles cambios o soluciones a los

problemas existentes en el edificio para generar una propuesta que mejore el funcionamiento del edificio, en cuanto al tema de energía.

El modelado energético se realizará únicamente según lo establecido en el apéndice G por el estándar de ASHRAE 90.1 versión 2010, y el producto final quedará sólo a nivel de propuesta pues las modificaciones a implementar en el edificio no llegarán a realizarse con la conclusión de este estudio. Se dejará a discreción de la Universidad el realizarlas o no en el futuro.

## 2.6. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los proyectos han sido seleccionados por las similitudes en las temáticas o en la forma del desarrollo de la investigación. No existe un documento a disponibilidad del público en general, que presente un estudio como este principalmente por el hecho de haber sido realizado por empresas privadas.

El primer proyecto “*Estudio de eficiencia energética para la reducción de costos de operación de una empresa textil*” se asemeja a la investigación puesto que realiza una evaluación de los sistemas de energía por medio de la metodología propuesta en una auditoría energética, y propone algunas soluciones o mejoras a los problemas existentes comparando el funcionamiento de los sistemas con la producción de la fábrica.

El segundo proyecto fue seleccionado por el tipo de producto presentado, este se titula “*Eficiencia energética a través de la implementación de iluminación con tecnología LED en una entidad financiera*”. Y aunque no es un estudio de eficiencia energética como tal, si presenta

datos actuales del edificio analizado vs las mejoras que obtendrían con el cambio de luminarias a LED.

Por último, “*Evaluación de un edificio para oficinas, según requerimientos de la norma ASHRAE 90.1, para tres zonas climáticas de Chile*” es el proyecto que más se asemeja a la metodología que se piensa implementar pues sigue las indicaciones del mismo estándar, en una versión más antigua. Además, el edificio es de oficinas como el del presente proyecto, y se presentó una propuesta formal de las modificaciones sugeridas para cumplir con los requerimientos del estándar.



## 2.6.1 Estudio de eficiencia energética para la reducción de costos de operación de una empresa textil

<b>Autor</b>	<b>Eduardo José Ramírez Corzo</b>
<b>Fecha</b>	Abril 2015
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica
<b>Ubicación</b>	Universidad Rafael Landívar

El trabajo evaluó el desempeño energético de una empresa dedicada a la elaboración de prendas de vestir, realizando una auditoría energética para encontrar mejoras en el aprovechamiento de recursos energéticos. Analizó todo el equipo que poseían en la fábrica, desde los aparatos hasta las luminarias, y presentó los consumos energéticos de cada uno de estos para luego dar sugerencias de mejoras o cambios del equipamiento, según lo que considera el autor más conveniente y factible.

El documento presenta breves descripciones de todos los insumos necesarios para la realización del proyecto. Describiendo los tipos de energía, estudios que se realizaron en una auditoría energética, los sistemas de iluminación existentes, entre otros, para luego mostrar lo evaluado en sus visitas a la empresa. En cuanto a estos resultados de campo, el autor presenta una serie de tablas que explican los consumos del equipamiento actual como la que se presenta en la ilustración 1.

Tabla 8. Balance de Energía Eléctrica

Resumen	Consumo (kWh / mes)	Consumo (kWh / año)	Porcentaje de Rubro
Costura	4,079.20	48,950.35	2.87%
Compresores	31,954.16	383,449.92	22.47%
Corte	2,728.07	32,736.80	1.92%
Serigrafía	50,270.88	603,250.56	35.35%
Horno de Resistencias	924.00	11,088.00	0.65%
Heat Transfer	3,920.40	47,044.80	2.76%
Climatización	3,457.63	41,491.56	2.43%
Iluminación	32,018.89	384,226.68	22.51%
Equipo de Oficina	1,669.89	20,038.66	1.17%
Electrodomésticos	3,379.76	40,557.12	2.38%
Varios	7,815.36	93,784.31	5.50%
<b>Total</b>	<b>142,218.23</b>	<b>1,706,618.76</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia, 2014.

*Ilustración 2: Tabla del Balance de Energía Eléctrica de una fábrica de textiles. Fuente: Ramírez, E. (Guatemala, 2015).*

Tabla 13. Ahorro Energético y Económico con Cambio de Iluminación

Mes	Precio Energía (Q / kWh)	Costo con Tubos Fluorescentes T12 (Q)	Costo con Tubos Fluorescentes T8 (Q)	Ahorro Económico (Q)
Enero	1.3662	11,101.63	3,663.81	7,437.82
Febrero	1.3624	11,070.75	3,653.62	7,417.13
Marzo	1.3624	11,070.75	3,653.62	7,417.13
Abril	1.3624	11,070.75	3,653.62	7,417.13
Mayo	1.367543	11,112.54	3,667.41	7,445.13
Junio	1.367543	11,112.54	3,667.41	7,445.13
Julio	1.367543	11,112.54	3,667.41	7,445.13
Agosto	1.351959	10,985.91	3,625.62	7,360.29
Septiembre	1.351959	10,985.91	3,625.62	7,360.29
Octubre	1.351959	10,985.91	3,625.62	7,360.29
Noviembre	1.29854	10,551.83	3,482.36	7,069.47
Diciembre	1.29854	10,551.83	3,482.36	7,069.47
Total	—	131,712.87	43,468.45	88,244.42

Fuente: elaboración propia, 2014.

*Ilustración 3: Tabla comparativa sobre el ahorro energético y económico en el cambio de iluminación para una fábrica de textiles. Fuente: Ramírez, E. (Guatemala, 2015).*

Además, se analizó los horarios de uso para las diferentes secciones de la fábrica y la producción total de la misma. Posteriormente identificó en que sectores se podían o no realizar cambios y el porqué de estos. Analizando por medio de tablas y gráficas cuánto lograrían disminuir los consumos energéticos (Ilustración 2) y los comparó con la

productividad de la empresa. A su vez, el autor realiza proyecciones de lo que se espera del desempeño energético a futuro y consideraciones especiales a tomar en cuenta según los resultados de su estudio termo gráfico.

El estudio se presentó a nivel de propuesta, la implementación de los cambios sugeridos quedó a discreción de la empresa. Este posee muchas similitudes con lo que se pretende lograr con este proyecto, difiere en la parte de la metodología y la presentación de sus resultados. Aquí el autor analizó cada maquinaria de la fábrica para comprender su desempeño en base a su producción y así generar una propuesta de mejora.

Los cambios de equipo propuestos por el autor son sugerencias propias en base a los consumos que considera de forma subjetiva.

## 2.6.2 Eficiencia energética a través de la implementación de iluminación con tecnología LED en una entidad financiera

<b>Autor</b>	Juan Pablo González Sandoval
<b>Fecha</b>	Octubre 2014
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial
<b>Ubicación</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala

El trabajo buscó mejorar la eficiencia energética por medio de la implementación de luminarias con tecnología LED, en una entidad financiera.

Inicialmente el estudio presentó todo el análisis actual del proyecto, dando especificaciones en horarios de uso, el espacio construido y características de todas las luminarias implementadas en el diseño original. Presentó cada luminaria con imagen, descripciones técnicas e indicaciones ubicando lugares para su adquisición,

además de la cantidad total de las mismas. Estas descripciones permiten comprender el porqué de su selección y las dimensiona en un espacio específico, lo cual es adecuado para un estudio tan detallado.

Analizó los consumos e iluminancia (luxes) generados por cada una de estas. Aquí proporcionó ciertas especificaciones técnicas de lo instalado para generar la información que le permite justificar el cambio a luminarias de tipo LED en el proyecto. Con esta información, proporciona ciertas indicaciones de la vida útil de estos aparatos para luego dar inicio con la propuesta de implementación de iluminación con tecnología LED.

En la propuesta, el autor describe las características técnicas de cada una de las luminarias LED a utilizar en el edificio. Presenta especificaciones de consumos, potencia e iluminancia, así como de su vida útil y beneficios financieros.

Tabla I. **Luminarias fluorescentes e incandescentes instaladas en el edificio**

Nivel	Tipo de luminaria instalada					
	Modelo tubo T8, 40 W	Modelo tubo T8, 20 W	Modelo MR16, 50 W	Modelo Ahorrador rosca E27, 27 W	Modelo Par 30, 75 W	Total de luminarias por nivel
Uno	88	9	5	2	2	106
Dos	100	63	3	17		183
Tres	92	39				131
Cuatro	67	39		8		114
Cinco	88	78	1			167
Seis	112	27	3			142
Siete		240	6	1		247
Ocho	99	60				159
Nueve	168	18	3			189
Diez	60	24				84
Sótano uno	25					25
Sótano dos	25					25
Sótano tres	21					21
Gradas y elevadores	42			21		63
<b>Total de luminarias por modelo</b>	<b>987</b>	<b>597</b>	<b>21</b>	<b>49</b>	<b>2</b>	<b>1 656</b>

Fuente: elaboración propia.

*Ilustración 4: Tabla de las luminarias fluorescentes e incandescentes instaladas en un edificio de oficinas. Fuente: González, J. (Guatemala, 2014).*

Para esto último presenta una serie de tablas y cálculos donde estable los ahorros en el consumo de energía eléctrica que tendrá la edificación al implementarse este tipo de luminarias.

Tabla XXI. **Reducción de consumo energético después la implementación de tecnología LED**

Periodo	Consumo antes (KWh)	Consumo después (KWh) LED	Diferencia	Porcentaje de ahorro
7 días	9 527,72	6 976,26	2 551,46	27 %
Promedio diario	1 361,10	996,61	364,49	
Promedio mensual	40 833,10	29 898,26	10 934,84	

Fuente: elaboración propia.

*Ilustración 5: Tabla de reducción en el consumo energético después de la implementación de tecnología LED en un edificio de oficinas. Fuente: González, J. (Guatemala, 2014).*

El documento finalmente presenta los beneficios ambientales que tienen este tipo de iluminación contra lo convencional y los aportes que le da al medio ambiente.

El estudio difiere con el proyecto a realizar pues en este se buscó abarcar únicamente el tema de la iluminación artificial y en la presente se buscará realizar un análisis del consumo energético de todo el edificio de oficinas. Además, se pretende analizar los beneficios de modificar las luminarias por otras con mejor tecnología, que serán lo adecuado para el edificio y no necesariamente una única tipología.

### 2.6.3 Evaluación de un edificio para oficinas, según requerimientos de la norma ASHRAE 90.1, para tres zonas climáticas de Chile

<b>Autor</b>	<b>Sergio Adrián Varela Alegre</b>
<b>Fecha</b>	Julio, 2011
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil
<b>Ubicación</b>	Universidad de Chile

El estudio presentó un análisis comparativo del desempeño energético de un edificio de oficinas, según estándares de la construcción local y la normativa ASHRAE 90.1-2007, para distintas zonas climáticas de Chile. Posteriormente se proponen mejoras cuantitativas en el diseño, equipamiento e iluminación.

El proyecto describe inicialmente, conceptos como el consumo de energía en los edificios y las características generales del edificio a evaluar, para luego presentar la metodología que utiliza el ASHRAE para comprender las características que posteriormente se evaluarán del

edificio. En esta sección el autor toma cada capítulo del estándar y lo describe, presentando tanto los datos generales y los objetivos de cada sección, como las tablas que serán utilizadas para obtener la información necesaria en la evaluación sobre los requerimientos mínimos que este propone.

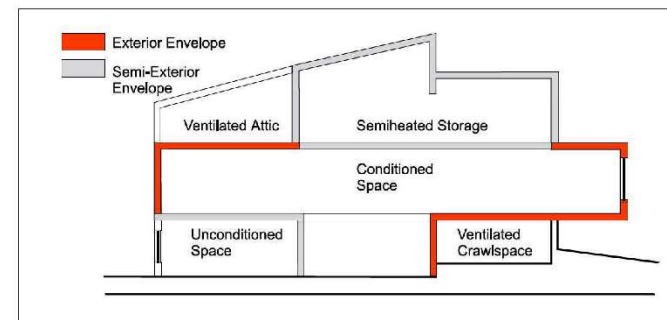


Figura 3.6: Alcance de los Requerimientos de Envolvente, fuente:ASHRAE 90.1-2007 (2007)

*Ilustración 6: Alcance de los Requerimientos de Envolvente tomado del ASHRAE 90.1. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).*

Realiza la evaluación, según el Apéndice G de estándar presentando el consumo energético del diseño tradicional y su respectiva línea base. Aunque el documento no menciona ni presenta datos de un simulador en específico, sí presenta tablas y gráficas con los resultados del análisis

basándose en el estándar. Comparándolos siempre en diferentes zonas de Chile.

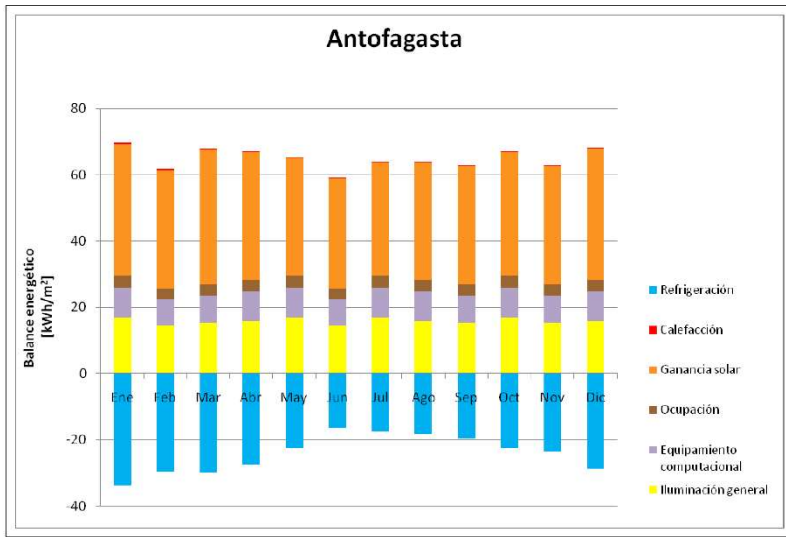


Figura 4.12: Balance energético mensual, diseño tradicional Antofagasta.

**Ilustración 7:** Balance energético mensual, diseño tradicional Antofagasta. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).

Basado en el análisis se presentaron variantes al diseño tradicional, siempre considerando un desempeño energético mejor al sugerido por el estándar para cada ciudad considerada en el estudio, a través de estrategias factibles, consideradas a criterio del autor.

De estas presenta 4: una para el control de la iluminación, los materiales utilizados en fachada y dos más para el diseño integral de iluminación y fachada que complementarán a la segunda propuesta.

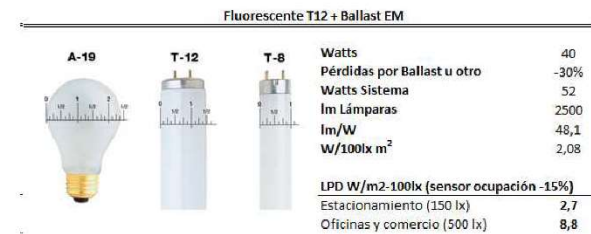


Figura 5.13: Sistema Iluminación T12 con balasto electromagnético

Uso	Area [m2]	LPD		Potencia Instalada		porcentual [%]
		Diseño Propuesto [W/m2]	Línea Base [W/m2]	Diseño Propuesto [kW]	Línea Base [kW]	
Comercio	1648	9	18	15	30	50%
Oficinas	14119	9	12	126	169	74%
Estacionamiento	5772	3	2	15	12	134%
				156	211	74%

Tabla 5.9: Iluminación propuesta Estrategia 3 y línea base «ASHRAE 90.1-2007»

**Ilustración 8:** Iluminación propuesta en el proyecto. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).

Finalmente, el autor presenta un análisis de inversión donde describe los aspectos considerados para la realización del mismo. Describe todos los ahorros energéticos que se pueden llegar a alcanzar según el área de localización en términos generales, y luego muestra los costos asociados a cada una de sus estrategias para finalizar con el resumen del proyecto y sus conclusiones.

Este proyecto en particular es muy similar al que se pretende realizar, pues utiliza el mismo estándar en una versión más antigua y en una localidad diferente. La metodología utilizada será de utilidad para el desarrollo de la investigación, en especial para identificar los parámetros a considerar en el estándar y la forma ideal para presentar estos datos.

Es importante destacar la manera en que se presenta la información y las estrategias con su análisis financiero

pues esto permite justificar los cambios propuestos para generar beneficios económicos en el futuro. Además, estas estrategias son consideradas factibles por el autor, en caso se deseará realizar las modificaciones al diseño tradicional presentado en el edificio.

AHORROS ENERGÉTICOS [kWh/m <sup>2</sup> año]			
	10%	50%	100%
<b>Estrategia 1: LPD + Control</b>			
Santiago	20	99	<b>197</b>
Concepción	18	90	<b>179</b>
Antofagasta	21	103	<b>206</b>
<b>Estrategia 2: Fachada</b>			
Santiago	4	21	<b>42</b>
Concepción	4	18	<b>36</b>
Antofagasta	5	25	<b>51</b>
<b>Estrategia 3: Diseño Integral + VAV</b>			
Santiago	12	59	<b>119</b>
Concepción	11	55	<b>110</b>
Antofagasta	16	82	<b>163</b>
<b>Estrategia 4: Diseño Integral + FANCOIL</b>			
Santiago	18	88	<b>175</b>
Concepción	16	82	<b>164</b>
Antofagasta	20	100	<b>200</b>

**Tabla 6.2:** Ahorros energéticos anuales estrategias de diseño en base a diseño tradicional.

*Ilustración 9: Ahorros energéticos presentados según las estrategias de diseño propuestas. Fuente: Varela Alegre, S. (Santiago de Chile, 2011).*

## 3. TEORÍA Y CONCEPTOS

### 3.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la historia de la humanidad la energía se ha visto involucrada en diferentes procesos, desde la creación de alimentos hasta los sectores productivos y construcción, que de alguna forma han utilizado energía para la realización de estas actividades o productos. Sin embargo, esta se entiende como un recurso natural y no como un producto que se pueda utilizar y que posibilita el cumplimiento de ciertas necesidades cuando se produce un servicio.

Las propiedades de la energía provienen de la forma en que la fuerza gravitacional, electromagnética y nuclear interactúan con la materia. Estas se manifiestan cuando existe un intercambio de energía entre varios sistemas.

Existen dos formas fundamentales de energía: La energía cinética que se produce a partir del movimiento, y la energía potencial que relaciona la posición de un sistema con otro y las fuerzas que existan entre ellos.<sup>2</sup>

Además, la energía puede ser transferida, conservada o degradada. Todo dependerá de la fuente utilizada para su obtención y el tipo de energía para su futura utilización.

#### 3.1.1 Fuentes y tipos de energía

Se puede clasificar en dos las fuentes de energía en el planeta: renovables obtenidas por medios naturales son fuentes inagotables, como la radiación solar, viento, geotermia, biomasa, lluvia, etc. Y las no renovables que provienen de recursos limitados, tales como combustibles fósiles y la energía nuclear. En la ilustración 9 y 10 se presenta la clasificación de los tipos de energía según su origen, provenientes del sol o de la tierra. Estas son producto de un estudio realizado por el Instituto de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (2015), sobre la energía.

---

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2015, Pp. 3-5.



Tabla 1: Tabla con los tipos de energías que provienen del sol. Fuente: InCyTDe, (Guatemala, 2015).

Tipo de Energía	Vínculo con fuente de origen	Período necesario para su disponibilidad
<b>Energías provenientes del Sol</b>		
<b>Radiación Solar o Energía Solar</b>	Captación directa por panel o calentador solar	<b>Electricidad:</b> Instantánea <b>Calefacción:</b> minutos
<b>Energía proveniente de biomasa (Leña, cultivos, algas y desechos orgánicos)</b>	Fotosíntesis	<b>Algas:</b> días <b>Leña:</b> años <b>Cultivos:</b> meses <b>Desechos orgánicos:</b> días-años
<b>Hidráulica</b>	Ciclo del agua activado por evaporación	Días
<b>Eólica</b>	Calentamiento desigual en distintas regiones, originando corrientes de viento	Minutos
<b>Petróleo</b>	Fotosíntesis de microorganismos hace millones de años	Millones de años
<b>Carbón</b>	Fotosíntesis de plantas hace millones de años	Millones de años

<b>Energías provenientes del planeta</b>		
<b>Geotermia</b>	Magma proveniente del núcleo de la Tierra	Miles de millones de años (desde el origen del planeta)
<b>Nuclear</b>	Uranio formado en la corteza terrestre	Miles de Millones de años (desde el origen del planeta)

En cuanto al consumo de la energía, existen fuentes secundarias de esta que necesitan una fuente primaria para su producción. Entre estas se puede encontrar el hidrógeno, la gasolina, el etano, el calor y la electricidad. Esta última adquiere propiedades convenientes y versátiles a tal punto que se ve involucrada en todos los aspectos de la vida moderna. El consumo de la electricidad a nivel mundial ha incrementado en más del 250% desde 1973 hasta el 2011, representando un factor principal en el desarrollo de los países.<sup>3</sup>

La energía, en el ámbito de la arquitectura y construcción, se ve involucrada en todo su ciclo de vida. En cuanto a la edificación como tal, el correcto diseño y criterio para la elección de sus componentes facilita el control sobre los

<sup>3</sup> Ibídem. Pp. 8-10.

recursos energéticos que este necesitará para su funcionamiento. Así mismo aumenta las posibilidades de obtener un mejor desempeño energético.

### **3.1.2 Eficiencia energética en edificios**

En la mayor parte del mundo los edificios son responsables de al menos el 40% del uso de la energía y generan una porción significativa de la contaminación por emisiones de CO<sub>2</sub>, y la demanda del ser humano por el espacio construido se encuentra en un constante aumento. Por lo que las mejoras en cuanto a la utilización de los recursos en las construcciones pueden generar una contribución mayor en el planeta para asuntos del cambio climático y el uso de energía. Esta mejora se pueda alcanzar gracias al conocimiento y la tecnología que existe en la actualidad, y que puede proveer de soluciones eficientes al uso de la energía en los edificios y al mismo tiempo mejora los niveles de confort para los usuarios.<sup>4</sup>

Una variedad de regulaciones internacionales, así como certificaciones de sostenibilidad y energía tales como

LEED o Energy Star, han aportado a la generación de estándares técnicos, así como protocolos y aplicaciones especializadas de diseño para optimizar la eficiencia energética en los edificios. Los ahorros energéticos pueden llegar a ser mayores a un 30% del consumo actual incrementando el conocimiento, haciendo que, del consumo de energía transparente para los usuarios, e introduciendo controles y manejo de energía en puntos clave para el funcionamiento de la edificación.

La eficiencia energética se reconoce como el conjunto de acciones que permiten la optimización relacionada a la cantidad de energía consumida con los servicios y productos obtenidos. De forma inicial, el consumo energético se determina según el tipo de uso de la edificación puesto que el desempeño, equipamiento interior, horarios y formas de uso varían según la tipología.

Para las nuevas edificaciones esta puede llegar a tener un mayor alcance puesto que una correcta revisión de la envolvente, climatización, orientación, y demás aspectos

---

<sup>4</sup> WBCSD, (2016).

de la construcción, permitirán que los consumos energéticos de esta sean más bajos y con menor dependencia a equipos artificiales en comparación con una edificación sin esta planificación.<sup>5</sup>

En el caso de edificaciones existentes los aspectos a evaluar serán diferentes, puesto que se debe tomar en cuenta el funcionamiento energético actual incluyendo todo el equipo que se esté utilizando, y evaluar las posibilidades de mejora en cuanto al uso de energía basados en estos sistemas. Los cambios por realizar pueden ser más complicados por las inversiones o las posibles modificaciones a los edificios, en algunos casos se han centrado en mejorar el envolvente y la selección de equipos de climatización más eficientes.

El desempeño energético de un edificio deberá determinarse en base al consumo energético anual o calcularse en base a los usos actuales de los equipos para poder conocer las diferentes necesidades asociadas con el uso típico del edificio, y deberá de reflejar las

---

<sup>5</sup> Monserrat. (2012). Pp. 15-16.

necesidades de calefacción y enfriamiento para mantener las condiciones térmicas adecuadas en el interior del edificio.<sup>6</sup>

Existen ciertos aspectos a evaluar que son determinantes en el consumo energético de las construcciones y su correcto análisis permite generar mejoras significativas en este aspecto. El envolvente del edificio determina en gran parte la necesidad o no de equipos de calefacción o enfriamiento, según lo determinen las condiciones ambientales y la selección de materiales en esta sección. Conocer los materiales según su capacidad de aislamiento, reflexión solar, masa térmica y demás consideraciones, permitirá generar mejoras en el uso de la energía para el espacio interior.

Otros aspectos que se consideran en las evaluaciones de eficiencia energética son los sistemas de calefacción y aire acondicionado y servicios de agua caliente identificando equipos eficientes que consuman lo necesario y maximicen los recursos; potencia en relación

<sup>6</sup> Energy Performance of Buildings Directive of the European Union, (2010).

a los conductores de la energía eléctrica y las caídas de voltaje que pueden perjudicar el consumo energético de los equipos; el tema de la iluminación enfocado en la cantidad necesaria de luminarias y los consumos energéticos de estas. Además, se evalúan otros equipos que de alguna forma puedan influir en el consumo energético del edificio.

En Guatemala, no existe un estándar o normativa que proporcione los insumos necesarios para definir un modelo de desempeño energético de las edificaciones. Sin embargo, existen normativas y estándares de otros países que pueden ser aplicables en esta localidad, y utilizarse como referencia.

Para lo que compete a este proyecto, se tomará como base el estándar ASHRAE 90.1 2010 que, en el tema de eficiencia energética, es el utilizado en apoyo para el cumplimiento de algunos créditos en la certificación LEED. Además, los rendimientos mínimos, características de

materiales y demás, están considerados para ser aplicados para cualquier localidad en el mundo.

### **3.2 MODELADO ENERGÉTICO<sup>7</sup>**

Las herramientas de simulación energética predicen el rendimiento energético de un edificio dado. En general, apoyan a la comprensión de cómo opera un edificio según ciertos criterios y permiten comparaciones con diferentes alternativas de diseño. Las limitaciones que estos programas puedan llegar a tener se aplican a casi cualquier herramienta disponible de este tipo hoy en día, pero es necesario comprender ciertos principios básicos de simulación energética.

Los resultados de la simulación serán más efectivos en la medida en que los datos ingresados sean más específicos. Cada simulación se basa en ecuaciones termodinámicas, principios y suposiciones que no dependen de una fase específica en la que se esté

---

<sup>7</sup> Toda la información aquí descrita fue obtenida de un estudio realizado por la Universidad de Standford: Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). Building energy performance simulation tools – a life-cycle and interoperable

perspective. Center of Integrated Facility Engineering (CIFE), Universidad de Standford, Estados Unidos.

desarrollando el proyecto. El uso de la herramienta como tal no se limita únicamente a su aplicación en la fase inicial de diseño de la propuesta, está también puede ser utilizado durante su operación en un edificio existente.

Los procesos térmicos en edificios son complejos y aún hoy en día no se comprenden en su totalidad, por lo que los programas de simulación energética aproximan sus predicciones con ecuaciones y metodologías calificadas. Por esto, los resultados pueden llegar a variar un poco de la realidad. En general, las simulaciones energéticas se podrían aplicar para cualquier etapa del ciclo de vida del edificio, puesto que los conceptos de uso son igualmente válidos.<sup>8</sup>

### **Consideraciones en el modelado**

Los programas de simulación energética no han sido creados de la misma forma que los arquitectónicos. Sus características son evaluadas de forma diferente, inclusive existirán elementos que no necesarios de modelar durante una simulación energética, aunque su aporte al diseño arquitectónico sea relevante.

---

<sup>8</sup> Ídem.

Durante la identificación de los bordes o límites en cada espacio interior, lo que para un diseño arquitectónico representa un muro dividiendo 2 ambientes, para la simulación el muro representa un borde térmico que podrá o no transferir energía hacia otro espacio. En ocasiones se podrán encontrar columnas interiores que no son relevantes para la ganancia o pérdida de calor y deberán omitirse.

Elementos exteriores como voladizos y parteluces no representan un valor significativo en cuanto a la transferencia de calor, pero sí estos generan una sombra interior habrá que modelarse pues disminuirán las cargas de luz solar en un espacio.

Otro aspecto importante son todas las cargas internas y externas, se debe proveer la información suficiente para crear un balance energético en el espacio. Las cargas externas se ven afectadas principalmente por las condiciones climáticas. Esta información se obtiene de archivos con datos meteorológicos (weather data files),

creados con propósitos de diseño para un gran número de ciudades y regiones en todo el mundo.

Estos no reflejan un año específico, sino que proveen una referencia de los parámetros del clima de una ubicación específica, por medio de la recopilación de datos estadísticos de varios años.

Los sistemas de HVAC y sus componentes son una parte importante en la información para los modelos de simulación térmica. Estos pueden llegar a ser modelados tal y como funciona el sistema actual siempre y cuando la herramienta lo permita.

Un beneficio de las simulaciones energéticas en la actualidad es la comparación de alternativas en el diseño arquitectónico. Estas son validadas tanto para el confort térmico como para el uso de energía. Diferentes alternativas de diseño se basan en casi las mismas suposiciones y las diferencias relativas en los resultados de la simulación son datos confiables.

### **3.2.1 Softwares sugeridos por ASHRAE 90.1 2010**

Los programas de simulación recomendados por el estándar son DOE-2, BLAST o Energy Plus. Sin embargo, es posible realizarlo con otro que cumpla los requerimientos establecidos. Como mínimo debe tener la capacidad de modelar de forma explícita lo siguiente:

- 8,760 horas por año
- Variaciones horarias por ocupación, iluminación, equipo energético, puntos de ajuste del termostato y sistemas de HVAC<sup>9</sup> en operación, definidos para cada día de la semana y días festivos de forma separada.
- Efectos de la masa térmica
- Poder contener 10 o más zonas térmicas
- Curvas del desempeño de cargas para el equipo mecánico
- Curvas de corrección de capacidad y eficiencia para calefacción mecánica y equipo de enfriamiento.
- Economizadores de aire con control integrado.

---

<sup>9</sup> Heating Ventilating and Air Conditioning

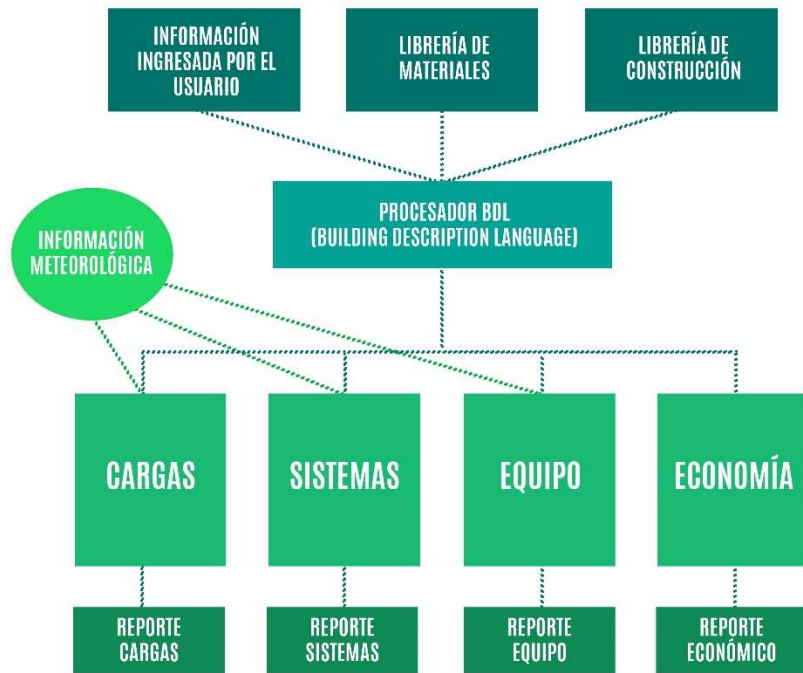
- Características especificadas en la Sección G3 de la línea base de rendimiento del edificio.

Debe poseer la habilidad de: o determinar directamente la propuesta de rendimiento del edificio y el rendimiento de la línea base o producir reportes horarios del uso de energía por un recurso energético que se asemeje para determinar la propuesta y la línea base usando cálculos separados. Además, debe tener la capacidad de realizar cálculos de carga en el diseño para determinar el equipo de HVAC requerido, así como los flujos de aire o agua de acuerdo con los estándares generales de ingeniería aceptados y manuales (handbooks) tanto como para la línea base de rendimiento como para la propuesta de rendimiento del edificio. (Ejemplo, el ASHRAE Handbook-Fundamentals). Debe ser revisado según el ASHRAE Estándar 140, y el resultado debe ser proporcionado por el proveedor del software.

Se presentan algunos programas de los sugeridos por el estándar, a manera de comparación, para comprender sus características, funciones y limitantes.

## **DOE-2**

El DOE-2 fue creado por el Lawrence Berkeley National Laboratory, en Estados Unidos, y es uno de los más utilizados para la simulación energética hoy en día. Por su prolongada presencia en el mercado, existen varias interfaces que se han desarrollado a partir de esta herramienta, entre ellas eQuest que será descrita más adelante. El programa permite simular el comportamiento térmico de los espacios en un edificio, donde las cargas de calor, tales como la ganancia solar, las cargas del equipo, usuarios, iluminación y los sistemas de aire acondicionados pueden ser modelados y simulados con el motor. La geometría utilizada en la simulación debe de ser justamente simplificada de la geometría real del edificio.



*Ilustración 10: Dataflow (flujo de la información) del programa DOE-2. Fuente: Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). Pp. 9.*

La ilustración 11, obtenida de un estudio realizado por la Universidad de Stanford, presenta de forma gráfica cómo funciona el programa de simulación a grandes rasgos. Toda la información del usuario es combinada con los materiales, capas y bibliotecas de construcción y se

coloca en el procesador de la Descripción del Lenguaje del Edificio (Building Description Language ó BDL).

Este último transforma la información en un formato legible de computación que luego es usado por los cuatro subprogramas (módulos de simulación), que son:

- Las Cargas, que utilizando las descripciones del BDL junto con los datos meteorológicos calcula la pérdida o ganancia de calor, basados en cargas asumidas de calefacción y enfriamiento de sistemas relacionados
- Los Sistemas, utilizan las ganancias y pérdidas para determinar calefacción o enfriamiento adicional para los espacios en cuestión.
- La Planta, calcula los requerimientos de combustible de los componentes de HVAC para cumplir con el rendimiento calculado de los sistemas.
- Finalmente, el subprograma de Economía calcula el costo basado en los requerimientos de ese combustible y precios de los servicios.

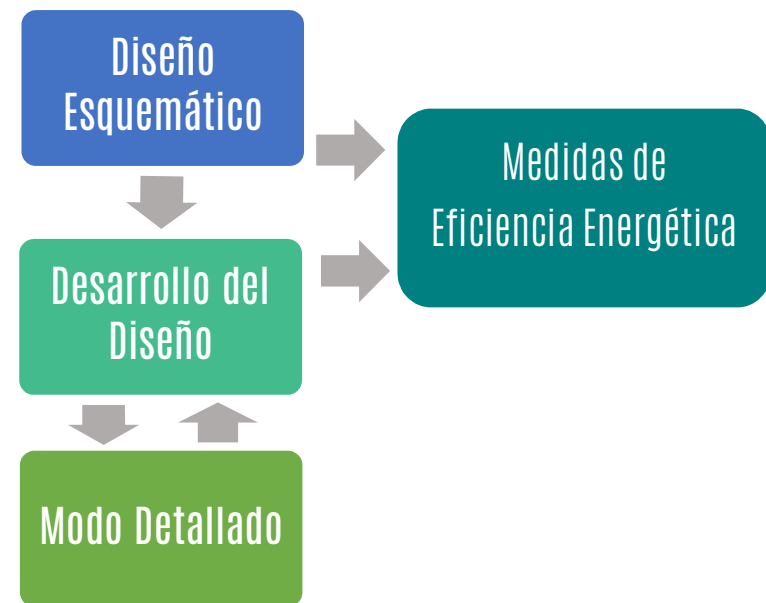


El programa cuenta con varias limitaciones, la más notoria es el hecho el simulador considera los datos de cada momento (tiempo) de forma individual sin considerar las cargas acumuladas de tiempos pasados. Es decir, la información se evalúa sólo hacia delante. Es por esto que no se puede considerar que la precisión del programa se dé al 100%.

### eQuest

Es una herramienta gratuita creada por James Hirsch and Associates para Southern California Edison, y se basa en el DOE-2. El simulador posee todas las funcionalidades de este último y las apoya según los análisis del código de energía Title 24 California.

Provee dos formas de realizar el modelaje: partiendo de un diseño esquemático (Schematic Design Wizard) o desde el Desarrollo del Diseño (Design Development Wizard). Ambos representan diferentes etapas en el proceso de diseño que difieren en la cantidad de detalles contenidos, y pueden simplificar la información por medio de la utilización de los parámetros determinados.



*Ilustración 11: Dataflow (flujo de la información) del programa eQuest. Fuente: Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). Pp. 21.*

El modelo detallado cuenta con todos los parámetros disponibles que contiene el DOE-2. Además, las “Medidas de Eficiencia Energética” (Energy Efficiency Measures), proveen otra funcionalidad a esta herramienta pues permite realizar rápidas comparaciones de alternativas de diseño basadas en parámetros de entrada específicos. Esto facilita la comprensión del efecto de los cambios en los parámetros en relación al consumo de energía y el confort de los ocupantes.

eQuest se ha desarrollado para usarse durante varias etapas de diseño en el proyecto de un edificio. El simulador permite importar archivos DWG básicos para realizar el modelaje de la geometría del edificio. El usuario deberá de re-dibujar todas las formas del edificio para luego definir las zonas térmicas en cada espacio interior. Además, el programa permite importar geometrías de edificios en formatos gbXML (Green Building XML), el cual es el tipo de archivo que genera el programa DOE-2 y Energy Plus para sus simulaciones.

eQuest es una poderosa interfaz gráfica para el DOE-2 e incluye muchas características útiles. La mayor limitación de la herramienta es la falta de importación directa fiable de la geometría en archivos de CAD. Además, su dependencia al DOE-2 genera las mismas limitantes para este último como lo es la generación de simulaciones en hacia delante sin considerar cargas pasadas.

---

<sup>10</sup> Toda la información descrita en este capítulo, así como otros aspectos a evaluar, se puede encontrar en el estándar ASHRAE 90.1: American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE),

### 3.3 ASHRAE 90.1 2010<sup>10</sup>

El estándar ASHRAE 90.1 en su versión del 2010, fue realizado en conjunto por la Sociedad Americana de Ingerieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado conocida por sus siglas en inglés como ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), la Sociedad de Ingenieros de Iluminación conocida por sus siglas en inglés como IES (Illuminating Engineering Society), y aprobado por el Instituto Nacional de Estándar Americano por sus siglas en inglés ANSI (American National Standard Institute). El documento presenta los requerimientos mínimos de consumo eficiente de energía, asociados al diseño de un edificio. Abarcando diferentes aspectos que repercuten en el funcionamiento de los mismos durante su ocupación.

El propósito del estándar es establecer los requerimientos mínimos de eficiencia energética de los edificios creando diseño, construcción y un plan de operación y mantenimiento para estos, así como el aprovechamiento

Illuminating Engineering Society (IES) y American National Standard (ANSI). (2010). *Energy Estándar for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. Atlanta, Estados Unidos.

de recursos de energía renovable del lugar. El ASHRAE 90.1 provee de dichos requerimientos y criterios que permiten determinar el cumplimiento de los mismos, los cuales son aplicables para:

- Nuevos edificios y sus sistemas
- Nuevos segmentos de edificios y sus sistemas
- Nuevos sistemas y equipos en edificios existentes
- Nuevo equipamiento o edificios con sistemas específicamente identificados en el estándar que son parte de los procesos industriales o de manufactura.

El ASHRAE 90.1 2010 aplica para conjuntos residenciales que tengan más de cuatro niveles. El estándar no es aplicable para “Low-rise residential” que lo define como vivienda unifamiliar, vivienda manufacturada, y otras estructuras residenciales que tienen menos cuatro niveles. No aplica a casas móviles, modulares o edificios que son usados para electricidad o combustibles fósiles.

En algunos casos se encontrarán excepciones para evaluaciones de ciertas tipologías o materiales de los

edificios, y se deberá cumplir con los requerimientos que indique el estándar.<sup>11</sup>

El estándar se desglosa en 12 secciones y siete apéndices que funcionan como apoyo a las anteriores. Las secciones 1, 2, 3, 4 y 12 son de orden administrativo en las que se puede encontrar el propósito, definiciones, alcance y normativas referentes al documento. De las secciones 5 a la 11, se puede encontrar los requerimientos mínimos establecidos junto con sus componentes técnicos que permiten realizar las evaluaciones correspondientes a los edificios, determinando su eficiencia energética. Estas secciones se presentan a continuación:

- **1. Propósito**
- **2. Alcance**
- **3. Definiciones, abreviaturas y acrónimos**
- **4. Administración y aplicación**
- **5. Envoltente del edificio**, abarca los materiales utilizados para el envoltente del edificio

---

<sup>11</sup> Ibídem. Pp. 4.

diferenciando si son opacos y vidriados, así como sus características.

- **6. Calefacción, ventilación y aire acondicionado**, en esta sección se cubren los distintos sistemas de Heating, Ventilating and Air Conditioned (HVAC), así como sus controles y equipamientos.
- **7. Servicio de calefacción de agua**, abarca las características de los equipos utilizados para el suministro del agua caliente.
- **8. Potencia**, sistemas de distribución eléctrica.
- **9. Iluminación**, en esta sección se evalúan los requerimientos para los sistemas de iluminación tanto interior como exterior, así como los controles para el uso de los mismos.
- **10. Otros equipos**, evalúa cualquier otro equipo que no sea parte de las categorías anteriores y que posea un motor eléctrico.
- **11. Método de costo presupuestado de energía (Energy Cost Budget Method)**, alternativa para el cumplimiento del estándar, donde presenta requerimientos para el desarrollo de modelos por computadora que simulen el comportamiento del

edificio. Se puede llegar a dar por cumplido el estándar si se alcanza certificar los consumos anuales menores a los presupuestados por un modelo hipotético.

- **Normativa Apéndice A: Determinar el valor R del aislamiento y unir los factores u, c y f**
- **Normativa Apéndice B: Criterios Climáticos para el envolvente del edificio**
- **Normativa Apéndice C: Opción en subsección 5.6 sobre la metodología para la compensación de la envolvente del edificio.**
- **Normativa Apéndice D: Datos climáticos**
- **Normativa Apéndice E: Referencias Informativas**
- **Normativa Apéndice F: Descripción de información**
- **Normativa Apéndice G: Método de calificación del rendimiento.**

En el caso de este proyecto se toma como base la metodología que se presenta en el Apéndice G del documento, la cual es una variación de la sección 11 del mismo. Esto se debe a que el apéndice es una

herramienta enfocada en la medición del nivel de eficiencia energética de un diseño en comparación a un diseño específico que cumpliría con el estándar, tomando en cuenta todos los usos finales de la energía.

La línea base para esta simulación tomará en cuenta el tamaño y ocupación de la edificación, y no dependerá de los sistemas que se consideren en la propuesta.

### 3.3.1 Apéndice G<sup>12</sup>

El apéndice es una modificación de la sección 2, “Método de costo presupuestado de energía” (Energy Cost Budget). Debe ser usado para evaluar el desempeño de propuestas de diseño, incluyendo alteraciones y nuevos espacios agregados a edificios existentes, excepto diseños que no posean un sistema mecánico.<sup>13</sup> El apéndice se diferencia del resto del estándar en la medida que se basa en el consumo energético y no los costos de energía, puesto que el estándar como tal busca generar criterio para disminuir los costos por energía.

---

<sup>12</sup> *Ibíd.* Pp. 209-221.

En esta sección del estándar, se presentan todas las características y detalles que el modelado por computadora debe poseer para realizar la simulación energética del edificio propuesto. Para la evaluación de la eficiencia, se deberá realizar la simulación de la propuesta del rendimiento del edificio, reconocida en el documento como “*Proposed building performance*”, así como el diseño de una línea base del rendimiento del edificio, reconocida como “*Baseline Building Performance*” en el documento. Por efectos de comprensión y facilidad para el lector, en este proyecto se reconocerán los términos en español.

Para el proyecto de *Modelado Energético del Edificio O Campus Central, de la Universidad Rafael Landívar, según el ASHRAE 90.1 2010, Apéndice G*, la línea base de rendimiento será igual al rendimiento actual del Edificio O puesto que la simulación presentada en el estándar es la referencia para cuando las construcciones son nuevas. Sin embargo, dejarán indicados los requerimientos de la

<sup>13</sup> *Ibíd.* Pp. 209.

línea base de rendimiento establecida en el estándar para efectos de comprensión del modelaje.

La mejora de la propuesta de diseño se calcula según los requerimientos del apéndice usando la siguiente fórmula:

***Porcentaje de mejora***

$$= 100 \times (\text{Línea base del rendimiento del edificio} - \text{Propuesta de rendimiento del edificio}) / \text{Línea base del rendimiento del edificio}.$$

Es importante hacer notar que los resultados no son predicciones del consumo de energía del edificio, y que puede tener variaciones por diversos factores que no se pueden calcular en su totalidad tales como: usuarios, mantenimiento, entre otros.

**3.3.1.1 *Requerimientos Generales de Simulación***

Para evaluar el desempeño energético según ASHRAE 90.1 2010 es obligatorio el cumplimiento de los requerimientos de las siguientes secciones:

**Envolvente del Edificio (Obligatorios de la sección 5.4 del ASHRAE 90.1 2010):**

Esta sección abarca todo el envolvente entendido como el aislamiento exterior. Se evalúa cada elemento por separado según su función estructural / forma y los materiales que posee para determinar si cumple o no con los requerimientos mínimos presentados en el estándar. Estos se basan en el valor R y el factor U de los materiales. Además, busca establecer si los fabricantes de los materiales han verificado con alguna entidad autorizada dichos parámetros de sus materiales, y que toda esta información pueda ser percibida por el usuario.

**Calefacción, ventilación y aire acondicionado (Obligatorios de la sección 6.4 del ASHRAE 90.1 2010):**

Los requerimientos mandatorios de este apartado son específicos para el equipo que se esté utilizando en el edificio o que se pretende utilizar. Aquí se describen todos los tipos de aparatos posibles, y los rendimientos mínimos que estos deben tener según sus capacidades para determinar si están cumpliendo con el estándar o no.

Además se presentan campos de cumplimientos obligatorios con respecto a los cálculos de las cargas de

los equipos, los controles y la forma en que deberán operar según su propósito (calefacción, ventilación o aire acondicionado).

**Servicio de calentador de agua (Obligatorios de la sección 7.4 del ASHRAE 90.1 2010):** Aquí se presentan los rendimientos mínimos que los sistemas de calentadores de agua deberán tener para cumplir con el estándar. Se presentan características de los equipos.

Para el caso del edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar, esta sección se omitirá por completo puesto que dicho edificio no cuenta con un sistema de calentador de agua y no se plantea proponerlo en la propuesta de diseño.

**Potencia (Obligatorios de la sección 8.4 del ASHRAE 90.1 2010):** Esta sección presenta requerimientos obligatorios para las caídas de voltaje y controles automáticos de los circuitos eléctricos.

**Iluminación (Obligatorios de la sección 9.4 del ASHRAE 90.1 2010):** Esta sección abarca todas las características relacionadas al control y el uso de la

iluminación de los espacios interiores, y elementos de iluminación en el exterior. Presenta requerimientos mínimos de los controles según los horarios y el tipo de iluminación a utilizar.

**Otros Equipos (Obligatorios de la sección 10.4 del ASHRAE 90.1 2011):** Esta sección abarca requerimientos mínimos en cuanto al uso y características de motores eléctricos y elevadores.

La propuesta de rendimiento del edificio y la línea base de rendimiento del edificio, deben ser calculados usando el mismo programa de simulación, datos climáticos y criterios de energía.

### **3.3.1.2 Programas de Simulación**

Los programas de simulación recomendados por el estándar son DOE-2, BLAST o Energy Plus. Sin embargo, es posible realizarlo con otro que cumpla los requerimientos establecidos. El software debe incluir metodologías de cálculo para los componentes del modelado del edificio. (Excepciones G2.5 del ASHRAE 90.1 2010).

En la siguiente sección, 3.2 Modelado Energético de este documento, se presentan las condiciones indicadas por el estándar con sus requerimientos mínimos para que la simulación energética sea válida.

### **Datos Climáticos**

El programa de simulación debe usar valores por hora de datos climáticos, como temperatura y humedad. Los datos deben ser representativos para el sitio en el cual la propuesta de rendimiento se localiza. Para ciudades o regiones urbanas con diferentes datos climáticos y para lugares donde los datos no se encuentran disponibles, el diseñador deberá seleccionar los datos climáticos que mejor representan a los del lugar de construcción. Estos deben estar avalados por alguna autoridad local o internacional, que valide la veracidad de los datos.

### **Tarifas de Energía**

Los costos anuales de energía deben determinarse utilizando: tarifas actuales de la compra energética o precios promedios de energía que han sido publicados por

DOE Energy Information Administration (EIA) para edificios comerciales. Las tarifas de varias fuentes no deben de ser mezcladas en el mismo proyecto. La energía renovable del sitio no debe ser considerada parte de los costos de energía incluidos en la propuesta de rendimiento para el diseño del edificio.

### **Métodos de cálculo irregulares**

Cuando el programa de simulación no puede modelar un diseño, material o un aparato de la propuesta de diseño, se deben usar métodos de cálculo anómalos si son aprobados por la autoridad calificadora. En caso de que sean varios elementos los que no pueda modelar el programa, cada uno debe de ser calculado individualmente y deben determinarse ahorros excepcionales para cada uno. Pero en ningún momento, estos ahorros deben constituir más de la mitad de la diferencia entre la línea base y el rendimiento de la propuesta del edificio. Incluye una lista de entregables para realizar esta excepción.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Ibidem. Pp.210.



### **3.3.1.3 Cálculo de la propuesta y línea base del rendimiento energético del edificio<sup>15</sup>**

El modelo de simulación para el cálculo de la propuesta y línea base del rendimiento energético del edificio debe desarrollarse según los requerimientos de la tabla G3.1 (Modeling Requirements for Calculating Proposed and Baseline Building Performance) del estándar. Dicha tabla permite comprender los parámetros de comparación entre la línea base y la propuesta de rendimiento que se realizará por medio del software durante el modelado energético. Aquí se determinan todas las características, desde los requerimientos mínimos a implementar por el estándar, hasta los cálculos, forma de modelar y las simulaciones por realizar.

Para el desarrollo de la línea base de rendimiento del Edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar, se tomarán en cuenta los aspectos a evaluar descritos en la tabla respondiendo al funcionamiento actual del edificio, con el fin de contar con los mismos parámetros comparativos cuando se realice la propuesta de rendimiento. Esta última

---

<sup>15</sup> Ídem.

se realizará exactamente como de describe en el apéndice.

De los 14 parámetros a evaluar en el modelaje energético, para la propuesta de diseño y línea base del edificio “O” no se tomarán en cuenta<sup>16</sup>:

**Agregados y Alteraciones** en donde se menciona que se pueden excluir secciones del edificio en el modelado energético cuando tengan sistemas de HVAC que abastezcan a otras partes que no pertenezcan al edificio, además de cumplir con todos los requerimientos de la sección 5 a la 10 del estándar, entre otras disposiciones obligatorias en conjunto.

**Thermal Blocks – Edificios de Residencia Multifamiliar**, puesto que el edificio “O” es de oficinas.

**Servicio de Agua Caliente** ya que el edificio no cuenta con este servicio y no se buscará la implementación de un sistema de este tipo.

<sup>16</sup> Presentados en color gris en la ilustración 11 de la página siguiente.



Ilustración 12: Gráfica de los aspectos evaluados en la Tabla G3.1, en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2010, en relación a los requerimientos necesarios para la realización del Modelaje Energético (Los presentados en color gris son los aspectos que no se tomarán en cuenta durante el modelado). Fuente: ASHRAE, (2010).

**TABLA 1: Requerimientos del Modelaje para el cálculo de la propuesta de diseño y la línea base del Edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar, según Apéndice G, en el estándar del ASHRAE 90.1 2010.**

PROPOSED BUILDING PERFORMANCE	BASELINE BUILDING PERFORMANCE
<b>1. Modelo del diseño (Design Model)</b>	
<p>a.) El modelo de simulación de la propuesta debe ser consistente con los documentos de diseño incluyendo el cálculo adecuado de fenestración, tipos y áreas de la envolvente; potencia y controles de iluminación interior; tipos, dimensiones y controles de sistemas de HVAC; y sistemas y controles de calentadores de agua. Todos los componentes de carga de uso final y asociados con el edificio deben ser modelados incluyendo ductos de ventilación, ventilación en garajes, equipo para descongelar nieve y protección contra el frío, iluminación en fachada, calentadores y bombas para piscinas, escaleras eléctricas y elevadores, refrigeración y cocina. Cuando el programa de simulación no puede modelar la funcionalidad del sistema instalado, deben ser utilizados hojas de cálculo u otros documentos.<sup>17</sup></p> <p>b.) Todos los espacios acondicionados en la propuesta de diseño deben ser simulados tanto para calefacción como para enfriamiento aún si no se instalará algún sistema de estos. Los puntos de control y horarios para la temperatura y humedad, así</p>	<p>La línea base de diseño debe ser modelada con el mismo número de pisos y áreas acondicionadas idénticas a la propuesta de diseño.</p>

<sup>17</sup> Ibídem. Pp. 211. Se explican con más detalle en el estándar.

como el rango de regulación de control de temperatura debe ser el mismo para la propuesta y la línea base de diseño. Únicamente los espacios usando sistemas tipo 9 y 10 no deben ser simulados con enfriamiento mecánico.

c.) Cuando el método de cálculo del rendimiento es aplicado a edificios en donde no se han diseñado características relacionadas a la energía, esos deben ser descritos en la propuesta de diseño exactamente como son definidos en la línea base. Cuando la clasificación del espacio no es conocida debe considerarse como un espacio de oficina.

## 2. Clasificación de uso de espacio (Space Use Classification)

Se especificará el uso utilizando el tipo de edificio o de espacio de clasificación de iluminación según se indica en la sección 9.5.1 o 9.6.1. El usuario debe especificar el uso del espacio utilizando cualquiera de las categorías de tipo de edificio o espacio, pero no debe combinar estas dos. Se puede utilizar más de un tipo de categoría en un edificio si posee un uso mixto. Si se usan las diferentes categorías para los tipos de espacio, el usuario debe simplificar la colocación de estos en el modelo del edificio, previendo el total de las áreas del edificio para cada tipo de espacio específico.

Igual a la propuesta de diseño.

### 3. Horarios (Schedules)

Se deben usar horarios capaces de modelar variaciones horarias de ocupación, potencia de iluminación, equipo de potencia, puntos de ajuste del termostato, y sistemas de operación de HVAC. Deben ser típicos según lo determinado por el diseñador y aprobados por la autoridad calificada correspondiente.

Los horarios para ventilación de HVAC que proveen de aire exterior para ventilación deben circular de forma continua cuando los espacios están ocupados y se deban encender y apagar para cumplir con las cargas de calefacción y enfriamiento durante las horas sin ocupación. Se presenta excepciones para sistemas de calefacción y enfriamiento que no se plantean instalar, pero se simularán en el diseño, y para HVAC que se encuentran en espacios con mandatos de salud y seguridad.<sup>18</sup>

Igual a la propuesta de diseño.

Excepción: Los horarios pueden estar permitidos para diferir entre la propuesta de diseño y la línea base cuando sea necesario modelar una medida de eficiencia no estándar, previendo que los horarios revisados tienen la aprobación de la autoridad valuadora correspondiente.

### 4. Envoltente del Edificio (Building Envelope)<sup>19</sup>

Todos los componentes de la envoltente del edificio en la propuesta de diseño deben ser modelados tal como se muestran en los dibujos arquitectónicos o como se encuentran construidos en el envoltente del edificio. existen ciertas excepciones que son permitidas para diferir de los dibujos arquitectónicos:

a.) Todo lo ensamblado sin aislar debe ser modelado de forma separada usando alguna de las siguientes técnicas: Separar el

Dimensiones equivalentes deberán de asumirse para cada componente de la envoltente exterior tal como en la propuesta de diseño. El total del área de muros exteriores deberá ser igual, así como para los techos, pisos (áreas/ambientes), puertas, y muros perimetrales de concreto. Adicional a esto existen algunos requerimientos que se deben tomar en consideración para aplicar en el modelaje de la línea base:

<sup>18</sup> Ídem. Se explica en el estándar las formas a simular o evaluar estos espacios y sistemas.

<sup>19</sup> Ibídem. Pp. 213.

modelaje de cada una de las partes sin aislar del modelo de simulación del edificio o separar el cálculo del valor U para cada parte. Estos factores U son promediados con superficies adyacentes más grandes utilizando un método de promedio ponderado por área.<sup>20</sup>

- b.) Superficies exteriores que la orientación azimutal e inclinación difieren por menos de 45 grados y de lo contrario el mismo, pueden ser descritos como una sola superficie o utilizando multiplicadores.
- c.) La superficie del techo debe ser modelada usando la reflectancia solar y las emisiones térmicas determinadas según la Sección 5.5.3.1.1(a). Donde los datos de prueba no están disponibles, la superficie del techo deberá ser modelada con una reflectancia de 0.30 y una emisión térmica de 0.90.
- d.) Los dispositivos de sombreado manual tales como persiana o sombreados deben modelarse o no igual a la línea base. Controles automáticos de sombras o persianas, así como elementos de sombras permanentes tales como salientes, aleros y light shelves<sup>21</sup> deben ser modelados.

- a.) Orientación: El rendimiento debe generarse sacando un promedio de los resultados de obtenidos por la simulación con su orientación actual y luego rotar el edificio 90, 180 y 270 grados. No debe generarse sombra a sí mismo. Existen 2 excepciones para este requerimiento: Si se puede demostrar que la orientación es dictada por las consideraciones del sitio y para edificios donde el área de fenestración vertical en cada orientación varía por menos del 5%.
- b.) Piezas Opacas: deberán seguir las normas, tipos de montajes ligeros y coincidir con el apropiado factor U máximo indicado en las Tablas 5.5-1 a la 5.5-8. Los utilizados para alteraciones en el edificio deben seguir las indicaciones de la Sección 5.1.3.
- c.) Fenestración Vertical: Debe ser equivalente a la propuesta de diseño o 40% por encima del área bruta de la pared, se utilizará el más pequeño y distribuirá en cada fachada del edificio en las mismas proporciones que la propuesta. Los factores U y la fenestración por SHGC deberán de coincidir con los requerimientos de las tablas 5.5-2 a 5.5-8. Todo el acristalamiento vertical se asumirá al ras de la pared exterior y por lo tanto no se proyectarán

<sup>20</sup> Ibídem. Pp. 213. Revisar nota sobre factor U.

<sup>21</sup> Un light shelve es una superficie horizontal que refleja la luz solar dentro del edificio. Ver Glosario en este documento.

e.) Controles automáticos de acristalamiento dinámico deben ser modelados. Los que son de forma manual debe usar un promedio del mínimo y máximo SHGC<sup>22</sup> y VT<sup>23</sup>.

sombras en el modelo. Elementos como persianas o cortinas no son necesarias de modelar. La fenestración en áreas alteradas en el envolvente deben reflejar los límites de las mismas, factor u y SHGC descritos en la Sección 5.1.3.

d.) Tragaluces y ventanas para respiraderos: El área de tragaluces debe ser igual a la propuesta de diseño o 5% del área del techo bruta que es parte de la envolvente del edificio. Se utiliza la más pequeña. Si es más grande que el 5% en la línea base, el área deberá disminuir en el mismo porcentaje para todos los componentes del techo donde se ubicarán los tragaluces para así alcanzar el 5% la proporción tragaluz-cubierta. La inclinación y orientación deberá ser la misma, y las propiedades del factor U y SHGC deben coincidir con los requeridos en las tablas 5.5-1 a 5.5-8.

e.) Reflectancia solar en cubierta y emisiones térmicas: las cubiertas exteriores deberán modelarse con el requerimiento de la Sección 5.5.3.1.1 (a). El resto de cubiertas, incluyendo las excepciones de la Sección 5.5.3.1.1, se modelarán utilizando el valor de 0.3 para la reflectancia solar y 0.9 para las emisiones térmicas.

---

<sup>22</sup> SHGC: Solar Heat Gain Coefficient (Coeficiente de ganancia del calor solar)

<sup>23</sup> VT: Visible Transmittance. (Transmitancia visible).

	<p>f.) Edificios Existentes: la línea base del edificio deberá reflejar las condiciones existentes previo a cualquier revisión que será parte del alcance del trabajo a ser evaluado.</p>
<p><b>5. Iluminación (Lighting)<sup>24</sup></b></p>	
<p>La potencia de iluminación se determina con:</p> <p>a.) Cuando exista un sistema completo de iluminación, la potencia actual para cada bloque térmico deberá ser usada en el modelo.</p> <p>b.) Cuando se ha diseñado un sistema de iluminación, la potencia deberá determinarse según la sección 9.1.3 y 9.1.4.</p> <p>c.) Cuando no exista o no sea especificada la iluminación, la potencia se determinará según Building Area Method (Método del área de construcción) para el tipo de edificio apropiado.</p> <p>d.) Los sistemas de iluminación deben incluir todos los componentes mostrados o provistos en los planos (incluyendo lámparas, balastos y demás accesorios).<sup>25</sup></p> <p>e.) Se deberán modelar la iluminación para garajes y fachadas.</p> <p>f.) Se dará crédito por utilizar controles automatizados para la utilización de la luz natural pero sólo si la operación es o modelada directamente en la simulación del edificio o a través</p>	<p>Se debe determinar utilizando el mismo procedimiento de categorización (building área or space-by-space method) y categorías como las de la propuesta de diseño con la potencia de iluminación igual al máximo permitido para la categoría y método correspondiente en la Sección 9.2. La iluminación deberá ser modelada utilizando controles automáticos y manuales según la Sección 9.4. No deben modelarse controles adicionales (Como los de luz natural), pues los horarios de uso de iluminación se entienden como los que reflejan los requerimientos obligatorios de control para este estándar.</p>

<sup>24</sup> ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 214.

<sup>25</sup> Ídem. Existe excepción para ciertas tipologías de edificios que se puede revisar a detalle en el estándar.



de un horario de ajustes determinado por un análisis de luz natural separado y aprobado por una autoridad evaluadora.

g.) Para controles de iluminación automáticos, en adición a los requeridos por el cumplimiento mínimo del código según la Sección 9.4.1, se dará crédito por reducir el poder de iluminación conectado por aplicar los porcentajes de la tabla G3.2. Otra alternativa por la que se dará crédito será por modificar los horarios de iluminación usados en la propuesta de diseño para estos equipos, se debe proveer la documentación técnica para las modificaciones a la autoridad evaluadora.

#### **6. Bloques Térmicos – Zonas diseñadas con HVAC (Thermal Blocks – HVAC Zones Designed)<sup>26</sup>**

Donde las zonas HVAC son definidas en los dibujos de diseño para HVAC, cada una de estas debe ser modelada como un bloque térmico individual. Puede existir la excepción si varias zonas se combinan para crear un solo bloque térmico o bloques idénticos a los que se aplican los multiplicadores, siempre que se cumplan las siguientes condiciones: La clasificación del uso del espacios es la misma en todo el bloque térmico, todas las zonas HVAC en el bloque son adyacentes a las paredes exteriores acristaladas que se enfrentan a la misma orientación o su orientación varía por menos de 45°, y cuando todas las zonas son servidas por el mismos sistema de HVAC o por el mismo tipo de HVAC.

Igual a la propuesta de diseño.

---

<sup>26</sup> Ídem.

## 7. Bloques Térmicos – Zonas no diseñadas con HVAC (Thermal Blocks – HVAC Zones Not Designed)<sup>27</sup>

Donde las zonas y sistemas de HVAC no se han diseñado aún, los bloques térmicos deben ser definidos basados en similares densidades de carga interna, ocupación, iluminación, horarios de temperatura, en combinación con las siguientes guías:

- a.) Se deben asumir bloques térmicos separando los interiores y los espacios perimetrales. Los primeros serán localizados a más de 15pies del muro exterior, y los perimetrales serán los intermedios desde el muro exterior hasta los 15pies.
- b.) Se deben asumir bloques térmicos por separado para espacios adyacentes a las paredes exteriores acristaladas; una zona separada para cada orientación a excepción de las orientaciones que difieren por menos de 45° pues se consideran como si estuviera hacia la misma orientación. Cada zona debe incluir las áreas que están a 15 pies o menos del muro perimetral acristalado, a excepción de las áreas que tengan más de una orientación las cuales deberán ser divididas de forma proporcional entre las zonas.
- c.) Se deben asumir bloques térmicos por separado para los espacios que tengan suelos en contacto con la tierra o expuestos a las condiciones ambientales de zonas que con comparten estas características.

Igual a la propuesta de diseño.

---

<sup>27</sup> Ídem.

d.) Asumir bloques térmicos separados para espacios que tengan cubierta exterior o ensamblajes de techo de zonas que no comparten estas características.

### 8. Sistemas de HVAC (HVAC Systems)<sup>28</sup>

Los tipos de sistemas HVAC y todos los parámetros relacionados al rendimiento en la propuesta de diseño, tales como las capacidades y eficiencia de los equipos, deben ser determinados con lo siguiente:

- a.) Donde exista un sistema completo de HVAC, el modelo debe reflejar el tipo de sistema actual usando la capacidad y eficiencia del componente actual.
- b.) Donde se ha diseñado un sistema de HVAC, el modelo debe ser consistente con los documentos de diseño. Eficiencia del equipo mecánico debe ajustarse de las condiciones del diseño actual a las condiciones especificadas en la Sección 6.4.1 del estándar, si son requeridas por el modelo de simulación.
- c.) Cuando no exista un sistema de calefacción o no se especifique, la clasificación de este debe asumirse como eléctrica, y las características del sistema deben ser idénticas a las modeladas para la línea base.
- d.) Cuando no exista un sistema de enfriamiento o no se especifique, este deberá ser idéntico al sistema modelado en la línea base.

Los sistemas de HVAC en la línea base de diseño debe ser del tipo y descripción especificada en la Sección G3.1.1, y debe contener los requerimientos generales para sistemas de HVAC especificados en la Sección G3.1.2, y deben poseer las especificaciones de la Sección G3.1.3 que son aplicables a los tipos de sistema de HVAC de la línea base.

---

<sup>28</sup> Ibídem. Pp. 215.

## 9. Receptáculo y otras cargas (Receptacle and Other Loads)<sup>29</sup>

Receptáculo y el proceso de cargas, tales como aquellos para la oficina y otros equipos, deben ser estimados basados en el tipo de edificio o tipo de espacio y debe asumirse idénticos tanto en la propuesta como en la línea base de diseño, excepto como autoriza específicamente la entidad evaluadora. Estas cargas deben de incluirse en las simulaciones del edificio y cuando se calculan tanto la línea base como la propuesta para el rendimiento del edificio.

Otros sistemas, tales como motores cubiertos de la Sección 10, y cargas diversas deben modelarse idénticos a aquellos en la propuesta de diseño, incluyendo horarios de operación y control del equipo. Donde existan requerimientos específicos de eficiencia enlistados en la Sección 5 a la 10, estos sistemas o componentes deben de modelarse teniendo la eficiencia más baja permitida por los requerimientos. Cuando no existan requerimientos de eficiencia, la capacidad o evaluación de la potencia y energía del equipo debe ser idéntica entre la línea base y la propuesta de diseño a excepción de: variaciones de los requerimientos de potencia, horarios o control de secuencias del equipo modelado en la línea base del edificio de aquellos en la propuesta de diseño, y deben ser autorizados por la entidad evaluadora basados en la documentación que el equipo instalado en la propuesta de diseño, representa una salida significativa de las prácticas convencionales documentadas. El peso de esta documentación es el de demostrar que las prácticas convencionales aceptadas resultarán diferentes en la línea base de la instalada en la propuesta de diseño. La ocupación y horarios de ocupación no deben ser cambiados.

---

<sup>29</sup> *Ibidem*. Pp. 217.

## 10. Limitaciones del modelaje en el Programa de Simulación (Modeling Limitations to the Simulation Program)<sup>30</sup>

Si el programa de simulación no puede modelar un componente o sistema incluido en la propuesta de diseño de forma explícita, sustituir un componente termodinámico similar que pueda aproximarse al rendimiento esperado del componente que no puede ser modelado.

Igual a la propuesta de diseño.

## 11. Condiciones del Exterior (Exterior Conditions)<sup>31</sup>

a.) Sombras por estructuras adyacentes y terreno: El efecto que las estructuras y vegetación significativa o características topográficas tienen en la cantidad de radiación solar que está siendo recibida por la estructura debe de ser adecuadamente reflejada en el análisis por computadora. Todos los elementos que su altura efectiva es mayor que la distancia desde el edificio propuesto y aquellos que su ancho frente al edificio propuesto es mayor que un tercio de la propuesta deben de ser tomados en cuenta para el análisis. Si el programa de simulación tiene una subrutina para simular las sombras de estructuras adyacentes, habrá que utilizar esta opción. Si el programa no tiene dicho componente, se debe considerar que cualquier porción de la estructura que se encuentra con sombra la mayor

Igual a la propuesta de diseño.

---

<sup>30</sup> Ídem.

<sup>31</sup> Ídem.

parte del tiempo se podrá modelar como teniendo una orientación hacia el norte.

- b.) Temperaturas del suelo para paredes por debajo del nivel y cálculos para la pérdida de calor en sótanos: Es aceptable usar o un promedio anual de la temperatura del suelo o un promedio mensual de las temperaturas del suelo para el cálculo de la pérdida de calor a través de los muros en nivel más bajo y los sótanos.
- c.) Temperaturas principales del agua para el cálculo por el servicio de calentadores de agua: Es aceptado usar o una temperatura anual del principal suministro de agua o temperaturas mensuales del principal suministro de agua para el cálculo del calentador de agua. Si estos no están disponibles por parte de la compañía de agua local, se utilizarán los promedios anuales de las temperaturas del suelo.

#### **3.3.1.4 Documentación Requerida**

El Apéndice G, presenta un listado de la información que deberá incluir el reporte final a presentar:

- *Brief (Resumen corto)*, con la descripción del proyecto indicando el programa de simulación utilizado y la versión del mismo. Además, deberá incluir las mejoras claves en la eficiencia energética del edificio propuesto, los resultados del análisis energético y los valores calculados con el porcentaje de mejora final obtenido.
- *Overview (Resumen/Descripción del edificio)*, deberá indicar el número de pisos, el tamaño típico de los niveles, los usos para cada área, y si cada espacio se encuentra acondicionado de forma artificial o no.
- Listado con las características relacionadas a la energía que se incluyeron en el diseño, en lo que se basa el rendimiento energético. Se deberán de incluir todos los que sean diferentes a la línea base de rendimiento del edificio.
- Listado mostrando el cumplimiento de la propuesta de rendimiento del edificio, con los requerimientos

descritos en las secciones 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 y 10.4.

- Generar una tabla que muestre los ahorros energéticos de la propuesta.
- Plano del sitio.
- Elevaciones y plantas del edificio.
- Diagrama mostrando las “zonas térmicas” (Thermal blocks), generados y utilizados en el simulador.
- Explicación de cualquier detalle del modelaje.
- Material de soporte que sea importante para la propuesta de rendimiento del edificio.
- Reportes del programa simulador incluyendo una caída en el uso de la energía con al menos: luces, equipo interno de carga, equipo de calentador de agua, equipo de calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Tarifas de energía utilizadas en la simulación.

Estos mismo entregables, serán presentados al finalizar el modelado energético del edificio O.

## 4. ENTORNO Y CONTEXTO



*Ilustración 13: Fotografía del Edificio "O" Campus Central URL. Fuente: INDIS, (2017).*

### 4.1. EDIFICIO "O"

Se localiza dentro del Campus Central de la Universidad Rafael Landívar, en una sección independiente del conjunto de edificios. Actualmente funciona en su mayoría abasteciendo la demanda de oficinas para diferentes institutos de investigación pertenecientes a la VRIP – Vicerrectoría de Investigación y Proyección – de la universidad. Además, cuenta con tres salones para estudiantes en su primer nivel. Apartado de la mayor parte de las edificaciones, fue de los últimos en construirse.

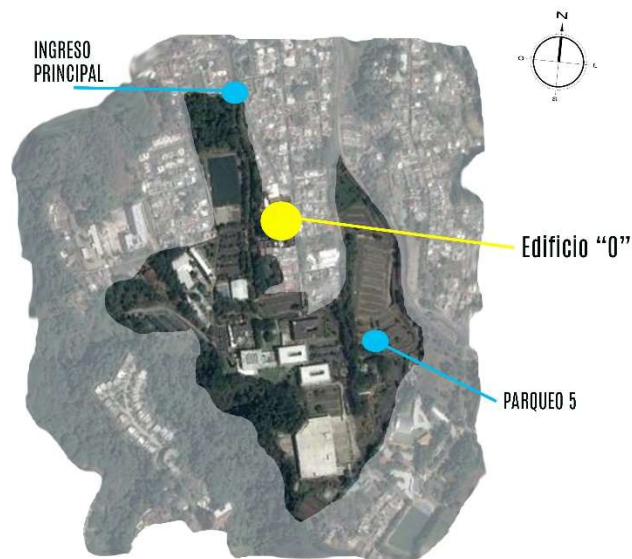
El edificio está dividido en 3 plantas; primer nivel de oficinas y salones, dos niveles superiores de oficinas y la terraza que no está habilitada. El diseño y materiales utilizados para la construcción del edificio "O", siguen la misma línea de la tipología arquitectónica en la universidad: concreto armado y fachada de ladrillo. Parteluces predominantes y que marcan la fachada con este estilo brutalista que deja los materiales expuestos para que el usuario pueda percibir estos sistemas



directamente. A pesar de ser similar al resto de edificios en el Campus Central, este presenta una variación en su fachada Oeste con una predominante inclinación en ladrillo que define el ingreso y que en su momento habría sido proyectado para la creación de un pequeño auditorio.

**Latitud 14°35'51.46"N**

**Longitud 90°29'2.81"O**



**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

**UBICACIÓN EDIFICIO "O"**

EDIFICIO "O"  
CAMPUS CENTRAL, URL

*Ilustración 14: Ubicación del Edificio "O" dentro de la Universidad Rafael Landívar. Fuente: Propia, (2017).*

En sus cercanías se encuentra ubicado un parqueo pequeño, módulos edificados que funcionan con oficinas y salones a su alrededor, área permeable y la colindancia con la comunidad adyacente a la universidad.

Cuenta con el acceso principal en el boulevard principal interno del campus, así como un acceso secundario hacia el coloquialmente conocido como "El Pueblito" en donde se pueden encontrar diferentes comercios informales.



*Ilustración 15: Vista Fachada Sur del Edificio "O", se observa el concreto y ladrillo expuestos, junto con los parteluces predominantes. Fuente: INDIS, (2016).*

#### 4.2.1 Características Generales

La identificación de las características exactas del estado actual del edificio serán las que determinen calidad y detalle de los resultados en la generación del modelado energético, tanto para la línea base como para la propuesta de diseño.

En cuanto al envoltente, se encuentra construido por muros de concreto reforzado y mampostería de ladrillo en sus cuatro fachadas, combinando con los vanos de cristal que funcionan como iluminación y ventilación mientras que aportan al diseño brutalista del edificio. No cuenta con ningún aislamiento en los muros exteriores, dato importante para la simulación puesto que esto representará pérdidas de energía que podrían afectar al funcionamiento eficiente del edificio.

Se desconoce el método constructivo exacto de los cimientos, pero se asumirá que no se colocó ningún tipo de aislante en el subsuelo y que este se encuentra expuesto al terreno.

Los parteluces predominantes son parte de la tipología arquitectónica de la universidad y en esta edificación se

pueden observar claramente en tres de sus cuatro fachadas. Las ventanas están constituidas por vidrio templado traslúcido de 6mm. En su mayoría, estas cuentan con persianas interiores o cortinas para el control manual de la iluminación, aunque las prolongaciones de los parteluces ayudan a tener una menor incidencia solar en los espacios interiores. Además, poseen controles manuales de ventilación que, para la mayoría de espacios, representan la única fuente de ventilación para el espacio interior.



Ilustración 16: Fachada Oeste del Edificio "O". Fuente: INDIS, (2016).

En relación la cubierta del edificio, el módulo central de circulación posee una estructura metálica revestida por acrílico traslúcido visible para todos los usuarios en el

módulo central que trasciende por los 3 niveles. El acabado final de esta es de baldosa de barro, aunque se pueden observar una sección en donde ha sido utilizado un impermeabilizante que seguramente fue colocado mucho tiempo después de la construcción del edificio.

Los entresijos son de vigueta y bovedilla, sistema convencional, que han quedado cubiertos por el cielo falso en todo el edificio. Existen algunos espacios que poseen un cielo falso de tabla-yeso.

Los espacios interiores se encuentran delimitados por muros de tabla-yeso que en su mayoría a permanecido en color blanco. Algunos muros presentan variaciones de colores, predominando el azul, incluyendo colores como rojo, verde, turquesa y amarillo. Esta segmentación mantiene a las oficinas privadas (1 o 2 personas) en el área perimetral y al centro las oficinas generales con varios usuarios y equipos. En cuestiones de eficiencia energética, esta distribución actual genera principalmente, mayores consumos en temas de iluminación puesto que las áreas con mayor cantidad de personas y cargas poseen menor iluminación natural, condicionando al

espacio a tener que usar las luminarias durante largos períodos.



*Ilustración 17: Interior del Edificio "O" con vista hacia el techo desde módulo de circulación central. Fuente: INDIS, (2016).*

Al centro de cada nivel, se encuentran las áreas comunes, módulos de servicios sanitarios para hombres y mujeres, así como gradas principales, gradas de emergencia y circulación interior que marca los ingresos a los diferentes institutos y salones. Estas configuraciones ayudarán a generar el modelado energético y definir zonas térmicas para identificar los consumos actuales e ideales de cada espacio y del edificio.

#### 4.2.2 Especificaciones y Medición<sup>32</sup>

Las dimensiones interiores, así como los cálculos de fenestración en fachadas deberán ser presentados como parte de la documentación para ASHRAE en la propuesta de diseño, y en este caso en la línea base también ya que se está trabajando con un edificio existente. El área total del edificio "O" es de  $2,752.95m^2$  ( $29,632.51ft^2$ ).

Distribución de ambientes en el primer nivel:

	Ambiente General	Área Específica	Área (m2)	Área (ft2)
1	Vestíbulo	Exterior	79.521	855.9560919
2	Vestíbulo	Interior	142.0784	1529.31769
3	Circulación Interna	Pasillos	212.0496	2282.480689
4	Salón	O-107	96.8963	1042.982084
5	Salón	O-108	76.1384	819.5461238
6	Salón	O-109	90.396	973.0135044

7	Servicio Sanitario	Damas	20.85	224.427315
8	Servicio Sanitario	Caballeros	20.85	224.427315
9	Bodega de Servicio	Bodega 1	2.8	30.13892
10	Bodega de Servicio	Bodega 2	2.8	30.13892
11	Bodega de Servicio	Bodega 3	10.72	115.389008
12	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004
13	Bodega de Servicio	Bodega 4	8.6	92.56954
14	IDGT	Oficinas Generales	95.6868	1029.963147
15	IDGT	Oficina Privada 1	16.5561	178.2082048
16	IDGT	Oficina Privada 2	10.25	110.329975
17	IDGT	Sala de Reuniones 1	10.32	111.083448
18	IDGT	Bodega Cocina	3.7943	40.84146577
19	IDGT	Sala de Reuniones 2	7.4476	80.16522164
20	Bodega de Servicio	Bodega 5	6.41	68.996599
21	Tableros Eléctricos	Tableros	3.3	35.52087

<sup>32</sup> Para conocer los detalles de cada ambiente del Edificio "O", revisar la sección de anexos.

Distribución de ambientes en el segundo nivel:

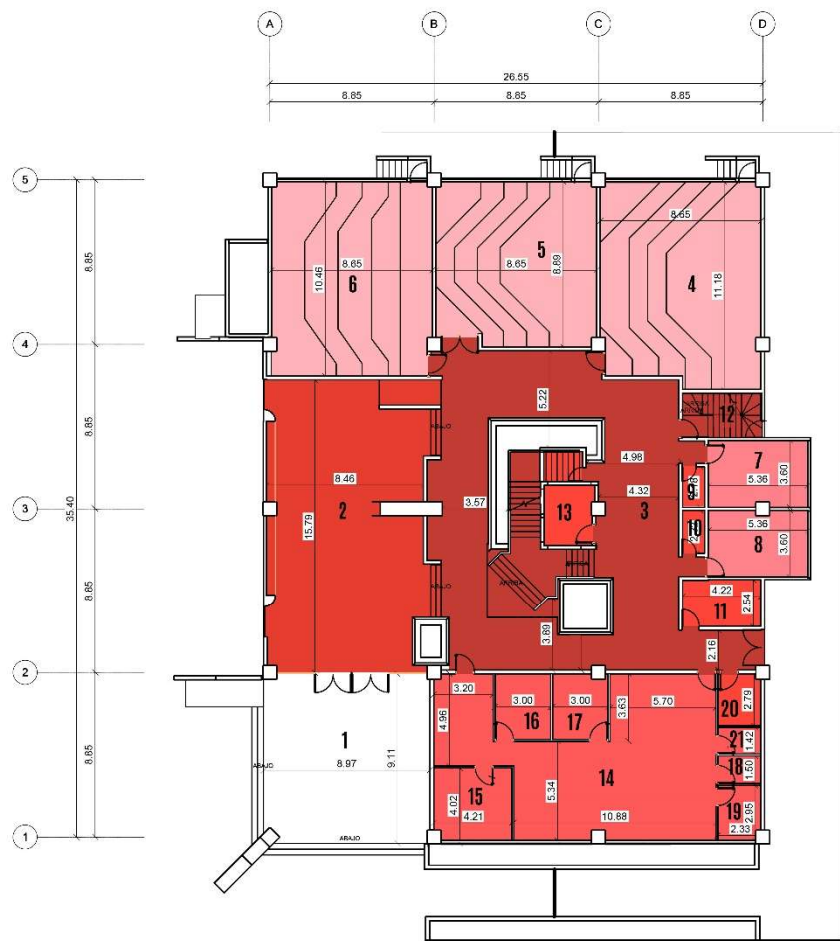
	Ambiente General	Área Específica	Área (m2)	Área (ft2)
1	Circulación Interna	Pasillos	71.8521	773.4088192
2	Servicio Sanitario	Damas	20.85	224.427315
3	Servicio Sanitario	Caballeros	20.85	224.427315
4	INDIS	Oficinas Generales	87.107	937.6110373
5	INDIS	Bodega	2	21.5278
6	INDIS	Sala de Reuniones	18.6816	201.0868742
7	INDIS	Oficina Privada 1	13	139.9307
8	INDIS	Oficina Privada 2	9.6852	104.2505243
9	INDIS	Oficina Privada 3	18.1805	195.693084
10	Bodega de Servicio	Bodega 1	2.59	27.878501
11	Bodega de Servicio	Bodega 2	2.59	27.878501
12	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004
13	Bodega de Servicio	Bodega 3	9.229	99.3400331
14	IIJ	Recepción	14.84	159.736276
15	IIJ	Sala Reuniones	19.6	210.97244
16	IIJ	Oficinas Generales	80.85	870.261315
17	IIJ	Oficina Privada 1	6.59	70.934101
18	IIJ	Oficina Privada 2	5.21	56.079919
19	IIJ	Oficina Privada 3	5.2	55.97228
20	IIJ	Oficina Privada 4	5.88	63.291732
21	IIJ	Oficina Privada 5	14.25	153.385575
22	BRÚJULA	Oficinas Generales	30.16	324.639224

23	BRÚJULA	Oficina Privada 1	10.32	111.083448
24	BRÚJULA	Sala de Reuniones	18.76	201.930764
25	ILI	Oficinas Generales	93.38	1005.132982
26	ILI	Oficina Privada 1	15.69	168.885591
27	ILI	Sala de Reuniones	18.58	199.993262
28	ILI	Bodega de Servicio	10.45	112.482755
29	ISE	Oficinas Generales	85.71	922.573869
30	ISE	Sala de Reuniones	25.44	273.833616
31	ISE	Oficina Privada 1	4.43	47.684077
32	ISE	Oficina Privada 2	4.49	48.329911
33	ISE	Oficina Privada 3	7.98	85.895922
34	ISE	Oficina Privada 4	49.75	535.504025
35	ISE	Oficina Privada 5	7.41	79.760499
36	ISE	Oficina Privada 6	7.16	77.069524
37	ISE	Oficina Privada 7	19.5	209.89605
38	ISE	Oficina Privada 8	40.61	437.121979

Distribución de ambientes en el tercer nivel:

	Ambiente General	Área Específica	Área (m2)	Área (ft2)
1	Circulación Interna	Pasillos	49.99	538.087361
2	Bodega de Servicio	Bodega 1	9.15	98.489685
3	Servicio Sanitario	Caballeros	4.29	46.177131
4	Servicio Sanitario	Damas	4.29	46.177131
5	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004
6	DIP	Oficinas Generales	12.64	136.055696
7	DIP	Oficina Privada 1	8.57	92.246623
8	DIP	Sala de Reuniones	13.91	149.725849
9	IDIES	Oficinas Generales	169.5	1824.48105
10	IDIES	Sala de Reuniones 1	26.51	285.350989
11	IDIES	Oficina Privada 1	13.88	149.402932
12	IDIES	Oficina Privada 2	6.38	68.673682
13	IDIES	Oficina Privada 3	8.38	90.201482
14	IDIES	Oficina Privada 4	20.13	216.677307
15	IDIES	Oficina Privada 5	11.03	118.725817
16	IDIES	Oficina Privada 6	10.47	112.698033
17	IDIES	Oficina Privada 7	6.42	69.104238
18	IDIES	Oficina Privada 8	6.7	72.11813
19	IDIES	Oficina Privada 9	7.97	85.788283
20	IDIES	Oficina Privada 10	11.28	121.416792
21	IDIES	Oficina Privada 11	8.09	87.079951
22	IDIES	Sala de Reuniones 2	6.69	72.010491

23	IDIES	Tableros Eléctricos	5.39	58.017421
24	IDIES	Bodega 1	2.71	29.170169
25	IDIES	Bodega 2	2.67	28.739613
26	UNOP	Oficinas Generales	18.56	199.777984
27	UNOP	Oficina Privada 1	13.13	141.330007
28	Administración VRIP	Área General	96.38	1037.424682
29	Administración VRIP	Cocineta	9.06	97.520934
30	Administración VRIP	Oficina Privada 1	15.96	171.791844
31	DIFADI	Oficina Privada 1	8.78	94.507042
32	Administración VRIP	Oficina Privada 2	7.65	82.343835
33	DIFADI	Oficina Privada 2	7.65	82.343835
34	UAS	Oficina Privada 1	7.71	82.989669
35	Administración VRIP	Oficina Privada 3	15.23	163.934197
36	Administración VRIP	Oficina Privada 4	15.07	162.211973
37	Administración VRIP	Oficina Privada 5	18.17	195.580063
38	Administración VRIP	Oficina Privada 6	6.4	68.88896
39	Administración VRIP	Sala Reuniones 1	35.84	385.778176
40	Administración VRIP	Oficina Privada 7	18.69	201.177291
41	Administración VRIP	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012



### PRIMER NIVEL

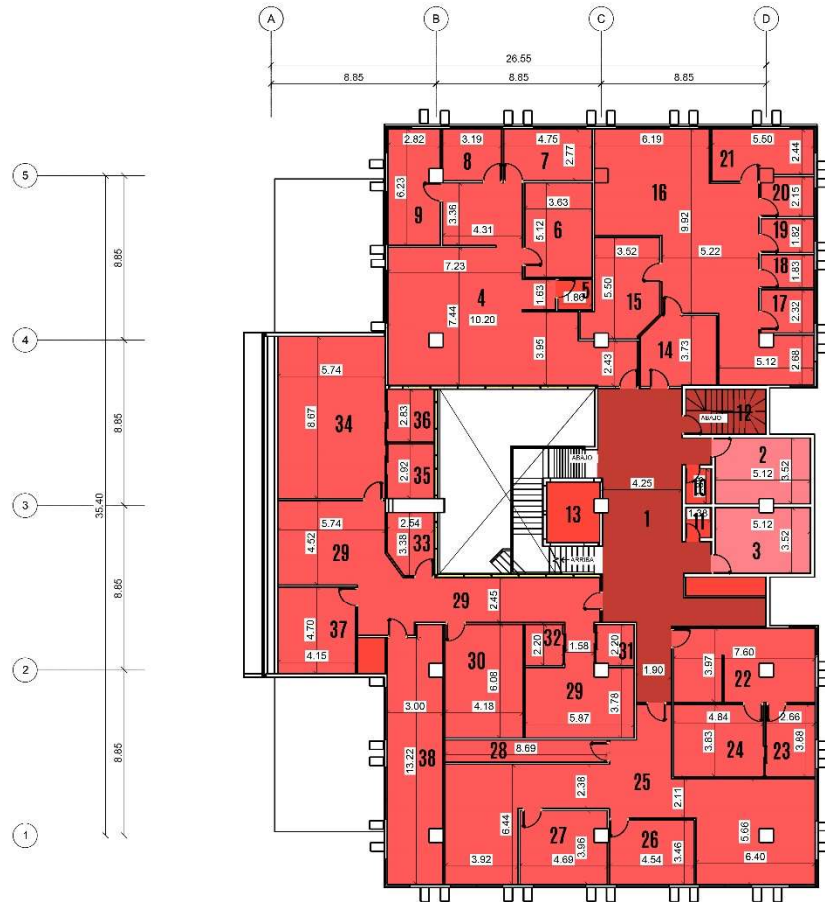
No.	NOMBRE
1	Vestíbulo Exterior
2	Vestíbulo Interior
3	Circulación Interna
4	Salón 0-107
5	Salón 0-108
6	Salón 0-109
7	Servicios Sanitarios Damas
8	Servicios Sanitarios Caballeros
9	Bodega de Servicio 1
10	Bodega de Servicio 2
11	Bodega de Servicio 3
12	Módulo de Gradass
13	Bodega de Servicio 4
14	IDGT Oficinas Generales
15	IDGT Oficina Privada 1
16	IDGT Oficina Privada 2
17	IDGT Sala de Reuniones 1
18	IDGT Bodega Cocina
19	IDGT Sala de Reuniones 2
20	Bodega de Servicio 5
21	Tableros Eléctricos

- Salones de Clase
- Servicios Sanitarios
- Oficinas
- Bodegas
- Vestíbulo
- Circulación

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS





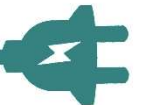
- Servicios Sanitarios
- Bodegas
- Oficinas
- Circulación

### SEGUNDO NIVEL

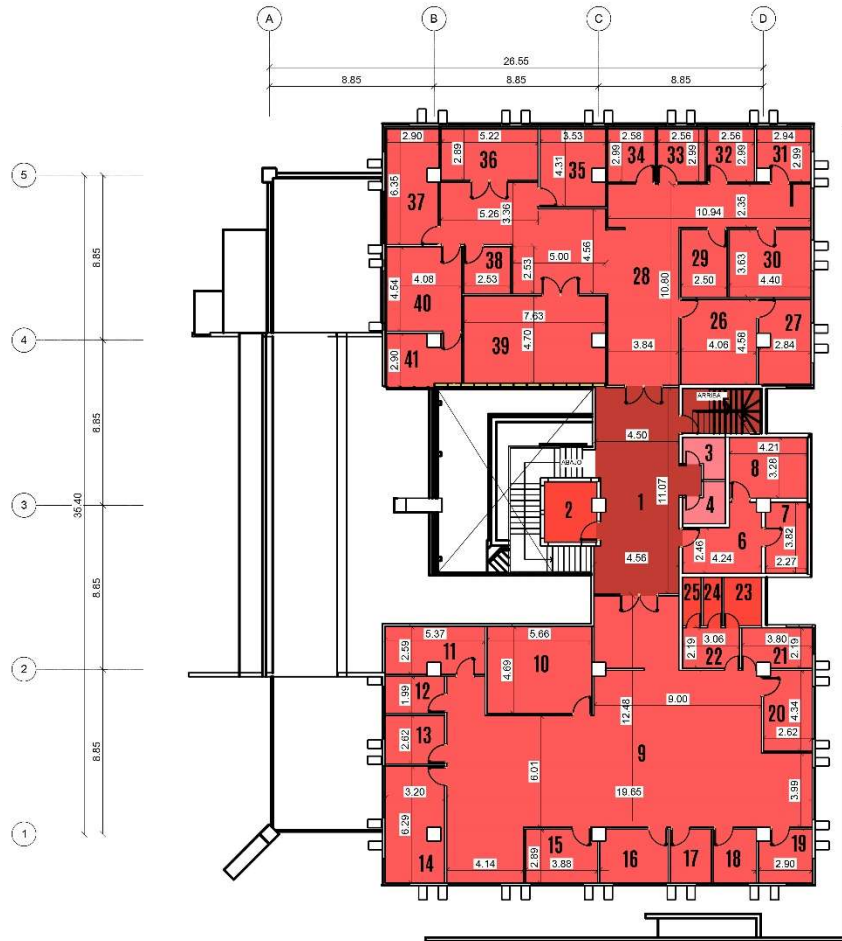
No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	BRUJULA Oficinas Generales
2	Servicio Sanitario Damas	23	BRUJULA Oficina Privada 1
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	BRUJULA Sala de Reuniones
4	INDIS Oficinas Generales	25	ILI Oficinas Generales
5	INDIS Bodega	26	ILI Oficina Privada 1
6	INDIS Sala de Reuniones	27	ILI Sala de Reuniones
7	INDIS Oficina 1	28	ILI Bodega de Servicio
8	INDIS Oficina 2	29	ISE Oficinas Generales
9	INDIS Oficina 3	30	ISE Sala de Reuniones
10	Bodega de Servicio 1	31	ISE Oficina Privada 1
11	Bodega de Servicio 2	32	ISE Oficina Privada 2
12	Módulo de Gradass	33	ISE Oficina Privada 3
13	Bodega de Servicio 3	34	ISE Oficina Privada 4
14	IJJ Recepción	35	ISE Oficina Privada 5
15	IJJ Sala de Reuniones	36	ISE Oficina Privada 6
16	IJJ Oficinas Generales	37	ISE Oficina Privada 7
17	IJJ Oficina Privada 1	38	ISE Oficina Privada 8
18	IJJ Oficina Privada 2		
19	IJJ Oficina Privada 3		
20	IJJ Oficina Privada 4		
21	IJJ Oficina Privada 5		

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS







### TERCER NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	IDIES Sala de Reuniones 2
2	Bodega de Servicio 1	23	IDIES Tableros Eléctricos
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	IDIES Bodega 1
4	Servicio Sanitario Damas	25	IDIES Bodega 2
5	Módulo de Gradax	26	UNOP Oficinas Generales
6	DIP Oficinas Generales	27	UNOP Oficina Privada 1
7	DIP Oficina Privada 1	28	Admon. VRIP Área General
8	DIP Sala de Reuniones	29	Admon. VRIP Cocineta
9	IDIES Oficinas Generales	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1
10	IDIES Sala de Reuniones 1	31	DIFADI Oficina Privada 1
11	IDIES Oficina Privada 1	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2
12	IDIES Oficina Privada 2	33	DIFADI Oficina Privada 2
13	IDIES Oficina Privada 3	34	UAS Oficina Privada 1
14	IDIES Oficina Privada 4	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3
15	IDIES Oficina Privada 5	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4
16	IDIES Oficina Privada 6	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5
17	IDIES Oficina Privada 7	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6
18	IDIES Oficina Privada 8	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1
19	IDIES Oficina Privada 9	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7
20	IDIES Oficina Privada 10	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2
21	IDIES Oficina Privada 11		

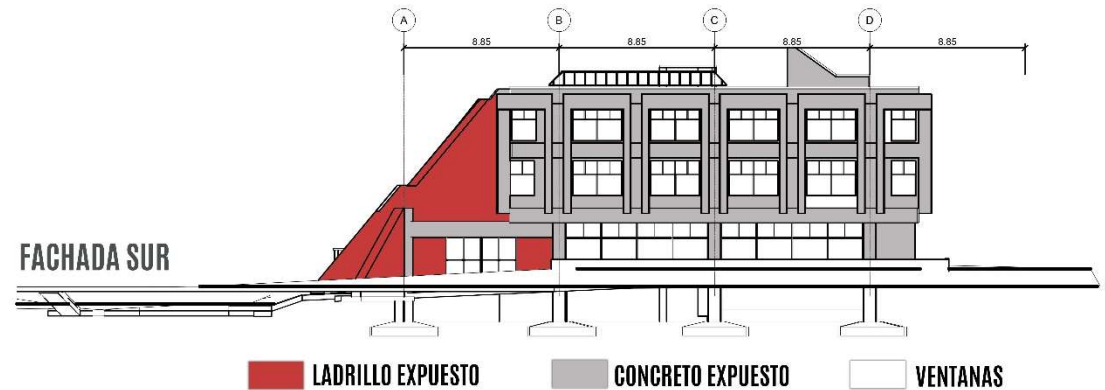
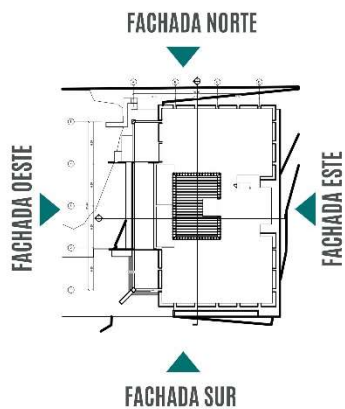
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



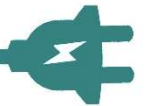
# EO-ARQ-F1

## ARQUITECTURA



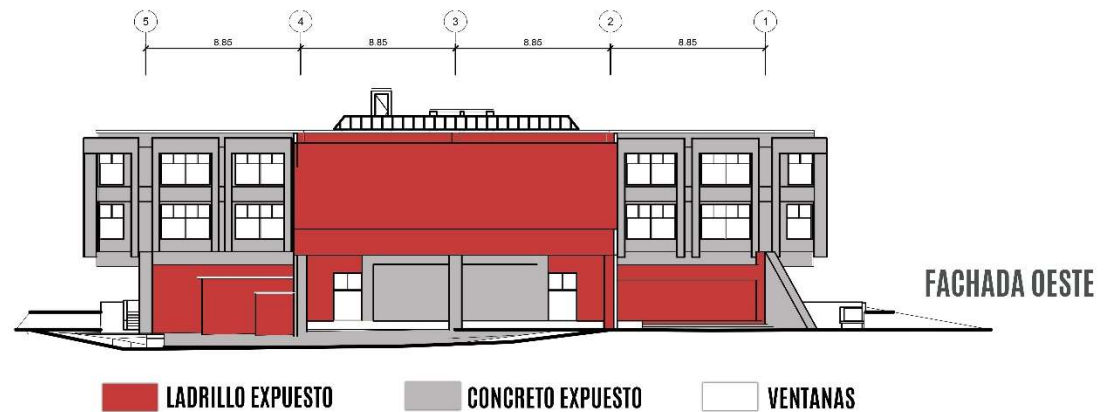
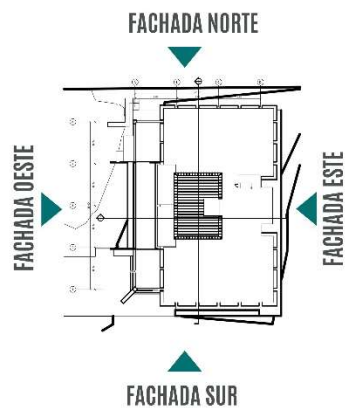
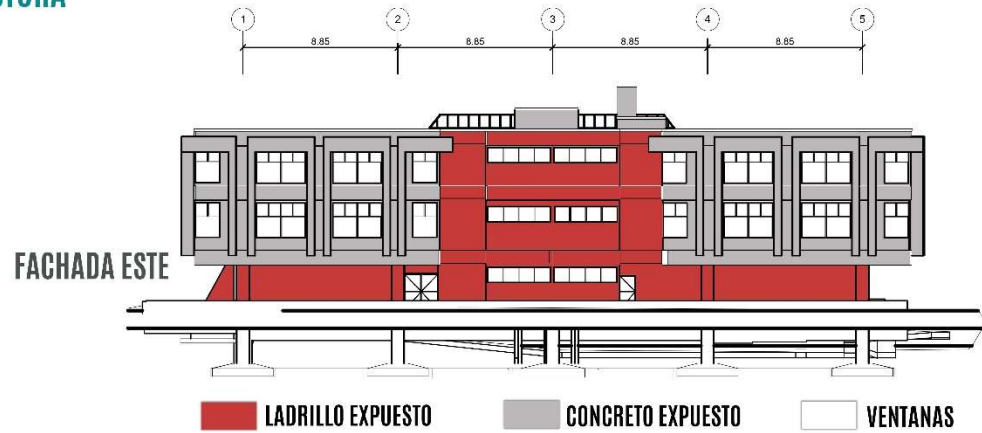
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-ARQ-F2

## ARQUITECTURA



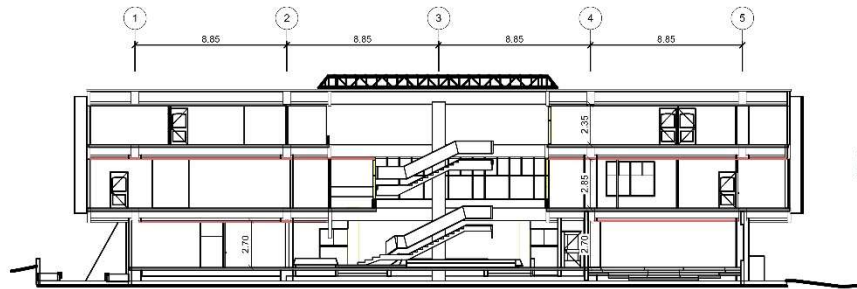
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

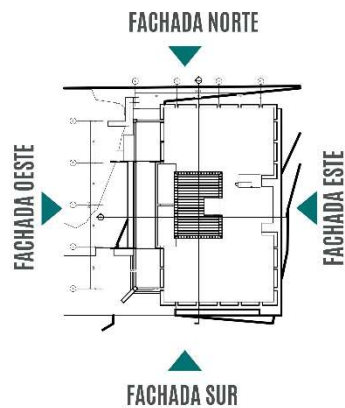


# EO-ARQ-S1

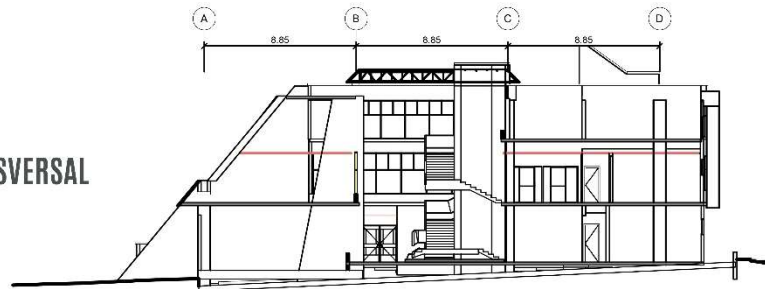
ARQUITECTURA



SECCIÓN LONGITUDINAL

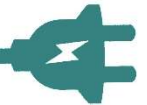


SECCIÓN TRANSVERSAL



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



## 5. DIAGNÓSTICO

En el *Apéndice G* se menciona la evaluación del rendimiento para una línea base (base line) que será con el factor de comparación para la propuesta de rendimiento del edificio y así determinar la eficiencia energética de este último. En el caso del modelado energético para el Edificio “O” de la Universidad Rafael Landívar, la línea base será el rendimiento actual del edificio.

Sin embargo, para que la comparación entre este y la propuesta de rendimiento sea adecuada, deberá de utilizarse los mismos parámetros para la evaluación según se determinan en el Apéndice G del ASHRAE 90.1 2010. La única excepción para la comparación entre ambos será la omisión del cumplimiento en la línea base de todos los aspectos obligatorios del estándar según se menciona en el apéndice. Esto pues implican algunos protocolos de especificación del fabricante de los materiales y detalles que no serán posibles de conseguir.

### 5.1. PARÁMETROS GENERALES

Previo a la utilización del ASHRAE 90.1 es importante definir la zona climática a la que pertenece la ubicación del proyecto, es decir la ciudad en donde se encuentra.

El apéndice G, como se ha mencionado antes, es una modificación de la sección 2 del ASHRAE 90.1 2010, “Método de costo presupuestado de Los Estados Unidos”, en donde se han determinado ocho tipos de zonas climáticas según las condiciones meteorológicas de cada una de las ciudades. Determinar la zona climática correcta, según lo indicado por el estándar, es indispensable para llevar a cabo el modelado energético de forma correcta. Esto permite ubicar al edificio según las condiciones meteorológicas que lo rodean y determinar ciertos parámetros y tablas específicas que indicarán los consumos, cargas y eficiencia en los equipos que se deberán implementar en la propuesta, previamente evaluados en la línea base del edificio.

Las zonas climáticas se encuentran definidas en el apéndice por un número del uno al ocho y por una literal que puede ser A, B o C. Los criterios para definir las se pueden encontrar en el *Apéndice B “Criterios de Clima de la Envolvente del Edificio”* (Building envelope climate criteria). En este capítulo se presentan tres maneras de identificar la zona climática según la ubicación del proyecto abarcando todas las ciudades de Estados Unidos, Canadá y finalmente algunas ciudades de otros países en el mundo.

En el caso de Guatemala, como para muchos otros países, no se tiene registro de la ciudad en ninguna de las tablas anteriores, por lo que se debe revisar el inciso B2 *Principales Definiciones del Tipo de Clima* (Major climate type definitions), en donde se identifica el tipo de literal según el clima al que pertenece siendo:

- A. Húmedo (Moist), reconocido como lugares que no se encuentran en zonas costeras ni secas.
- B. Seco (Dry), lugares que no son marinos y que cumplen con un cálculo que relaciona la temperatura media anual y la precipitación anual.

C. Marítimo (Marine), se reconoce como un área que cumple con ciertos criterios como que la temperatura media del mes más frío deba estar entre los 27°F y 65°F, que el mes más cálido tenga una temperatura media menor a 72°F, entre otros.

Para la Ciudad de Guatemala la literal a utilizar será la A.

Además, se debe determinar el numeral a utilizar según lo indica la *tabla B-4 Definición de Zonas Climáticas Internacionales* (International climate zones definitions).

TABLE B-4 International Climate Zone Definitions

Zone Number	Name	Thermal Criteria
1	Very Hot-Humid (1A), Dry (1B)	9000 < CDD50°F
2	Hot-Humid (2A), Dry (2B)	6300 < CDD50°F ≤ 9000
3A and 3B	Warm-Humid (3A), Dry (3B)	4500 < CDD50°F ≤ 6300

*Ilustración 18: Extracto de la tabla B-4, definición de zonas climáticas internacionales según el Apéndice B, del ASHRAE 90.1 2010. Fuente: ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 144.*

Dicha tabla define el número de la según el rango de temperatura en el que se encuentre la ciudad según los datos definidos por los CDD “Cooling Degree Days” (Días Grados de Enfriamiento), y los HDD “Heating Degree Days” (Días Grados de Calefacción). Estos indican la cantidad de grados por encima (CDD) o debajo (HDD) de la temperatura base, que en este caso es indicada por la

tabla B-4, al día durante un año promedio.<sup>33</sup> El valor se calcula con los datos meteorológicos de la ubicación del proyecto, que en el caso de la Ciudad de Guatemala son proporcionados por el INSIVUMEH. El resultado de este análisis deberá ser ubicado en el rango correspondiente de la tabla B-4 para definir el número de la zona climática al que pertenece.

En el caso de la Ciudad de Guatemala los resultados de los HDD son bajos puesto que no se necesitan sistemas de calefacción como tal, por lo tanto, se descartaron los parámetros de la tabla que estos implicaban. Los CDD calculados, utilizando datos meteorológicos de 2 años atrás, generaron un total de 6,258 lo que ubica a la ciudad en el tercer rango. Idealmente estos deberían ser cálculos que utilicen un historial más prolongado de datos meteorológicos, sin embargo, el registro de esta información no pudo ser obtenido.

Por lo tanto, para el Edificio “O” del Campus Central de la Universidad Rafael Landívar, ubicado en la Ciudad de

Guatemala la zona climática a utilizar será la 3A y se aplicarán las tablas y criterios correspondientes a esta para cada categoría de evaluación. La zona climática será tanto para línea base como para la propuesta de desempeño.

## **5.2. GENERACIÓN DE LÍNEA BASE**

La línea base se realiza según las condiciones actuales del edificio, tomando en cuenta las características que el ASHRAE 90.10 2010 evalúa, ingresando los datos actuales al programa de simulación eQuest y comparándolos con los requerimientos del estándar para identificar las decisiones a tomar para posibles mejoras en la propuesta de diseño que se presentará más adelante.

### **5.2.1 Diseño del Modelo**

Para la simulación de la línea base y propuesta, se utilizaron todos los datos del edificio actual en cuanto al cálculo de fenestración, tipos y áreas del envolvente, potencia y controles de iluminación, tipos, dimensiones y controles de sistemas de HVAC. Componentes de carga

---

<sup>33</sup> Ver Glosario.

de uso final y asociados como ductos de ventilación, iluminación en fachada, refrigeración y cocina. Así como la simulación de todos los espacios existentes del edificio. Toda esta información fue cargada legítimamente en el programa de eQuest, para consultar los datos específicos de cada ambiente se encuentran en el Anexo 11.1 de este documento.

### 5.2.2 Clasificación del uso de espacio

La identificación del uso de espacio se genera a partir de la clasificación de iluminación indicada en la sección 9.6.1 del estándar, aplicando para este caso el método de cálculo “espacio por espacio” para la potencia de iluminación permitida en espacios interiores (Space-by-Space Method of Calculating Interior Lighting Power Allowance). Se aplicaron las siguientes consideraciones para identificar estos ambientes<sup>34</sup>:

- Determinar un tipo de espacio según la tabla 9.6.1 para cada ambiente, del cual sus particiones son el 80% de la altura de piso a cielo o mayor a esta.

Los espacios con múltiples funciones, donde más de un tipo de uso puede aplicar, se subdividieron. Estas áreas no pueden seccionarse si son menores al 20% del área inicial y/o menores de 1,000ft<sup>2</sup>, incluyendo las áreas como balcones u otras proyecciones. La subdivisión de espacios se consideró principalmente en el primer nivel para seccionar la circulación de los pasillos con el vestíbulo principal y la triple altura central. En algunas oficinas, los espacios centrales contienen espacios designados para la preparación de los alimentos de los usuarios que podría considerarse como “*Food Preparation*”. Sin embargo, estos espacios son menores al 20% del área total y por lo tanto no se fraccionaron.

- En el cálculo del área para cada espacio y subdivisión, los límites se definen por la línea central de las paredes interiores, la línea divisoria entre los subespacios y la superficie exterior de las paredes exteriores.

---

<sup>34</sup> Revisar planos EO-BL-01-N1, N2 y N3.



### 5.2.3 Horarios de uso

Según se indica en el Apéndice G del ASHRAE 90.1, para la simulación energética el programa debe ser capaz de considerar:

- *Variaciones horarias de ocupación:* En el edificio “O” por ser mayoritariamente de oficinas, la variación de horarios es mínima y uniforme durante todo el año para todos los ambientes. Iniciando actividades a las 7:00 y culminando en su mayoría a las 19:00. Esta consideración de variaciones aplica también en el caso que existiesen épocas en el año donde se tenga una menor ocupación y, por tanto, horarios laborales distintos como en los hoteles.  
Para el edificio “O” la ocupación se mantiene estable, sin embargo, se consideraron en la simulación dos tipos de temporadas para indicar las épocas de vacaciones prolongadas que se tienen en el año (dos o más semanas). Por lo tanto, se

determinó en el simulador que del 24 de junio al 06 de agosto y del 11 de diciembre al 02 de enero el edificio permanece cerrado completamente.

- *Potencia de iluminación:* Los horarios para la utilización de las luminarias se consideraron según los horarios de ocupación y especificaciones hechas por los usuarios para cada uno de los ambientes. Sin embargo, para las áreas comunes de circulación se consideraron horarios prolongados puesto estos ambientes generales de circulación interior permanecen activados hasta el cierre del edificio a las 22:00 horas.<sup>35</sup>
- *Equipo de potencia:* Al igual que la potencia de iluminación, estos horarios fueron obtenidos en campo según las consideraciones de los usuarios.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup> Ver Anexo 11.1 en este documento para más detalles.

<sup>36</sup> Ídem.

- Operación de sistemas HVAC:** La poca existencia de sistemas de aire acondicionado en el edificio delimitó los horarios de uso para este tipo de equipos. El sistema de aire acondicionado que funciona para las oficinas del ISE es el único simulado por un tiempo prolongado, debido a la información proporcionada por el instituto.<sup>37</sup>

El edificio no cuenta con ningún sistema de calefacción, pero fue simulado igualmente por ser parte de los requerimientos establecidos del ASHRAE 90.1 2010. Los sistemas de calefacción o enfriamiento no se simulan en continuo uso durante las horas de ocupación, sino que se encenderán y apagarán para satisfacer las cargas durante esas horas.

Los espacios No Regularmente Ocupados (NRO en tablas) no tienen un horario de uso definido, sin embargo, se tuvo una estimación de ocupación por parte del programa de simulación que sirvió como referencia para realizar el modelado.

Typical Use (all remaining dates)		Vacaciones 7/22-8/6, 12/9-12/31 & 4/8-...		
Use:	Typical Use	Use:	Closed	
	Opens At	Closes At	Opens At	Closes At
Mon:	8 am	7 pm	Closed	
Tue:	8 am	7 pm	Closed	
Wed:	8 am	7 pm	Closed	
Thu:	8 am	7 pm	Closed	
Fri:	8 am	7 pm	Closed	
Sat:	8 am	Noon	Closed	
Sun:	Closed		Closed	
Hol:	Closed		Closed	

Ilustración 19: Horarios de Operación del Edificio "O", eQuest. Fuente: Propia, 2017.

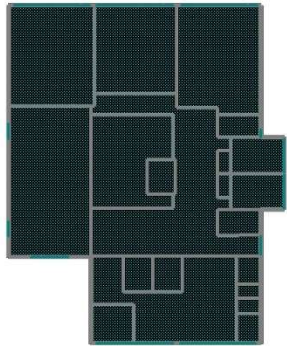
<sup>37</sup> Para especificaciones de estos equipos y sus horarios de uso ver Anexo 11.1 en este documento.

# EO-BL-01-N1

## BASE LINE\_SPACE BY SPACE

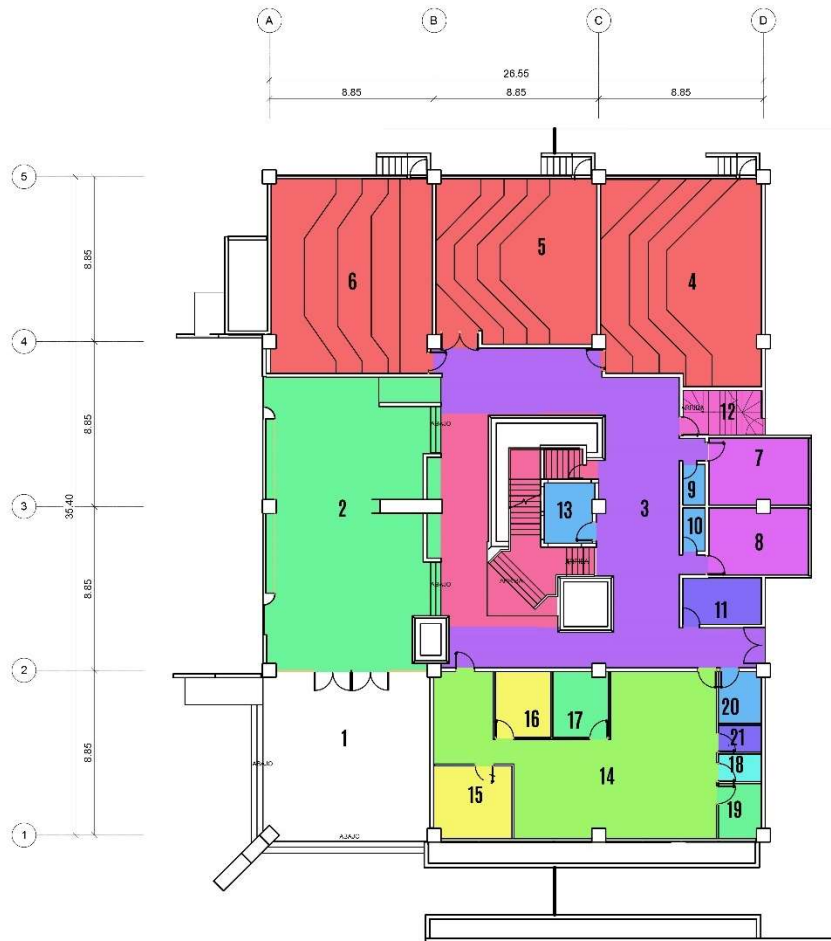


Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE OCUPACIÓN

- No Regularmente Ocupado
- 08:00 a 22:00
- 08:00 a 18:00



- Office Open Space
- Food Preparation
- Corridor / Transition
- Atrium / First 40ft.
- Office Enclosed
- Storage
- Restrooms
- Classroom
- Conference / Meeting
- Electrical / Mechanical
- Stairway

### PRIMER NIVEL

No.	NOMBRE
1	Vestíbulo Exterior
2	Vestíbulo Interior
3	Circulación Interna
4	Salón 0-107
5	Salón 0-108
6	Salón 0-109
7	Servicios Sanitarios Damas
8	Servicios Sanitarios Caballeros
9	Bodega de Servicio 1
10	Bodega de Servicio 2
11	Bodega de Servicio 3
12	Módulo de Gradass
13	Bodega de Servicio 4
14	IDGT Oficinas Generales
15	IDGT Oficina Privada 1
16	IDGT Oficina Privada 2
17	IDGT Sala de Reuniones 1
18	IDGT Bodega Cocina
19	IDGT Sala de Reuniones 2
20	Bodega de Servicio 5
21	Tableros Eléctricos

**MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.**

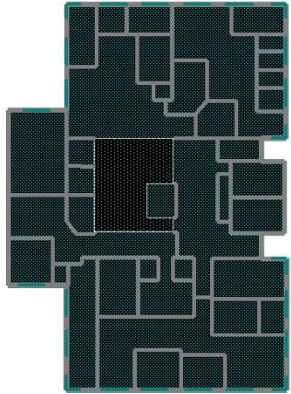
**ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ**  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-01-N2

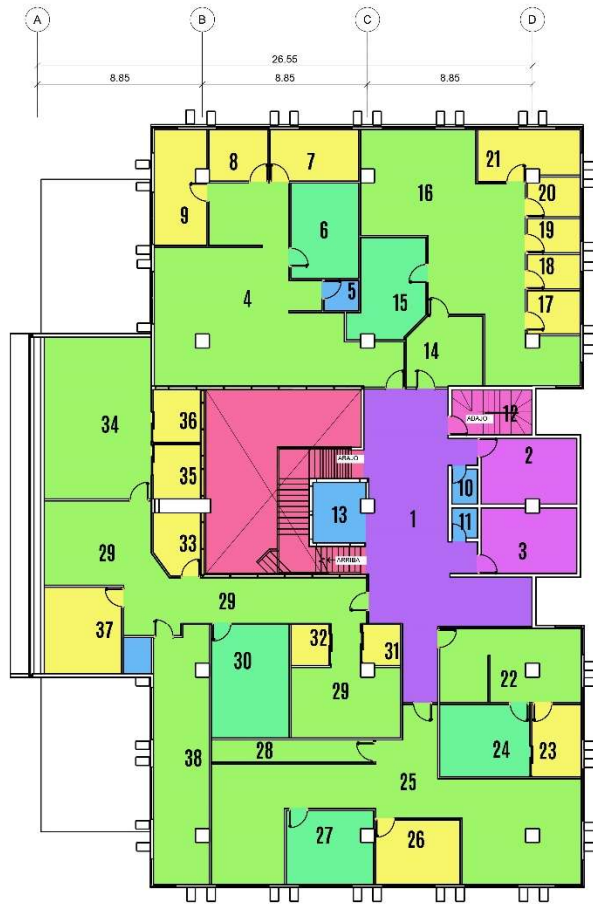
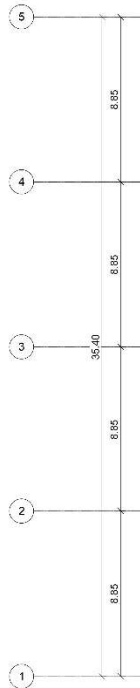
## BASE LINE\_SPACE BY SPACE

Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



HORARIOS DE OCUPACIÓN

- No Regularmente Ocupado
- 08:00 a 19:00



- Office Open Space
- Food Preparation
- Corridor / Transition
- Atrium / First 40ft.
- Office Enclosed
- Storage
- Restrooms
- Classroom
- Conference / Meeting
- Electrical / Mechanical
- Stairway

## SEGUNDO NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	BRUJULA Oficinas Generales
2	Servicio Sanitario Damas	23	BRUJULA Oficina Privada 1
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	BRUJULA Sala de Reuniones
4	INDIS Oficinas Generales	25	ILI Oficinas Generales
5	INDIS Bodega	26	ILI Oficina Privada 1
6	INDIS Sala de Reuniones	27	ILI Sala de Reuniones
7	INDIS Oficina 1	28	ILI Bodega de Servicio
8	INDIS Oficina 2	29	ISE Oficinas Generales
9	INDIS Oficina 3	30	ISE Sala de Reuniones
10	Bodega de Servicio 1	31	ISE Oficina Privada 1
11	Bodega de Servicio 2	32	ISE Oficina Privada 2
12	Módulo de Gradass	33	ISE Oficina Privada 3
13	Bodega de Servicio 3	34	ISE Oficina Privada 4
14	IJJ Recepción	35	ISE Oficina Privada 5
15	IJJ Sala de Reuniones	36	ISE Oficina Privada 6
16	IJJ Oficinas Generales	37	ISE Oficina Privada 7
17	IJJ Oficina Privada 1	38	ISE Oficina Privada 8
18	IJJ Oficina Privada 2		
19	IJJ Oficina Privada 3		
20	IJJ Oficina Privada 4		
21	IJJ Oficina Privada 5		

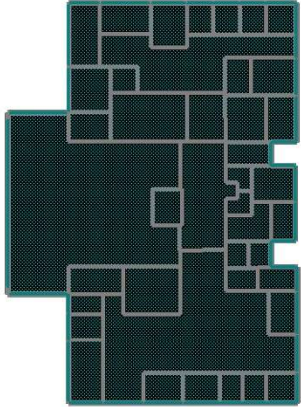
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-BL-01-N3

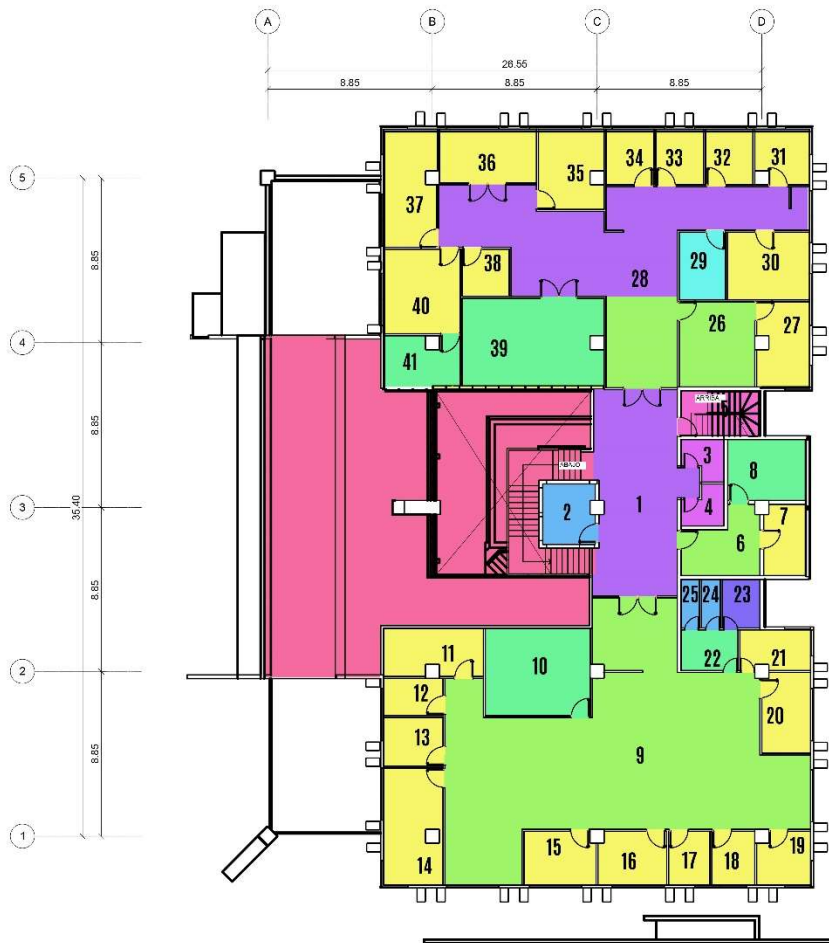
## BASE LINE\_SPACE BY SPACE

Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



HORARIOS DE OCUPACIÓN

- No Regularmente Ocupado
- 08:00 a 19:00



- Office Open Space
- Food Preparation
- Corridor / Transition
- Atrium / First 40ft.
- Office Enclosed
- Storage
- Restrooms
- Classroom
- Conference / Meeting
- Electrical / Mechanical
- Stairway

### TERCER NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	IDIES Sala de Reuniones 2
2	Bodega de Servicio 1	23	IDIES Tableros Eléctricos
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	IDIES Bodega 1
4	Servicio Sanitario Damas	25	IDIES Bodega 2
5	Módulo de Gradass	26	UNOP Oficinas Generales
6	DIP Oficinas Generales	27	UNOP Oficina Privada 1
7	DIP Oficina Privada 1	28	Admon. VRIP Área General
8	DIP Sala de Reuniones	29	Admon. VRIP Cocineta
9	IDIES Oficinas Generales	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1
10	IDIES Sala de Reuniones 1	31	DIFADI Oficina Privada 1
11	IDIES Oficina Privada 1	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2
12	IDIES Oficina Privada 2	33	DIFADI Oficina Privada 2
13	IDIES Oficina Privada 3	34	UAS Oficina Privada 1
14	IDIES Oficina Privada 4	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3
15	IDIES Oficina Privada 5	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4
16	IDIES Oficina Privada 6	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5
17	IDIES Oficina Privada 7	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6
18	IDIES Oficina Privada 8	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1
19	IDIES Oficina Privada 9	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7
20	IDIES Oficina Privada 10	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2
21	IDIES Oficina Privada 11		

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

#### 5.2.4 Envolvente

Todos los componentes fueron modelados según lo indicado en la sección (5.2.1 Diseño del modelo), y que representan las características actuales del edificio. Para la realización del modelado energético no es necesario generar detalles específicos sobre acabados y formas particulares de la arquitectura puesto que el programa busca simplificar formas, basarse en los espacios, sus componentes y cargas energéticas.

Esta sección cuenta con algunos requerimientos que no se pueden cumplir puesto que los materiales para la construcción del edificio fueron implementados sin estas consideraciones.

- El ASHRAE 90.1 especifica la reflectancia solar y emisiones térmicas determinadas en la sección 5.5.3.1.1 para la superficie del techo. Las características actuales no cumplen con este requerimiento.

- Los dispositivos de sombreado manual como persianas se modelaron tal cual se encuentran.

Los muros exteriores y la superficie final fueron modeladas capa por capa según las condiciones actuales y lo que permite el programa eQuest para la simulación. El espacio del tragaluz en el módulo central del edificio se cargó con los materiales y formas actuales.<sup>38</sup> Todas las ventanas y puertas exteriores fueron modeladas tal como se indicaron en los planos de las descripciones del edificio, y son una copia fiel del diseño actual.

Se debe mencionar que, en el programa simulados, los elementos en la vista en 3D, se verán planos y delgados pero su las cargas y detalles se encuentran designados en cada ambiente y muro perimetral. El programa no pretende generar vistas realistas del edificio, si no reconocer su rendimiento energético y las distintas variaciones que este pueda tener, por lo que muchos detalles visuales se simplifican.

---

<sup>38</sup> Revisar Anexo 11.1 Tablas Edificio "O" para conocer a detalles las características de los muros interiores y exteriores.

El mayor cambio que se puede reconocer es la falta del detalle inclinado en la fachada oeste del edificio. Sin embargo, los espacios interiores no son afectados por este detalle en cuanto al uso de energía del edificio.

Todos los datos fueron ingresados inicialmente con características generales del edificio y luego modificadas en cada espacio según los datos recopilados en campo.

	Layers Name	Inside Film Resistance (R-val) (h-ft <sup>2</sup> -°F/Btu)	Material 1	Thickness 1 (ft)
1	Techo FINAL Baldosa+VB	+0.620	Face Brick 4in (BK0	+0.333
2	Muro Ladrillo Ext1 Lyr	+0.680	Com Brick 8in (BK0	+0.667
3	Techo INTERMEDIO Cer+	+0.610	Cmt Mortar 1in (CN	+0.083
4	Construction 4 Lyr	+0.620	Face Brick 4in (BK0	+0.333
5	EO1Ceilg Cons Layers	+0.680	AcousTile 1/2in (AC	+0.042
6	EO1IWall Cons Layers	+0.680	CMU MW 6in PartFil	+0.500
7	EO1IFlr Cons Layers	+0.680	Conc HW 140lb 6in	+0.500
8	EO1IFISP Cons Layers	+0.680	Conc HW 140lb 6in	+0.500
9	EO2Ceilg Cons Layers	+0.680	AcousTile 1/2in (AC	+0.042
10	EO2IWall Cons Layers	+0.680	CMU MW 6in PartFil	+0.500
11	EO2IFlr Cons Layers	+0.680	Conc HW 140lb 6in	+0.500
12	EO3 Ceilg Cons Layers	+0.680	AcousTile 1/2in (AC	+0.042
13	EO3 IWall Cons Layers	+0.680	CMU MW 6in PartFil	+0.500
14	EO3 IFlr Cons Layers	+0.680	Conc HW 140lb 6in	+0.500
15	EO3 GFlr Cons Layers	+0.680	EO3 UFlr Cons Mat	n/a
16	EO3 IFISP Cons Layers	+0.680	Conc HW 140lb 6in	+0.500
17	EO3 GFISP Cons Layers	+0.680	EO3 UFISP Cons Me	n/a
18	EO1UFLyrs (ML.C1.U2)	+0.680	EO1UFMat (ML.C1.L	n/a
19	EO1UFLyrs (G.NW2.U3)	+0.680	EO1UFMat (G.NW2.	n/a
20	EO1UFLyrs (G.N3.U4)	+0.680	EO1UFMat (G.N3.U4	n/a

Ilustración 20: Descripción de materiales en eQuest para la simulación de la envolvente. Fuente: Propia, 2017.

# EO-BL-02-F1

## BASE LINE\_ENVOLVENTE

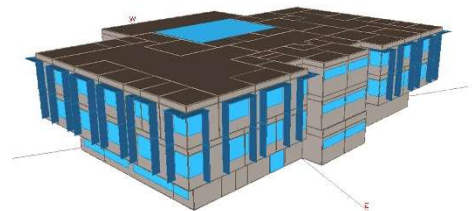
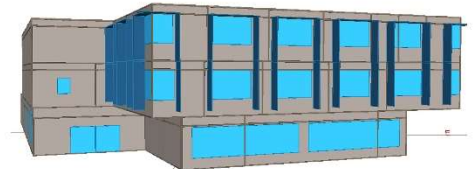
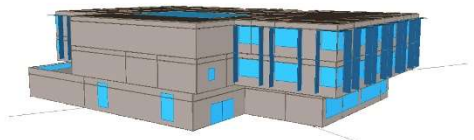
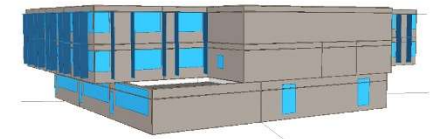
### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

ÁREA	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	R-Value Actual	ASHRAE Insulation Min. R-Value
TECHO	SUPERFICIE	Baldosa de barro	4.678	R-20.0 c.i.
		Sistema de Vigueta y Bovedilla		
ENTREPISO	SUPERFICIE	Tragaluz	0.81	R-5
		Estructura de metal y acrílico semi-transparente	N/A	N/A
MUROS	SUPERFICIE	Sistema de Vigueta y Bovedilla	N/A	N/A
		Cielos Falsos	N/A	N/A
MUROS	EXTERIORES	Mampostería, ladrillo	2.45	15.2 c.i.
	INTERIORES	Particiones de tablayeso	N/A	N/A
ÁREA	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	U-Value Actual	ASHRAE Max. U-Value
VENTANAS	EXTERIORES	Vidrio sencillo, 1 capa, transparente, 6mm	1.09	0.4
	INTERIORES	Vidrio sencillo, 1 capa, transparente, 6mm	N/A	N/A
PUERTAS	EXTERIORES	Vidrio sencillo, 1 capa, transparente, 6mm	1.09	0.4

### FACHADAS EDIFICIO O



### FACHADAS eQuest



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS





### 5.2.5 Iluminación

Las características generales de esta sección fueron implementadas previamente en la sección **5.2.2 Clasificación del uso del espacio** en este documento. Según se indica en el Apéndice G los sistemas de iluminación deben cumplir con:

- Basarse en el tipo de espacio seleccionado para cada ambiente o subdivisión que se determinó según la “potencia de iluminación permitida” (lighting power allowance). Dicha potencia se obtiene multiplicando el área calculada del espacio o subespacio con el apropiado LPD determinado en la tabla 9.6.1 del estándar.<sup>39</sup> Si el tipo de espacio no se encuentra listado, se debe seleccionar una categoría equivalente. La “potencia de iluminación permitida interior” será la suma de la “potencia de iluminación permitida” de todos los espacios y subespacios. Se permiten intercambios entre espacios y subespacios siempre que la potencia

instalada total de la iluminación interior no exceda la capacidad permitida de iluminación.

- Al existir un sistema completo de iluminación, la potencia de cada bloque térmico se debe indicar en el modelo. Esto se aplica tanto a la línea base como a la propuesta de diseño.
- Los sistemas de iluminación deben incluir todos los componentes mostrados o provistos en planos. (Incluyendo lámparas, balastos y demás accesorios). Para la realización de la línea base, se tomó un balastro estándar ya que no fue posible examinar cada balastro durante la recopilación de datos.
- Se modeló la iluminación en las fachadas, con horarios mínimos pues no se utilizan en el edificio.

La mayoría de espacios interiores del edificio “O” no cumplen con la potencia de iluminación (LPD) establecida en el estándar. Esto da la apertura para que en la propuesta pueda considerarse un porcentaje de mejora

---

<sup>39</sup> Ver planos EO-BL-03-N1, N2, N3 en págs. 81 a 83.

significativo con el cambio de estas en los ambientes que no cumplen con lo establecido. Todo lo presentado en la línea base es una copia fiel de los equipos existentes en el edificio hasta donde lo permitía las instalaciones del edificio.

Con respecto al tipo de luminarias predominan las fluorescentes en diferentes variaciones, dimensiones y voltaje. La tabla 2 presenta los datos generales de cada una de estas. Algunas presentan datos específicos que fueron ubicados en las fichas técnicas del fabricante.<sup>40</sup>

Tabla 2: Luminarias existentes en el Edificio "O". Fuente: Propia, 2017.

No.		Código de Marca	Categoría	Forma		Watts	Marca	Lúmenes	Horas Vida
1		F32T8-SPX50-U-6	Fluorescente	T8	24" U	32	General Electric	2,660	20,000
2		F32T8/TL865 Plus	Fluorescente	T8	48" Tubo	32	Philips	2,610	30,000
3		FB032/765/6-40	Fluorescente	T8	48" Tubo	32	CXL		20,000
4		FB32T8/765/U6	Fluorescente	T8	24" U	32	Sylvania		
5		F32T8/TL850	Fluorescente	T8	48" Tubo	32	Philips	2,710	24,000
6			Fluorescente	T8	48" Tubo	32	Sylvania		
7			LED	T8	24" Tubo	17	Luxlite	1,620	25,000
8		FB40DX/6	Fluorescente	T12	24" U	40	Philips	1,950	18,000
9		F40T12/D/XPT	Fluorescente	T12	48" Tubo	40	Philips	2,025	20,000
10		ESS 50W 12V	LED	Foco		50	Philips	370	2,000
11		P35094	Fluorescente	T3	Espiral	25	Sylvania	1,375	8,000

<sup>40</sup> Para más detalles e información, revisar el Anexo 11.2 Fichas Técnicas.

### Luminarias Fluorescentes (LF<sup>41</sup>):



En espiral, se identificó este tipo en las oficinas administrativas de la VRIP y en el lobby exterior de ingreso al edificio.



Los tubos fluorescentes son los más comunes en el edificio, ya sea de 2 o 4 tubos o 2 en U.

En su mayoría estos son T8 de 32w, pero existen oficinas completas que poseen T12, aumentando a su vez la carga energética en el desempeño del edificio.



### Luminarias LED<sup>42</sup>:



Existen algunos espacios con pequeños focos para la iluminación de rótulos o estanterías. También existe en las oficinas administrativas,



tiras de iluminación LED que forman parte de la ambientación en la circulación interna de estas.



Ilustración 21: Luminarias existentes en el Edificio "O". Fuente: Propia, 2017.



Ilustración 22: Foco LED PHILIPS, edificio "O". Fuente: Propia, 2017.

<sup>41</sup> Lámpara Fluorescente.

<sup>42</sup> Light Emitting Diode o Diodo Emisor de Luz

# EO-BL-03-N1

## BASE LINE\_CARGAS / LPD



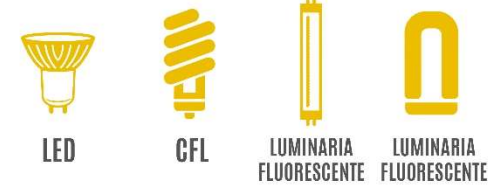
### CARGAS DE ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL - EDIFICIO "0"

No.	NOMBRE	LPD (w/f12)	LPD ASHRAE (w/f12)
1	Vestibulo Exterior	0.3727	
2	Vestibulo Interior	0.9305	1.23
3	Circulación Interna	0.7071	0.66
4	Salón 0-107	1.3711	1.24
5	Salón 0-108	1.3959	1.24
6	Salón 0-109	1.4897	1.24
7	Servicios Sanitarios Damas	0.704	0.98
8	Servicios Sanitarios Caballeros	0.704	0.98
9	Bodega de Servicio 1	2.6212	0.63
10	Bodega de Servicio 2	2.6212	0.63
11	Bodega de Servicio 3	0.6846	0.63
12	Módulo de Gradas	1.4169	0.69
13	Bodega de Servicio 4	0.8534	0.63
14	IDGT Oficinas Generales	1.2496	0.98
15	IDGT Oficina Privada 1	0.8024	1.11
16	IDGT Oficina Privada 2	1.2961	1.11
17	IDGT Sala de Reuniones 1	1.2873	1.23
18	IDGT Bodega Cocina	1.9343	0.99
19	IDGT Sala de Reuniones 2	1.7838	1.23
20	Bodega de Servicio 5	1.145	0.63
21	Tableros Eléctricos	2.224	0.95

■ Cumple ASHRAE 90.1  
Lighting Power Allowance

■ No Cumple ASHRAE 90.1  
Lighting Power Allowance

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL

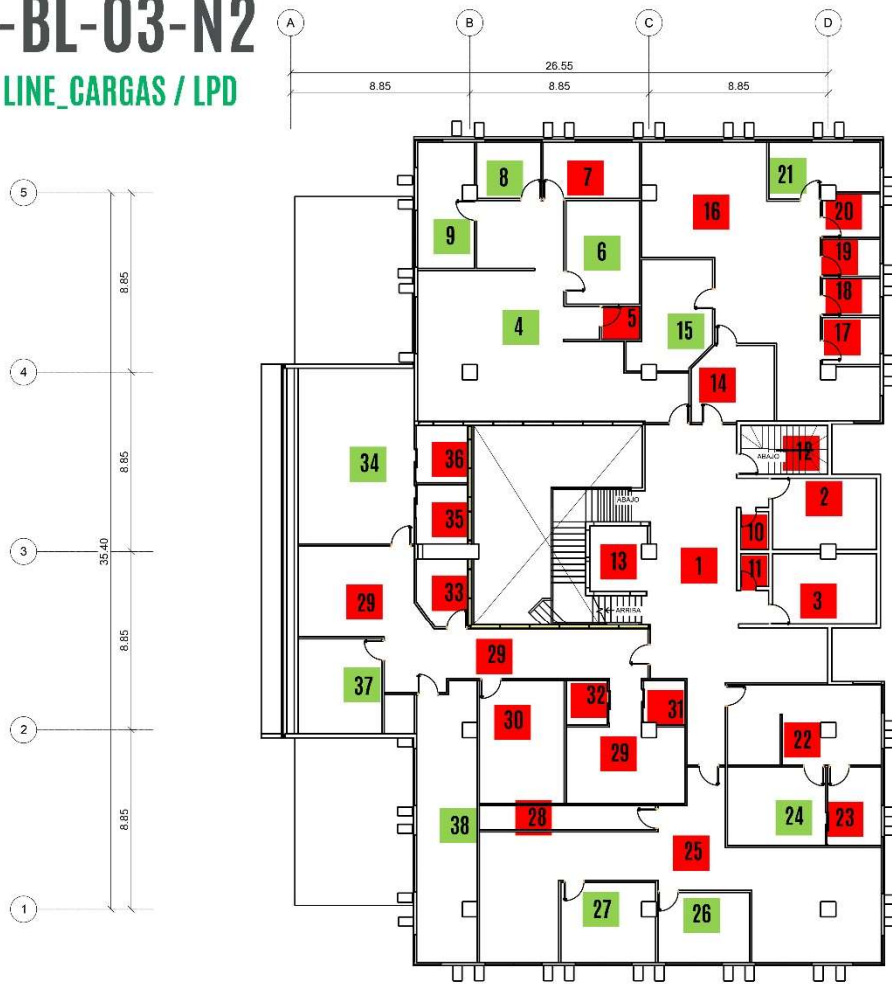


MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "0", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-BL-03-N2

BASE LINE\_CARGAS / LPD



## CARGAS DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)	No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)
1	Circulación Interna	1.02	0.66	22	BRUJULA Oficinas Generales	1.4901	0.98
2	Servicio Sanitario Damas	1.2744	0.98	23	BRUJULA Oficina Privado 1	1.4224	1.11
3	Servicio Sanitario Caballeros	1.2744	0.98	24	BRUJULA Sala de Reuniones	1.1737	1.23
4	INDIS Oficinas Generales	0.7583	0.98	25	IIJ Oficinas Generales	1.3401	0.98
5	INDIS Bodega	3.6697	0.63	26	IIJ Oficina Privada 1	0.9355	1.11
6	INDIS Sala de Reuniones	1.1786	1.23	27	IIJ Sala de Reuniones	0.79	1.23
7	INDIS Oficina 1	1.1291	1.11	28	IIJ Bodega de Servicio	1.4047	0.63
8	INDIS Oficina 2	0.7578	1.11	29	ISE Oficinas Generales	1.6356	0.98
9	INDIS Oficina 3	0.8074	1.11	30	ISE Sala de Reuniones	1.731	1.23
10	Bodega de Servicio 1	2.8337	0.63	31	ISE Oficina Privada 1	1.6567	1.11
11	Bodega de Servicio 2	2.8337	0.63	32	ISE Oficina Privada 2	1.6346	1.11
12	Módulo de Gradas	0.7084	0.69	33	ISE Oficina Privada 3	1.6648	1.11
13	Bodega de Servicio 3	0.7952	0.63	34	ISE Oficina Privada 4	1.0882	1.11
14	IIJ Recepción	1.9783	0.98	35	ISE Oficina Privada 5	1.7929	1.11
15	IIJ Sala de Reuniones	0.7489	1.23	36	ISE Oficina Privada 6	1.8555	1.11
16	IIJ Oficinas Generales	1.5087	0.98	37	ISE Oficina Privada 7	0.6813	1.11
17	IIJ Oficina Privada 1	2.016	1.11	38	ISE Oficina Privada 8	0.9036	1.11
18	IIJ Oficina Privada 2	2.5499	1.11				
19	IIJ Oficina Privada 3	2.5548	1.11				
20	IIJ Oficina Privada 4	2.2584	1.11				
21	IIJ Oficina Privada 5	1.0301	1.11				

■ Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance

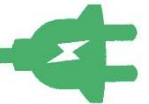
■ No Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-03-N3

## BASE LINE\_CARGAS / LPD



### CARGAS DE ILUMINACIÓN TERCER NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/Ft2)	LPD ASHRAE (W/Ft2)	No.	NOMBRE	LPD (W/Ft2)	LPD ASHRAE (W/Ft2)
1	Circulación Interna	0.5297	0.86	22	IDIES Sala de Reuniones 2	3.7495	1.23
2	Bodega de Servicio 1	0.8021	0.83	23	IDIES Tableros Eléctricos	1.3617	0.95
3	Servicio Sanitario Caballeros	6.1935	0.98	24	IDIES Bodega 1	2.7082	0.83
4	Servicio Sanitario Damas	6.1935	0.98	25	IDIES Bodega 2	2.7488	0.83
5	Módulo de Gradas	0.7084	0.89	26	UNOP Oficinas Generales	2.0623	0.98
6	DIP Oficinas Generales	2.0055	0.98	27	UNOP Oficina Privada 1	1.118	1.11
7	DIP Oficina Privada 1	0.8584	1.11	28	Admon. VRIP Área General	0.8574	0.98
8	DIP Sala de Reuniones	1.1621	1.23	29	Admon. VRIP Cocineta	1.6612	0.99
9	IDIES Oficinas Generales	1.5583	0.98	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1	1.886	1.11
10	IDIES Sala de Reuniones 1	0.5537	1.23	31	DIFADI Oficina Privada 1	1.6718	1.11
11	IDIES Oficina Privada 1	1.0642	1.11	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2	1.9674	1.11
12	IDIES Oficina Privada 2	1.3834	1.11	33	DIFADI Oficina Privada 2	2.0159	1.11
13	IDIES Oficina Privada 3	1.0532	1.11	34	UAS Oficina Privada 1	4.2174	1.11
14	IDIES Oficina Privada 4	0.4384	1.11	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3	0.915	1.11
15	IDIES Oficina Privada 5	0.8002	1.11	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4	0.9247	1.11
16	IDIES Oficina Privada 6	0.843	1.11	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5	0.7669	1.23
17	IDIES Oficina Privada 7	1.3747	1.11	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6	0.7258	1.11
18	IDIES Oficina Privada 8	1.3173	1.11	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1	0.5184	1.23
19	IDIES Oficina Privada 9	1.1074	1.11	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7	0.7854	1.11
20	IDIES Oficina Privada 10	0.7824	1.11	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2	1.3248	1.23
21	IDIES Oficina Privada 11	1.091	1.11				

■ Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance

■ No Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL



LED



CFL



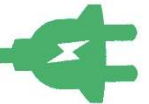
LUMINARIA  
FLUORESCENTE



LUMINARIA  
FLUORESCENTE

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



### **5.2.6 Bloques térmicos, zonas con HVAC**

Según el Apéndice G cada zona HVAC debe ser modelada de forma separada como un bloque térmico cuando se ha definido que dicho espacio llevará un sistema de HVAC.

Diferentes zonas se pueden combinar para crear un solo bloque térmico o bloques idénticos a los que se aplican los multiplicadores cuando: la clasificación del uso de espacio es la misma para toda el área, todas las zonas HVAC son adyacentes a las paredes exteriores acristaladas que se enfrentan a la misma orientación o esta varía por menos de 45°, y cuando todas las zonas son servidas por el mismo sistema de HVAC.

En el edificio "O" son pocos los espacios que cuentan con un sistema de aire acondicionado. Cada uno de estos fue asignado como un bloque térmico según su sistema y su distribución.

### **5.2.7 Bloques térmicos, zonas sin con HVAC**

Para las zonas donde no se encuentra un sistema de HVAC, los bloques térmicos son definidos basados en densidades similares de cargas internas, ocupación, iluminación, horarios de temperatura siguiendo como guía:

- Asumir por separado espacios interiores (más de 15ft del muro exterior) y perimetrales.
- Asumir bloques térmicos por separado para espacios adyacentes a paredes exteriores acristaladas. Una zona para cada orientación a excepción de las que difieren por menos de 45° pues son consideradas como parte de la misma orientación. Cada zona incluirá todas las áreas a menos de 15ft. Las que tengan más de una orientación deben dividirse de forma proporcional entre las zonas.
- Los espacios que tengan suelos en contacto con la tierra o expuestos a condiciones ambientales deben asumirse como bloques térmicos por separado.

Estas condiciones fueron implementadas en la designación de zonas térmicas en el simulador eQuest para todos los espacios sin un sistema de HVAC.

# EO-BL-04-N1.1

BASE LINE\_THERMAL BLOCKS

PRIMER NIVEL

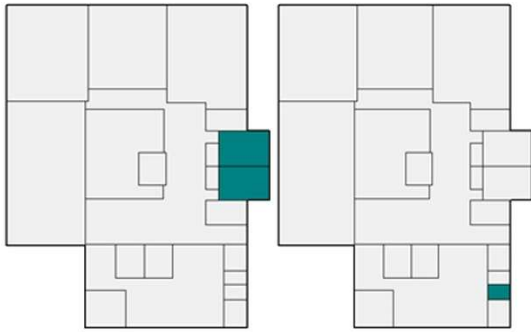


## Delimitación de Bloques Térmicos

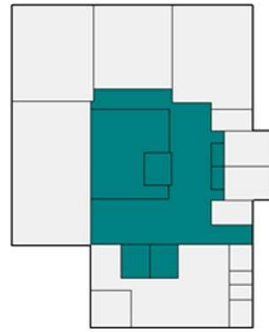
Zonas NO diseñadas con HVAC

Visualización en eQuest

ESPACIOS CON OTRAS CARGAS Y/O OCUPACIONES



ESPACIOS INTERIORES



ESPACIOS EXTERIORES CON VENTANAS C/ORIENTACION



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS





# EO-BL-04-N2.1

BASE LINE\_THERMAL BLOCKS

SEGUNDO NIVEL

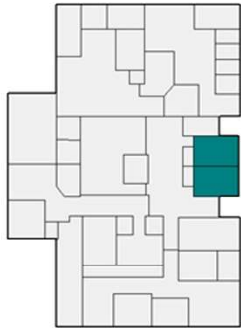


## Delimitación de Bloques Térmicos

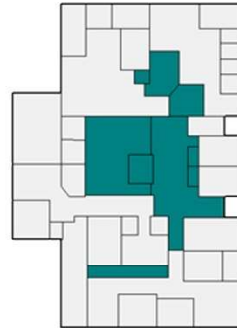
Zonas NO diseñadas con HVAC

Visualización en eQuest

ESPACIOS CON OTRAS CARGAS Y/O OCUPACIONES



ESPACIOS INTERIORES



ESPACIOS EXTERIORES CON VENTANAS C/ORIENTACION



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-04-N2.2

BASE LINE\_THERMAL BLOCKS

SEGUNDO NIVEL

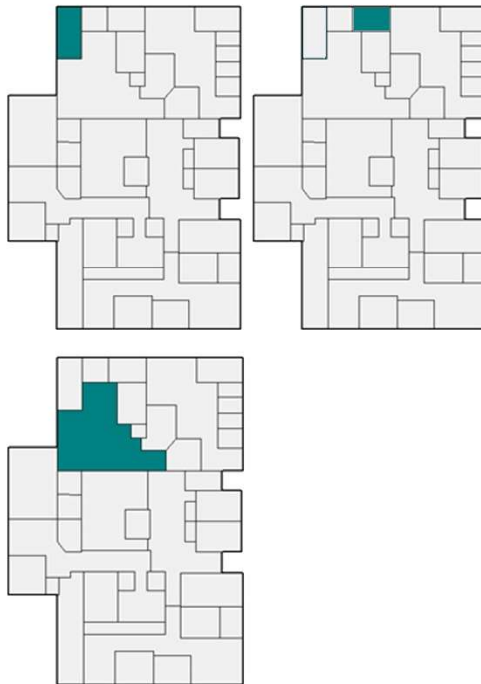


## Delimitación de Bloques Térmicos

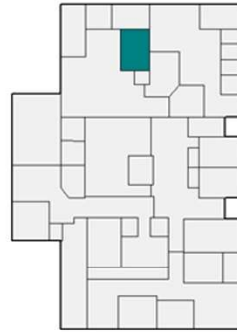
Zonas diseñadas con HVAC

Visualización en eQuest

ROOM AC WITH LOUVERED



SPLIT SYSTEM (AC AIR COOLED)



SINGLE PACKAGED (AC AIR COOLED)



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-04-N3.1

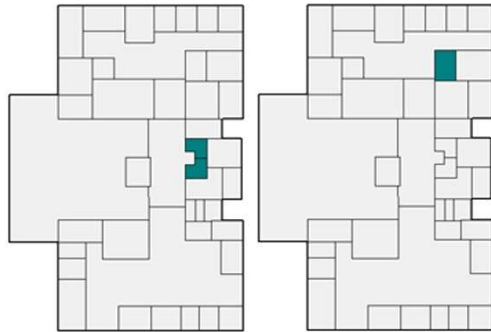
BASE LINE\_THERMAL BLOCKS

TERCER NIVEL

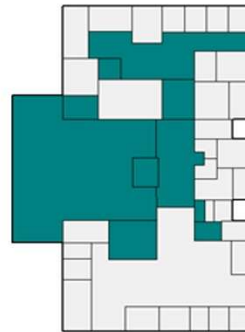


## Delimitación de Bloques Térmicos Zonas NO diseñadas con HVAC Visualización en eQuest

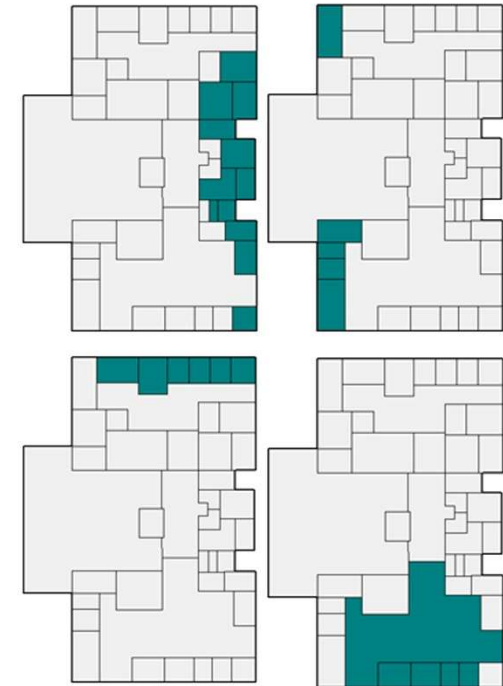
ESPACIOS CON OTRAS CARGAS Y/O OCUPACIONES



ESPACIOS INTERIORES



ESPACIOS EXTERIORES CON VENTANAS C/ORIENTACION



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-04-N3.2

BASE LINE\_THERMAL BLOCKS

TERCER NIVEL



## Delimitación de Bloques Térmicos Zonas diseñadas con HVAC Visualización en eQuest

SPLIT SYSTEM (AC AIR COOLED)



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "0", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



### 5.2.8 Sistemas de HVAC

Los sistemas de HVAC deben especificarse según su tipo, rendimiento, capacidades y eficiencia del equipo, determinados según:

- Donde se ha diseñado un sistema de HVAC, el modelo debe ser consistente con los documentos de diseño. La eficiencia del equipo mecánico debe ajustarse a las condiciones del diseño especificadas en la sección 6.4.1 del estándar si son requeridas por el modelo de simulación.

La sección 6.4.1 del ASHRAE 90,1 presenta una de las condiciones obligatorias para alcanzar el cumplimiento de este y del apéndice G: la eficiencia mínima que deberán de poseer los equipos HVAC implementados en la edificación y las formas de validación. Estas se detallarán más adelante en la propuesta de desempeño.

El edificio "O" cuenta con nueve equipos de este tipo beneficiando a una quinta parte de los ambientes interiores. Algunos de los sistemas existentes son muy antiguos y no cuentan con las fichas técnicas que provean de los datos necesarios para la evaluación del

cumplimiento con el estándar. En ocasiones no fue posible localizar los datos con exactitud y se utilizó equipos equivalentes con medidas, capacidades y fabricantes iguales y/o similares a los que parecen contener.

Según la información recopilada en campo, la mayor parte de los equipos de aire acondicionado no suelen utilizarse de forma continua. Por lo que, en los horarios de uso para algunos se estableció un día o algunos días por semana y no su utilización ininterrumpida durante la semana.

**Aire Acondicionado Portátil (Portable Air Conditioner):** Los equipos de aire acondicionado portátiles con sistemas de AC que contienen todos los elementos del sistema en un solo aparato. Ideales para enfriar una sola habitación. Normalmente se instalan a nivel del suelo y traen un kit de instalación muy fácil de utilizar. La mayoría de los modelos traen ruedas para facilitar su transporte. A diferencia de los modelos de ventana, estos no requieren una instalación permanente.



Ilustración 23: Sistema de AC Portátil instalado en la oficina del director de la VRIP, tercer nivel edificio "O". Fuente: Propia, 2016.

Para efectos del ASHRAE 90.1 se entiende como un "Room air conditioner, without louvered sides" en la tabla 6.8.1D.

### **Unidades de Ventana (Room AC with louvered sides):**

Existen cuatro equipos de este tipo distribuidos en tres ambientes de las oficinas del INDIS. Estos son bastante antiguos y sus características no están visibles, por lo que las fichas técnicas fueron buscadas por marca y capacidades del equipo que se asemejaran. El equipo se ubica en las ventanas exteriores ajustado a la medida, con la mitad del equipo fuera del edificio. Es un sistema de expansión directa y generalmente son fáciles de instalar y mantener.



Ilustración 24: Sistema AC unidad de ventana instalado en las oficinas del INDIS, segundo nivel. Fuente: Propia, 2017.

Para efectos de eficiencia energética en el ASHRAE 90.1 se puede identificar como un “*Room Air Conditioner with Louvered*” en la tabla 6.8.1D, ninguno existente cumple con los requerimientos mínimos de eficiencia del estándar.

**Sistemas de Aire Acondicionado Divididos (Air Conditioner Split System):**

Este sistema se caracteriza por dividir en dos partes el equipo uno en el exterior y otro en el interior del espacio, de allí su nombre. El equipo exterior contiene el compresor y condensador y normalmente se coloca sobre una superficie plana. El equipo interior contiene el evaporador y se coloca en un área elevada normalmente. Ambos son conectados por una línea que contiene el refrigerante. Al igual que el anterior, es un sistema de expansión directa.

En el edificio “O” se ubicó un sistema mini Split para la sala de reuniones en el INDIS y un Split floor-ceiling (piso-techo) en la sala de reuniones de las oficinas administrativas de la VRIP.

Para el cumplimiento del ASHRAE 90.1, los equipos instalados se reconocen en la tabla 6.8.1B en donde se reconocen los equipos de aire acondicionado con bombas

de calor o heat pumps, allí se identifica el equipo como “*Air cooled, Split System*”. Ninguno existente en el edificio cumple con los requerimientos mínimos de eficiencia del estándar.



Ilustración 25: Unidad exterior “heat pump” de sistema split interior en sala de reuniones VRIP. Fuente: Propia, 2017.

### **Paquetes Únicos (Single Packaged):**

De expansión directa, este equipo se instala en el exterior generalmente sobre los techos y suministra varios ambientes interiores. En este sistema el evaporador, condensador y compresor se encuentran todos en un solo paquete. Para su instalación es necesario la ubicación de ductos y equipo necesario para su distribución en el interior de los ambientes.

En el edificio “O” este tipo de sistema se implementó en las oficinas del ISE (segundo nivel) utilizando dos equipos para acondicionar casi todo el instituto. Estos equipos son de 7.5 toneladas, están divididos en dos sistemas, y no se mantienen en un uso constante puesto que todas las oficinas utilizan sólo dos controles (1 para cada equipo). Lo que significa que los usuarios obtienen aire frío aún si no es necesario en su área.

Para efectos del estándar, este se reconoce en la tabla 6.8.1B en donde se reconocen los equipos de aire acondicionado con bombas de calor o heat pumps, allí se podrá ubicar como “*Single Packaged Electric, Air Cooled mode*” y las capacidades de enfriamiento del equipo. Estos sistemas en el edificio “O” sí cumplen con los requerimientos mínimos establecidos por el ASHRAE 90.1 2010.



*Ilustración 26: Visualización de equipo de AC sobre ingreso principal al edificio “O”, single packaged. Fuente: Propia, 2017.*



Tabla 3: Resumen de especificaciones de sistemas HVAC existentes en Edificio "O". Fuente: Propia, 2017.<sup>43</sup>

Clasificación ASHRAE 90.1	Modelo	Marca	Capacidad	Refrigerante	EER/SEER actual	ASHRAE 90.1 (Mínimo)
Room AC without louvered sides (Portable Room AC)	PS101B	Comfort-Aire	10,000 Btu/h	R-410A	9 EER	8.5 EER
Room Air Conditioner with Louvered sides	51GSR187M-0M	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	8.6 EER	9 EER
Split System - Heat Pump (Split System)	42KHC018-7 /38HKC018US70	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	7.5 EER	11.18 EER
Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	R-410A	11.20 EER	10.8 EER
Split System - Heat Pump - (Sólo en 3Nivel #39)	42VMC18-H / 38QG18-H	Carrier*	18,500 Btu/h	R-22	10.11 EER	11.18 EER

\*El actual es marca MILLER en el modelo ELITE III, pero no fue posible identificar su ficha técnica por lo que se colocó uno con las características similares.

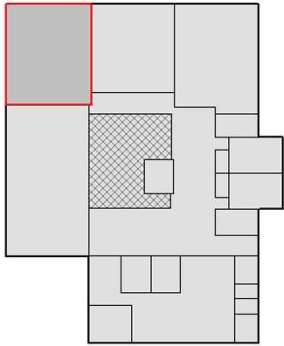
<sup>43</sup> Esta tabla presenta los valores de eficiencia en EER tanto del ASHRAE como del equipo actual. Estos valores pueden no estar en esta clasificación, y puede presentarse una variación a SEER o COP (w/w). Por lo que se recomienda revisar la sección 10. Glosario, para comprender mejor las conversiones realizadas.

# E0-BL-05-N1

## BASE LINE\_SISTEMAS HVAC

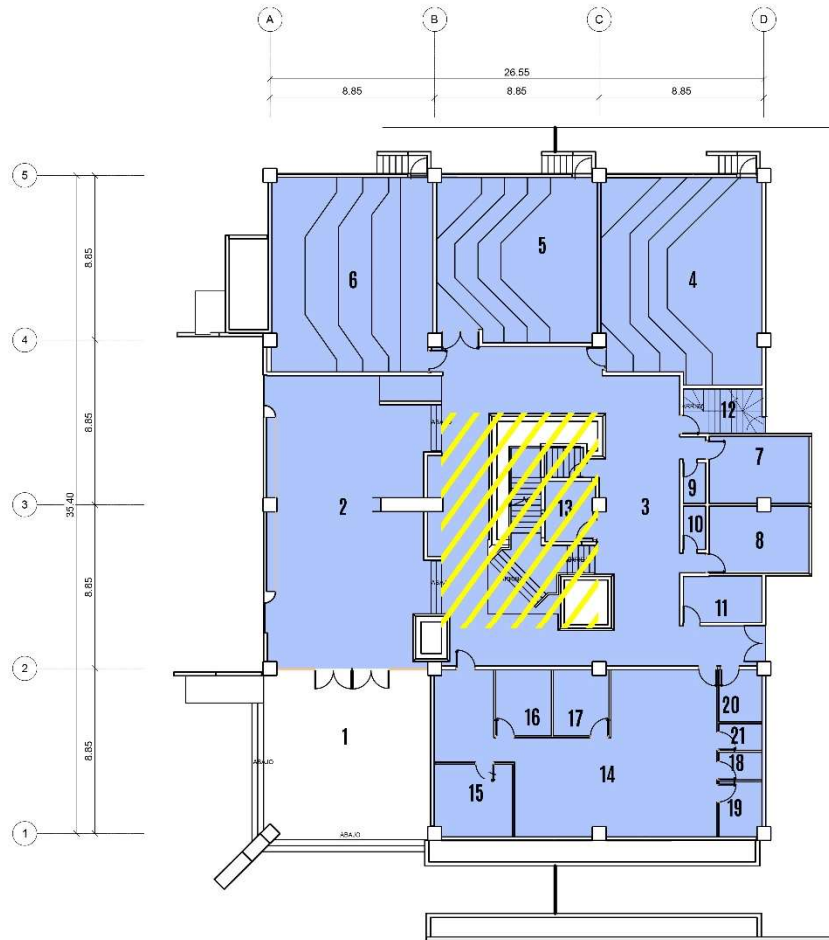


Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



HORARIOS DE USO

No Aplica



Sin Acondicionamiento   
  Acondicionado  
 Espacio de Varios Niveles

### PRIMER NIVEL

No.	NOMBRE
1	Vestíbulo Exterior
2	Vestíbulo Interior
3	Circulación Interna
4	Salón D-107
5	Salón D-108
6	Salón D-109
7	Servicios Sanitarios Damas
8	Servicios Sanitarios Caballeros
9	Bodega de Servicio 1
10	Bodega de Servicio 2
11	Bodega de Servicio 3
12	Módulo de Gradas
13	Bodega de Servicio 4
14	IDGT Oficinas Generales
15	IDGT Oficina Privada 1
16	IDGT Oficina Privada 2
17	IDGT Sala de Reuniones 1
18	IDGT Bodega Cocina
19	IDGT Sala de Reuniones 2
20	Bodega de Servicio 5
21	Tableros Eléctricos

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

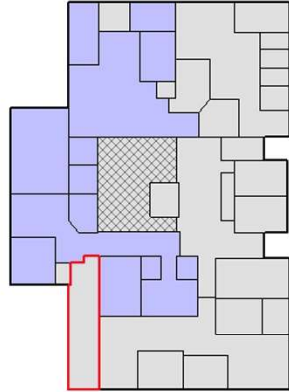
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-05-N2

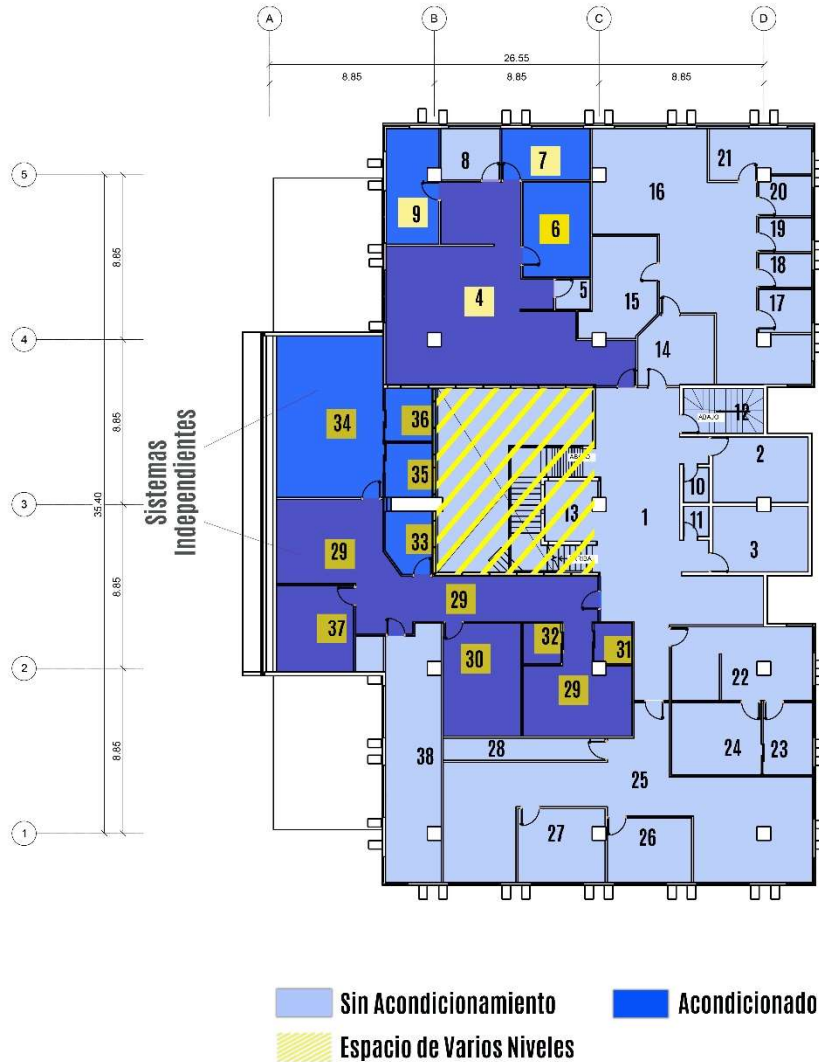
## BASE LINE\_SYSTEMAS HVAC

Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE USO

- No Aplica
- 1 x Semana de 11:00 a 16:00
- Todos los días 11:00 a 16:00



## SEGUNDO NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	BRUJULA Oficinas Generales
2	Servicio Sanitario Damas	23	BRUJULA Oficina Privada 1
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	BRUJULA Sala de Reuniones
4	INDIS Oficinas Generales	25	ILI Oficinas Generales
5	INDIS Bodega	26	ILI Oficina Privada 1
6	INDIS Sala de Reuniones	27	ILI Sala de Reuniones
7	INDIS Oficina 1	28	ILI Bodega de Servicio
8	INDIS Oficina 2	29	ISE Oficinas Generales
9	INDIS Oficina 3	30	ISE Sala de Reuniones
10	Bodega de Servicio 1	31	ISE Oficina Privada 1
11	Bodega de Servicio 2	32	ISE Oficina Privada 2
12	Módulo de Gradadas	33	ISE Oficina Privada 3
13	Bodega de Servicio 3	34	ISE Oficina Privada 4
14	IIJ Recepción	35	ISE Oficina Privada 5
15	IIJ Sala de Reuniones	36	ISE Oficina Privada 6
16	IIJ Oficinas Generales	37	ISE Oficina Privada 7
17	IIJ Oficina Privada 1	38	ISE Oficina Privada 8
18	IIJ Oficina Privada 2		
19	IIJ Oficina Privada 3		
20	IIJ Oficina Privada 4		
21	IIJ Oficina Privada 5		

### TIPO DE SISTEMA SEGÚN ASHRAE 90.1 2010

- Room Air Conditioner with Louvered
- AC Split System (Mini Split)
- Single Packaged

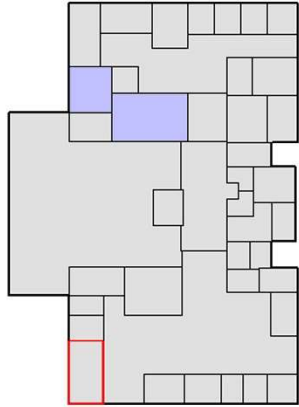
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-BL-05-N3

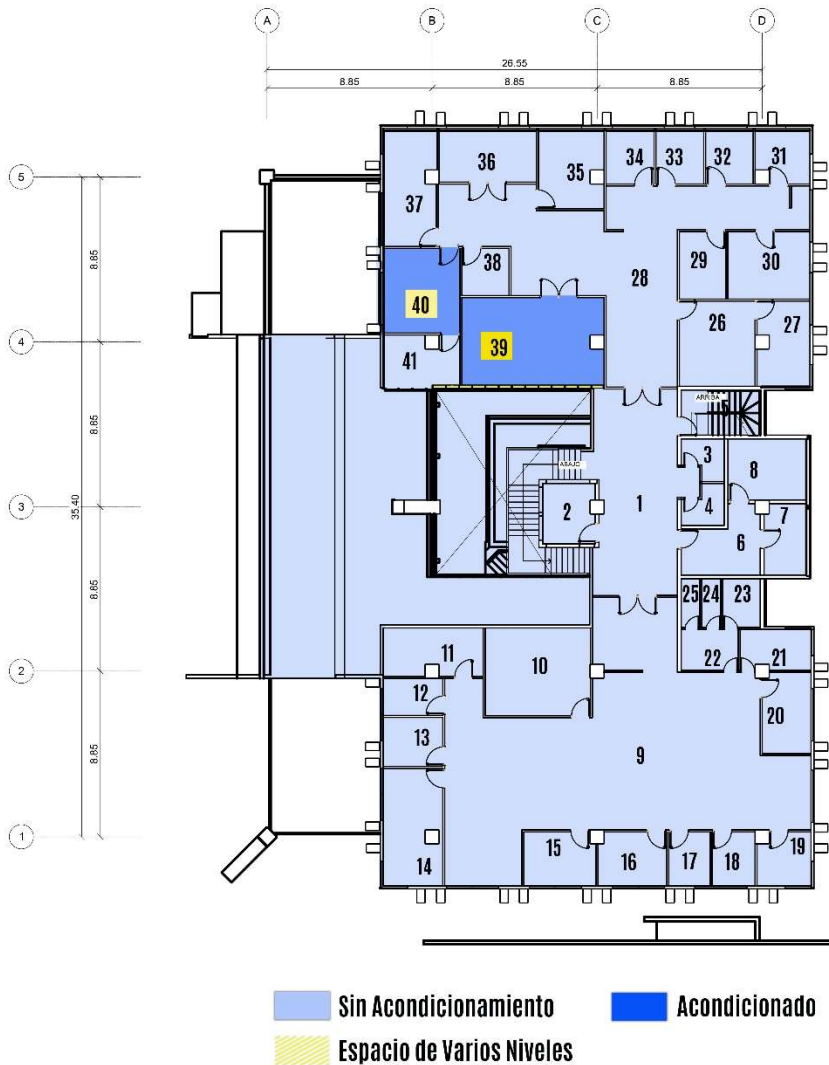
## BASE LINE\_SISTEMAS HVAC

Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE USO

- No Aplica
- 3 x Semana de 11:00 a 16:00



## TERCER NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	IDIES Sala de Reuniones 2
2	Bodega de Servicio 1	23	IDIES Tableros Eléctricos
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	IDIES Bodega 1
4	Servicio Sanitario Damas	25	IDIES Bodega 2
5	Módulo de Gradas	26	UNOP Oficinas Generales
6	DIP Oficinas Generales	27	UNOP Oficina Privada 1
7	DIP Oficina Privada 1	28	Admon. VRIP Área General
8	DIP Sala de Reuniones	29	Admon. VRIP Cocineta
9	IDIES Oficinas Generales	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1
10	IDIES Sala de Reuniones 1	31	DIFADI Oficina Privada 1
11	IDIES Oficina Privada 1	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2
12	IDIES Oficina Privada 2	33	DIFADI Oficina Privada 2
13	IDIES Oficina Privada 3	34	UAS Oficina Privada 1
14	IDIES Oficina Privada 4	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3
15	IDIES Oficina Privada 5	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4
16	IDIES Oficina Privada 6	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5
17	IDIES Oficina Privada 7	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6
18	IDIES Oficina Privada 8	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1
19	IDIES Oficina Privada 9	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7
20	IDIES Oficina Privada 10	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2
21	IDIES Oficina Privada 11		

### TIPO DE SISTEMA SEGÚN ASHRAE 90.1 2010

- Room Air Conditioner withOUT Louvered (Portable)
- AC Split System (Floor/Ceiling Unit)

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

### 5.2.9 Otras cargas calculadas

Existen otros equipos que representan un porcentaje relevante en el desempeño energético del edificio y que deben modelarse. Entre estos están los equipos de computación y de preparación de comida.

Estas cargas se agregaron a los espacios correspondientes en el modelado energético, se presentan en watts (vatios) por pie cuadrado (w/ft<sup>2</sup>) pues es la medida a ingresar en el programa simulador.

Tabla 4: Otras cargas Primer Nivel. Fuente: Propia, 2017.

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft <sup>2</sup> )	Preparacion de Comida (W/Ft <sup>2</sup> )
1	Vestibulo Exterior	0	0
2	Vestibulo Interior	0	0
3	Circulación Interna	0	0
4	Salón 0-107	0	0
5	Salón 0-108	0	0
6	Salón 0-109	0	0
7	Servicios Sanitarios Damas	0	0
8	Servicios Sanitarios Caballeros	0	0
9	Bodega de Servicio 1	0	0
10	Bodega de Servicio 2	0	0
11	Bodega de Servicio 3	0	0
12	Módulo de Gradadas	0	0
13	Bodega de Servicio 4	0	0
14	IDGT Oficinas Generales	3.8	0
15	IDGT Oficina Privada 1	1.57	0
16	IDGT Oficina Privada 2	7.614	0
17	IDGT Sala de Reuniones 1	0	0
18	IDGT Bodega Cocina	0	55
19	IDGT Sala de Reuniones 2	0	0
20	Bodega de Servicio 5	0	0
21	Tableros Eléctricos	0	0

Tabla 5: Otras cargas Segundo Nivel. Fuente: Propia, 2017.

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)	No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
1	Circulación Interna	0	0	20	IIJ Oficina Privada 4	4.42	0
2	Servicio Sanitario Damas	0	0	21	IIJ Oficina Privada 5	1.82	0
3	Servicio Sanitario Caballeros	0	0	22	BRUJULA Oficinas Generales	5.175	0
4	INDIS Oficinas Generales	2.98	2.42	23	BRUJULA Oficina Privada 1	5.04	0
5	INDIS Bodega	0	0	24	BRUJULA Sala de Reuniones	0	5.6
6	INDIS Sala de Reuniones	0	0	25	ILI Oficinas Generales	3.62	3.55
7	INDIS Oficina 1	2.001	0	26	ILI Oficina Privada 1	3.31	0
8	INDIS Oficina 2	2.686	0	27	ILI Sala de Reuniones	0	2.5
9	INDIS Oficina 3	1.431	0	28	ILI Bodega de Servicio	0	0
10	Bodega de Servicio 1	0	0	29	ISE Oficinas Generales	0.91	0.54
11	Bodega de Servicio 2	0	0	30	ISE Sala de Reuniones	1.02	0
12	Módulo de Gradadas	0	0	31	ISE Oficina Privada 1	5.87	0
13	Bodega de Servicio 3	0	0	32	ISE Oficina Privada 2	5.79	0
14	IIJ Recepción	3.5	0	33	ISE Oficina Privada 3	3.26	0
15	IIJ Sala de Reuniones	0	0	34	ISE Oficina Privada 4	1.04	7.08
16	IIJ Oficinas Generales	1.93	3.38	35	ISE Oficina Privada 5	3.511	0
17	IIJ Oficina Privada 1	3.95	0	36	ISE Oficina Privada 6	3.633	0
18	IIJ Oficina Privada 2	5	0	37	ISE Oficina Privada 7	1.334	0
19	IIJ Oficina Privada 3	5	0	38	ISE Oficina Privada 8	2.56	1.44

Tabla 6: Otras cargas Tercer Nivel. Fuente: Propia, 2017.

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
1	Circulación Interna	0	0
2	Bodega de Servicio 1	0	0
3	Servicio Sanitario Caballeros	0	0
4	Servicio Sanitario Damas	0	0
5	Módulo de Gradadas	0	0
6	DIP Oficinas Generales	6.17	0
7	DIP Oficina Privada 1	3.035	0
8	DIP Sala de Reuniones	3.74	4.34
9	IDIES Oficinas Generales	1.69	1.5
10	IDIES Sala de Reuniones 1	0	0
11	IDIES Oficina Privada 1	1.87	0
12	IDIES Oficina Privada 2	4.07	0
13	IDIES Oficina Privada 3	3.1	0
14	IDIES Oficina Privada 4	1.29	0
15	IDIES Oficina Privada 5	2.35	0
16	IDIES Oficina Privada 6	2.48	0
17	IDIES Oficina Privada 7	4.05	0
18	IDIES Oficina Privada 8	3.88	0
19	IDIES Oficina Privada 9	3.26	0
20	IDIES Oficina Privada 10	2.3	0
21	IDIES Oficina Privada 11	3.21	0

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
22	IDIES Sala de Reuniones 2	0	0
23	IDIES Tableros Eléctricos	0	0
24	IDIES Bodega 1	0	0
25	IDIES Bodega 2	0	0
26	UNOP Oficinas Generales	5.6	3.25
27	UNOP Oficina Privada 1	1.98	0
28	Admon. VRIP Área General	0.27	0
29	Admon. VRIP Cocineta	0	32
30	Admon. VRIP Oficina Privada 1	4.89	0
31	DIFADI Oficina Privada 1	2.96	0
32	Admon. VRIP Oficina Privada 2	6.8	0
33	DIFADI Oficina Privada 2	3.4	0
34	UAS Oficina Privada 1	3.37	0
35	Admon. VRIP Oficina Privada 3	3.41	0
36	Admon. VRIP Oficina Privada 4	5.18	0
37	Admon. VRIP Oficina Privada 5	4.29	0
38	Admon. VRIP Oficina Privada 6	4.06	0
39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1	0	0
40	Admon. VRIP Oficina Privada 7	1.39	0
41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2	0	0

### 5.3. RESULTADOS LÍNEA BASE

Los resultados de la línea base presentados en esta sección corresponden a los detalles y especificaciones obtenidas de la simulación del programa eQuest.

Estos serán comparados con los de la propuesta para establecer el porcentaje de mejora en el rendimiento energético del edificio alcanzado, tal como lo indica el apéndice G del ASHRAE 90.1 presentado anteriormente. Se presentan gráficas de resultados mensuales y anuales a manera de resumen.

El programa simulador genera datos diarios con el desempeño energético según las cargas de cada ambiente, los cuales no serán presentados a detalle en esta sección. Para más información se presentan algunos resúmenes en los anexos.

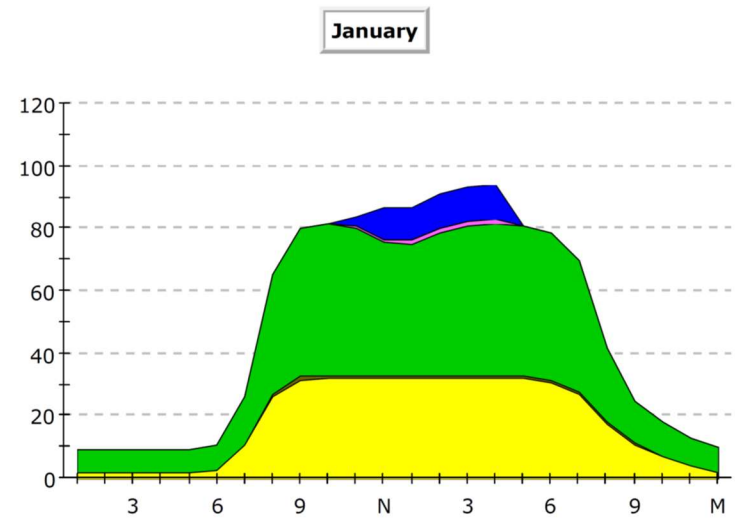


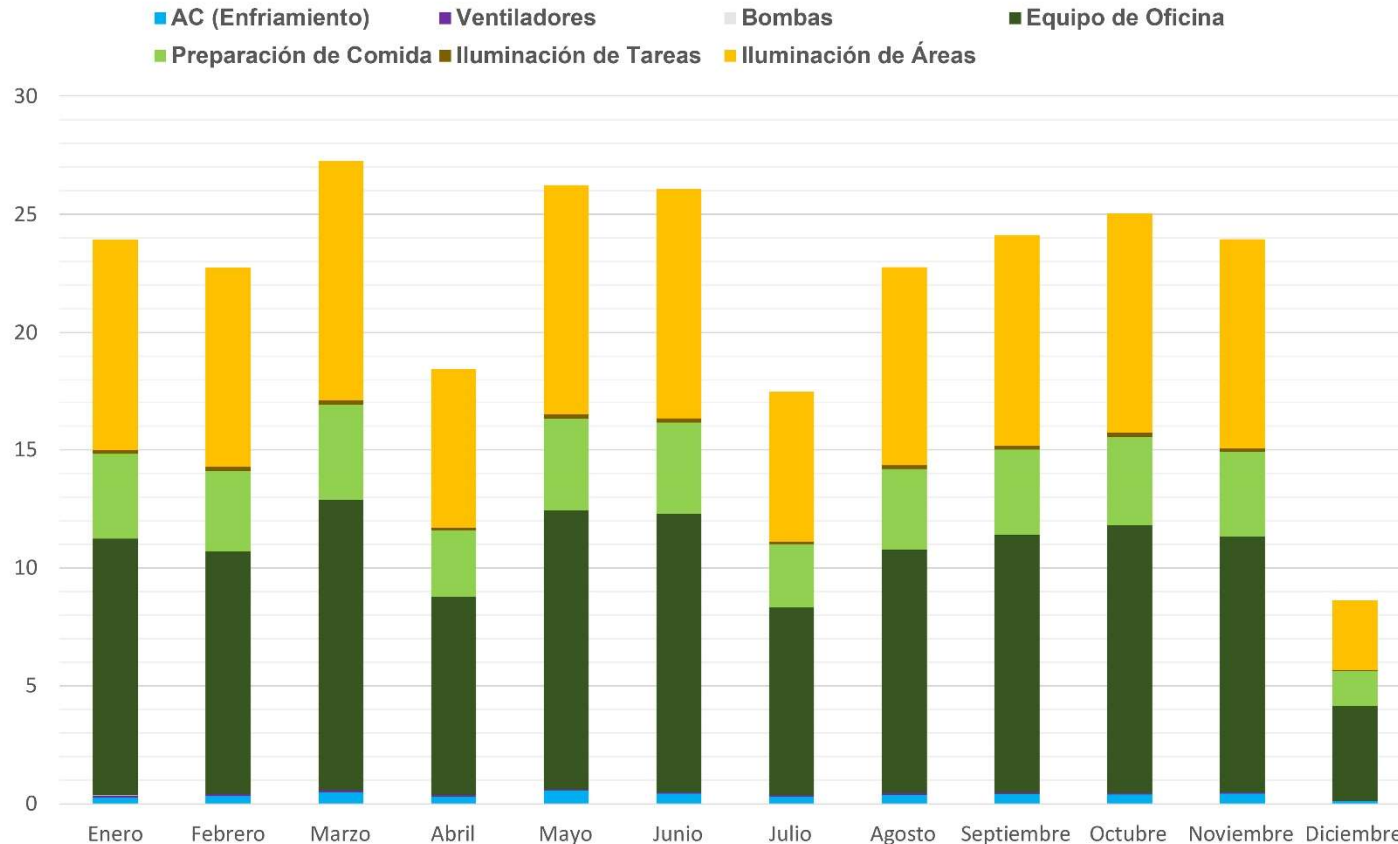
Ilustración 27: Demanda energética máxima mensual del mes de enero, simulación eQuest del edificio "O". Fuente: Propia, 2017.



# EO-BL-06-R1

## BASE LINE\_RESULTADOS

### Consumo Energético Mensual por Uso Final (kWh x1000)



Los equipos de Aire Acondicionado no representan cargas significativas mensuales para el edificio puesto que son pocos los espacios que cuentan con estos equipos.

El equipo de oficina se mantiene constante durante todo el día y por esto las cargas de estos son mayores.

Las luminarias para cada ambiente representan una carga significativamente alta en el consumo energético del edificio.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

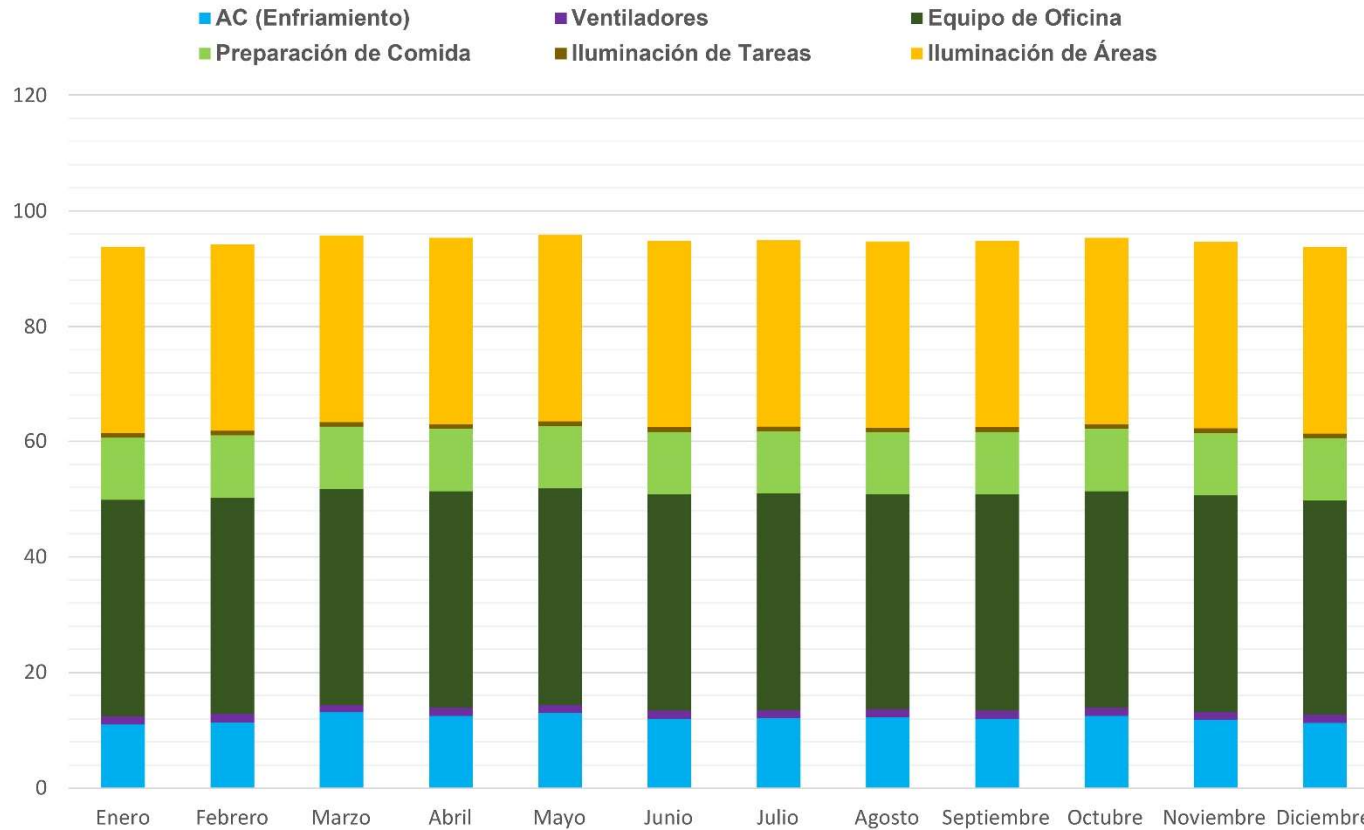
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-06-R2

## BASE LINE\_RESULTADOS

### Demanda Mensual Máxima de Energía por Uso Final (kW)



### Demanda Máxima Cada Mes

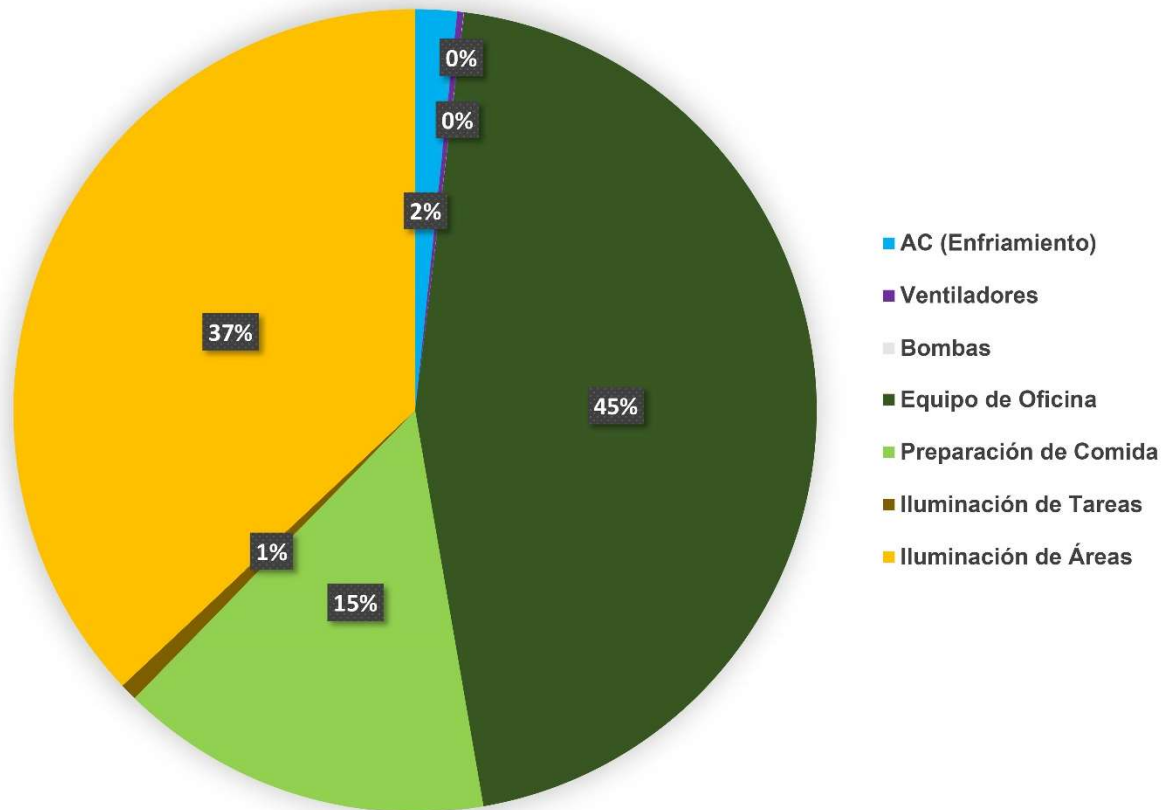
<b>ENERO 11</b> Hora = 16:00 Max = 93.75 Kw	<b>JULIO 12</b> Hora = 16:00 Max = 94.85 Kw
<b>FEBRERO 22</b> Hora = 16:00 Max = 94.21 Kw	<b>AGOSTO 23</b> Hora = 15:00 Max = 94.72 Kw
<b>MARZO 29</b> Hora = 16:00 Max = 95.89 Kw	<b>SEPTIEMBRE 13</b> Hora = 16:00 Max = 94.79 Kw
<b>ABRIL 26</b> Hora = 16:00 Max = 95.29 Kw	<b>OCTUBRE 18</b> Hora = 16:00 Max = 95.27 Kw
<b>MAYO 3</b> Hora = 16:00 Max = 95.79 Kw	<b>NOVIEMBRE 29</b> Hora = 16:00 Max = 94.60 Kw
<b>JUNIO 21</b> Hora = 16:00 Max = 94.76 Kw	<b>DICIEMBRE 6</b> Hora = 15:00 Max = 93.79 Kw

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



### Consumo Energético Anual por Uso Final



Las cargas más significativas del consumo energético anual son de los equipos de oficina y las luminarias por áreas. En estos dos aspectos se concentrarán los cambios para la propuesta de desempeño.

El alto porcentaje de la iluminación es alarmante considerando que los equipos de cómputo funcionan todo el día de forma continua.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

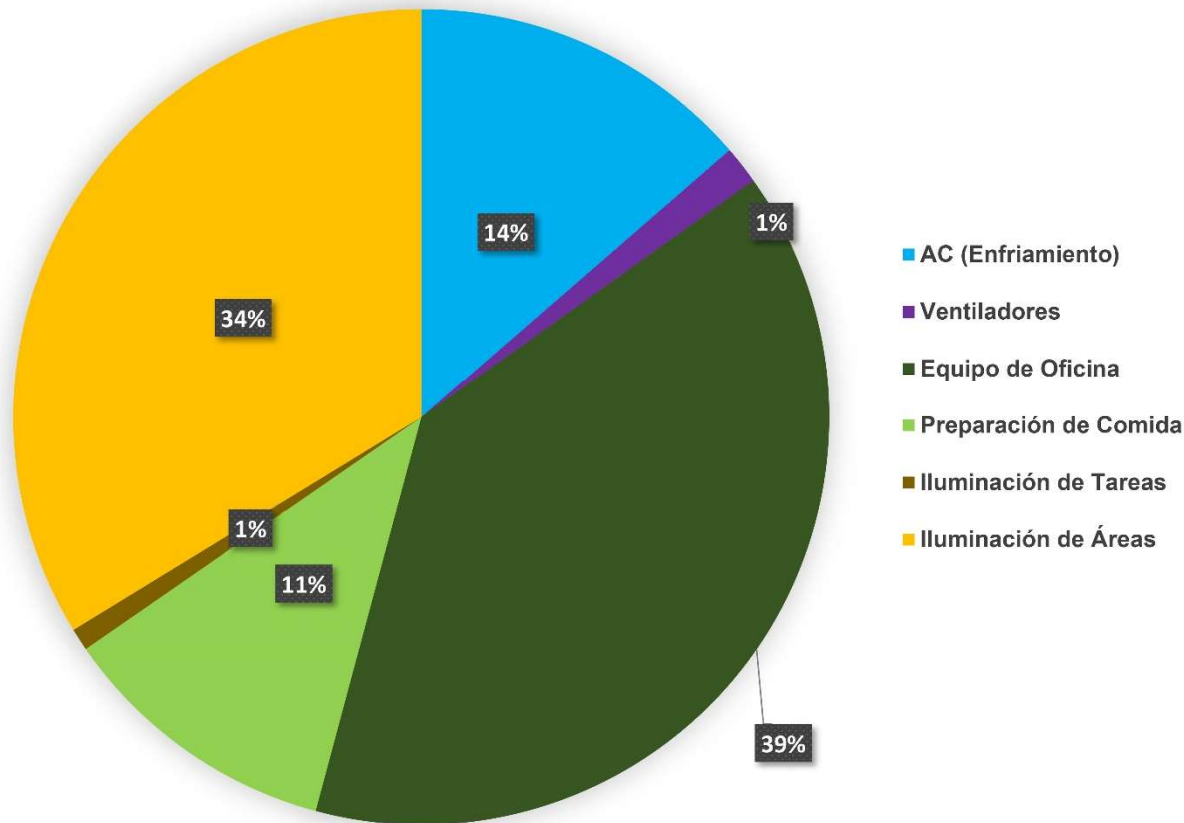
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-06-R4

BASE LINE\_RESULTADOS

## Demanda Annual Máxima de Energía por Uso Final



La demanda anual máxima de energía (Annual Peak Demand by Enduse) representa las cargas máximas del consumo energético según las subdivisiones especificadas anteriormente.

Este es un resumen anual de la gráfica presentada anteriormente EO-BL-06-R2 donde se describe la demanda máxima mensual.

Los Equipos de aire acondicionado poseen un porcentaje relevante en la demanda pico, sin embargo sus carga a lo largo del año no son tan significativas en el desempeño energético del edificio.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

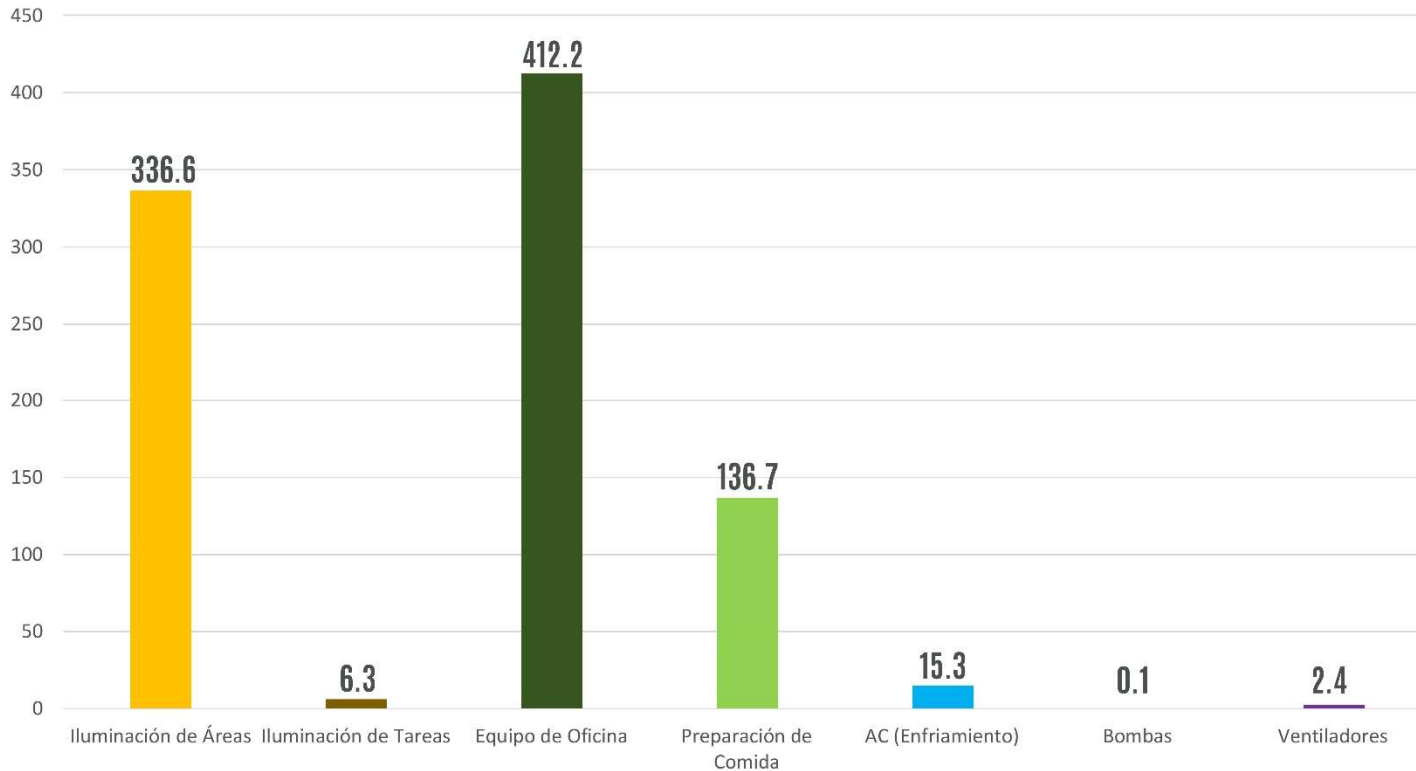
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-BL-06-R5

BASE LINE\_RESULTADOS

## Desempeño Energético del Edificio (MBTU)



TOTAL DESEMPEÑO ANUAL  
**909.6 MBTU**

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



Los resultados de la simulación presentan porcentajes altos en el consumo de equipos de cómputo e iluminación. Estos permiten identificar una posible ruta para la selección de mejoras en el rendimiento y decisiones a tomar en la propuesta de diseño.

Se puede observar como en los meses de abril, julio y diciembre el consumo energético es menor que el resto

del año, puesto que estos son los meses en donde hay vacaciones prolongadas descritas anteriormente.

Según se indica en el apéndice G del ASHRAE 90.1, los datos a presentar en la comparación serán los del desempeño energético anual en BTU (British Thermal Unit).<sup>44</sup>

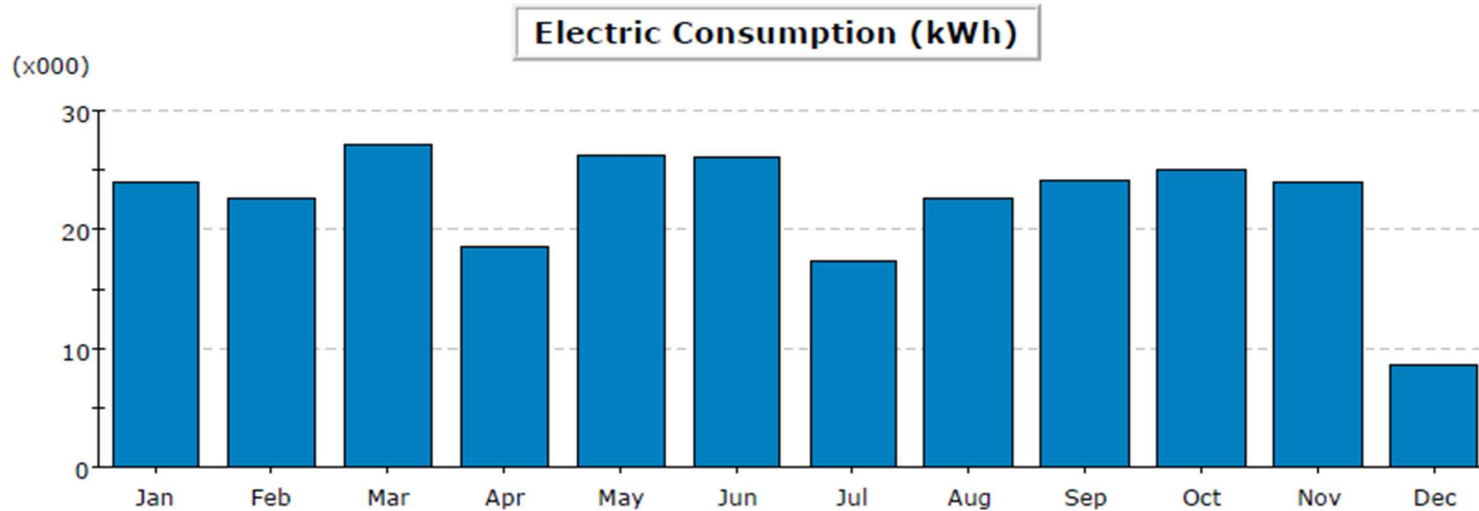


Ilustración 28: Consumo energético anual del edificio "O", gráfica presentada por eQuest. Fuente: Propia, 2017.

<sup>44</sup> Para más información revisar sección 10. Glosario en de este documento.

## 6. PROPUESTA

La propuesta de diseño se genera en para este caso, en base a los resultados obtenidos en la Línea Base que corresponde a los datos energéticos actuales del edificio. Esta pretende generar mejoras significativas en los aspectos evaluados, que permitan mejorar el desempeño energético sin crear grandes cambios a las condiciones actuales del edificio. En algunos casos las acciones a tomar serán medidas más drásticas y relevantes, dependerá de las posibilidades del edificio y lo establecido en el estándar.

### 6.1. DISPOSICIONES OBLIGATORIAS

Para el cumplimiento del ASHRAE 90.1 apéndice G se menciona al inicio que la propuesta de diseño deberá cumplir con las disposiciones obligatorias que presenta cada una de las categorías de evaluación en el estándar (Todos los x.4 desde el capítulo 5 hasta el 10). Estas se presentan y evalúan en cuanto a las posibilidades de aplicarlas en el edificio “O”.

La ilustración 30 presenta una tabla, a manera de resumen, con la evaluación del cumplimiento o no de las disposiciones obligatorias establecidas por el estándar. Se describen las subdivisiones de estas tal como se presentan ASHRAE 90.1 y posteriormente se encuentran descritas. Existen algunas categorías que no se pueden alcanzar, que no aplican o que no fue posible medirlas para establecer su estatus. Las demás son las alcanzables con las que el edificio sí puede cumplir siguiendo las estrategias presentadas más adelante.

DISPOSICIONES OBLIGATORIAS EN EL ASHRAE 90.1 2010		
	<b>Envolvente</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento</li> <li>Fenestración y Puertas</li> <li>Fugas de Aire</li> </ul>	
	<b>Calefacción, Ventilación y AC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencias del equipo, verificación y requerimientos de marca</li> </ul>	
	<b>Servicio de Calentador de Agua</b>	
	<b>Potencia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de voltaje</li> <li>Control automático</li> </ul>	
	<b>Iluminación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Control de Iluminación</li> <li>Señales de Salida</li> <li>Test de Funcionamiento</li> </ul>	
	<b>Otros Equipos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Motores Eléctricos</li> <li>Sistemas de presión de agua</li> </ul>	

Ilustración 29: Check list del cumplimiento o no en la propuesta de desempeño, sobre las disposiciones obligatorias en el ASHRAE 90.1 2010. Fuente: Propia, 2017.

### 6.1.1 Envolvente<sup>45</sup>

Se presentan tres subdivisiones que el ASHRAE 90.1 indica como obligatorias en su cumplimiento de los requerimientos mínimos en el envolvente para cualquier propuesta de desempeño energético.

En el caso de la propuesta del edificio “O” se tomarán las consideraciones correspondientes para el cumplimiento de estos según lo solicita el estándar, aunque la mayor parte de los requerimientos no podrán alcanzarse debido a la solicitud de fichas técnicas e identificaciones de los materiales existentes por parte del fabricante. Igualmente se describe cada punto para establecer los alcances del proyecto, algunas fueron eliminadas pues no son relevantes para el desarrollo del proyecto.

#### 6.1.1.1 Aislamiento:

Cuando se requiera aislamiento según la sección 5.5 o 5.6 (del ASHRAE 90.1 2010), deberá cumplir con los requisitos de la sección 5.8.1.1 a la 5.8.1.9.

En el caso del edificio “O”, se utilizará la sección establecida 5.5 para determinar la necesidad de

<sup>45</sup> ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 24-38.



aislamiento o no, dependiendo de los requerimientos mínimos y máximos de la envolvente según se presenta en la tabla 5.5-3 del estándar.

La sección 5.5 es la opción establecida para la envolvente del edificio (Prescriptive Building Envelope Option) la cual especifica que todos los espacios acondicionados y semi-calentados deberán de cumplir, en su envolvente exterior, con las tablas 5.5-1 a 5.5—8 según corresponda a la zona climática 3A, B y C. Así como que todas las superficies opacas (a excepción de las puertas) deberán de cumplir con los valores R mínimos y factor U máximos que se presentan en el apéndice A del ASHRAE 90.1.

El edificio “O” claramente no cumple con los requerimientos mínimos del estándar en su estado actual, por lo que en este caso debería de cumplir con los requisitos de las secciones 5.8.1.1 a .9 tal como se explicaba al inicio de esta sección.

**TABLE 5.5-3 Building Envelope Require**

Opaque Elements	Nonresidential	
	Assembly Maximum	Insulation Min. R-Value
<i>Roofs</i>		
Insulation Entirely above Deck	U-0.048	R-20.0 c.i.
Metal Building <sup>a</sup>	U-0.055	R-13.0 + R13.0
Attic and Other	U-0.027	R-38.0
<i>Walls, Above-Grade</i>		
Mass	U-0.123	R-7.6 c.i.
Metal Building	U-0.084	R-19.0
Steel-Framed	U-0.084	R-13.0 + R-3.8 c.i.
Wood-Framed and Other	U-0.089	R-13.0
<i>Walls, Below-Grade</i>		
Below-Grade Wall	C-1.140	NR
<i>Floors</i>		
Mass	U-0.107	R-6.3 c.i.
Steel-Joist	U-0.052	R-19.0
Wood-Framed and Other	U-0.051	R-19.0
<i>Slab-On-Grade Floors</i>		
Unheated	F-0.730	NR
Heated	F-0.900	R-10 for 24 in.
<i>Opaque Doors</i>		
Swinging	U-0.700	
Nonswinging	U-1.450	

*Ilustración 30: Tabla 5.5.-3 Requisitos para la envolvente del edificio en Zonas Climáticas 3 (A, B o C). Fuente: ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 28.*

Sin embargo, la realización de cambios drásticos en los materiales existentes requiere una inversión elevada fuera de las proyecciones y deseos de esta propuesta ya que

serían difíciles de alcanzar. Una medida considerada en la propuesta fue el remplazo de las ventanas por otras que posean algún tipo de sistema de aislamiento. Sin embargo, esta puede generar un costo elevado y no ser tan representativa en el rendimiento energético del edificio como lo fueron otras secciones. Además, gran parte de los requerimientos obligatorios de la envolvente son las fichas técnicas a la vista provenientes del fabricante de cada uno de los materiales, y si se sustituyeran las ventanas serían las únicas con esta información.

Aun así, se presentan algunos de los aspectos descritos en las secciones 5.8.1.1 a 5.8.1.9 del estándar que pretenden dar al lector una idea de las características a cumplir del estándar.

- ✓ **Cumplimiento de los requerimientos del fabricante:** Los materiales de aislamiento se deben instalar según las recomendaciones del fabricante de manera que se alcance el valor R de aislamiento deseado. Aunque no se cumplan con los requerimientos del valor R en el estándar, es

posible documentar los materiales e identificar sus valores tal como se presentaron en la línea base.

- ✓ **Equipo incrustado:** Elementos de iluminación, calefacción, ventilación, y equipo de aire acondicionado, incluyendo calentadores de muros, ductos y otros equipos no deben ser incrustado de manera que afecte el espesor del aislamiento a menos que:
  - El área afectada en total sea menos del 1% del área opaca de lo ensamblado.
  - Todo el techo, pared o suelo está aislado con la totalidad de la profundidad requerida.
  - Los efectos de reducir el aislamiento se encuentran incluidos en los cálculos según tabla A9.4C.

Ninguno de estos afectó al espesor de la envolvente en el edificio “O”. Únicamente algunos equipos de aire acondicionado tuvieron que modificarlo, pero son cambios mínimos.

- ✓ **Protección al aislamiento:** El aislamiento exterior debe de cubrirse con un material protector que

prevenga el daño provocado por la luz solar, humedad, operaciones de jardinería, mantenimiento de equipo y el viento.

Los materiales predominantes de la envolvente son el ladrillo y el concreto expuestos. A pesar del desconocimiento si les fue aplicado algún tipo de protección, estos se han conservado bien con el tiempo.

- ✓ **Extensión del aislamiento:** debe extenderse sobre toda el área de componentes con el valor R, factor U, C o F requerido, a menos que se permita en la Sección 5.8.1.

En el edificio “O”, el envolvente es el mismo para todas sus fachadas y en el techo aún con el tragaluz, la baldosa se extiende a lo largo de este.

### **6.1.1.2 Fenestración y Puertas:**

Los procedimientos para determinar el desempeño de las puertas y fenestración se describe en la Sección 5.8.2. Los

primeros tres incisos detallan sobre la necesidad de colocar una etiqueta que detalle las características de los materiales en puertas y ventanas. Aún si no se puede alcanzar el cumplimiento de estos, aquí se presentan algunos incisos de los requerimientos solicitados por el estándar:

**U-Factor:** Todos los factores U deben determinarse según se indica en el NFRC 100<sup>46</sup>. Factores U para tragaluces deben determinarse para una pendiente de 20 sobre la horizontal. Excepciones:

- Factores-U determinado en la Sección A8.1 (del estándar) pueden ser aceptados como alternativa para determinar el cumplimiento con el criterio de los tragaluces.
- Los factores-U de la sección A8.2 (del estándar) pueden utilizarse como alternativa para determinar el cumplimiento con los criterios para la fenestración vertical.

---

<sup>46</sup> Procedimiento para determinar los factores U de los productos de fenestración.

- Los factores-U de la sección A7 (del estándar) pueden utilizarse como alternativa para determinar el cumplimiento de los criterios para puertas opacas.

**Coefficiente de ganancia del calentamiento solar (SHGC):** en toda el área de fenestración debe determinarse según el NFRC 200<sup>47</sup>. Excepciones:

- SHGC de la sección A8.1 (del estándar) puede ser aceptado como alternativa para determinar el cumplimiento de los criterios para tragaluces.
- SHGC de la sección A8.2 (del estándar) puede utilizarse para determinar el cumplimiento de los criterios de fenestración vertical.

### **6.1.1.3 Fugas de Aire:**

El envolvente del edificio “O” no fue desarrollado a detalle para el cumplimiento de estos criterios, sin embargo, existen algunos requisitos que sí aplican a los materiales

actuales y por tanto se describen algunas secciones para su entendimiento.

**Barrera de aire continua:** Todo el envolvente del edificio debe ser diseñado y construido con una barrera de aire continua. Para su diseño todos los componentes de esta deben ser identificados claramente o especificados en los documentos de construcción. Además, se debe especificar todas las juntas, interconexiones y penetraciones incluyendo los elementos de iluminación. Las siguientes áreas de la barrera de aire continua en el envolvente del edificio debe sellarse según corresponda para minimizar la fuga de aire en:

- Juntas alrededor de la fenestración y marcos de puertas, tanto manufacturadas o creadas en el sitio.
- Uniones entre paredes y suelos, entre paredes en las esquinas del edificio, entre paredes y techos.
- Penetraciones en la barrera de aire en el envolvente de techos, paredes y suelo.

---

<sup>47</sup> Procedimiento para determinar el coeficiente de ganancia del calentamiento solar y la transmisión visible de los productos.

- Ensamblajes del edificio usados como ductos o plenums.
- Juntas, grietas, conexiones entre planos y otros cambios en los materiales de la barrera de aire.

En el caso del Edificio “O”, el concreto cumple con el requerimiento de tener una permanencia de aire que no excede los 0.004cfm/ft<sup>2</sup> a una presión diferencial de 0.3in.w.g. (1.57psf), probados según el ASTM E 2178.<sup>48</sup>

**Vestíbulos:** Las entradas al edificio que separan los espacios acondicionados del exterior deben protegerse con un vestíbulo cerrado, con todas las puertas abriendo hacia adentro y afuera del vestíbulo equipado con equipos de cerrado automático. Estos deben de diseñarse de tal forma que al pasar por estos no sea necesario abrir las puertas interiores y exteriores al mismo tiempo. Estas últimas deben de tener una distancia mínima no menor a 7ft en posición cerrada. El envolvente exterior e interior de los vestíbulos sin acondicionamiento deberán de cumplir con los requerimientos de los espacios semi-calientes.

El vestíbulo del edificio “O” no cumple con estas características, este no es cerrado y sus puertas de acceso abren únicamente hacia afuera.

---

<sup>48</sup> *Ibidem*. Pp. 24.

## 6.1.2 Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado<sup>49</sup>

### 6.1.2.1 *Eficiencias del Equipo, Verificación y Requerimientos de Marca*

#### **Mínimo de eficiencia de equipos – Condiciones de clasificación y operación estándar.**

Se deberá cumplir con los requerimientos de eficiencia presentados en las tablas 6.8.1 A a 6.8.1 K según sea el tipo de equipo utilizado.

#### **Verificación de las eficiencias de los equipos**

La información respecto a las eficiencias de los equipos de HVAC deberán de ser presentadas por el fabricante y verificarse con:

- ✓ Tener una certificación emitida por el Depto. De Energía de USA (Equipo EPACKT).
- ✓ Si existe un programa de certificación para un producto, que incluya disposiciones para la verificación y desafíe la clasificación de la eficiencia

del equipo, entonces el producto debe listarse en el programa certificado.

- ✓ Si no se encuentra listado, la clasificación de eficiencia debe comprobarse en un laboratorio por medio de un reporte.
- ✓ De lo contrario, la información técnica deberá proveerla el fabricante, validando los datos de eficiencia de los equipos.

Los equipos de HVAC seleccionados para la propuesta cumplen con los requisitos mínimos de eficiencia energética. Se mantuvieron únicamente dos equipos de HVAC actuales que ya cumplían con el estándar: el establecido como “Single Packaged” para las oficinas del ISE, y el portátil instalado en la oficina del director de la VRIP.

---

<sup>49</sup> ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 44-45.

Tabla 7: Especificaciones de sistemas HVAC para la propuesta de desempeño energético del edificio "O". Fuente: Propia, 2017.<sup>50</sup>

Clasificación ASHRAE 90.1	Modelo	Marca	Capacidad	Refrigerante	EER/SEER/IEER	ASHRAE 90.1 (Mínimo)
Room AC without louvered sides (Portable Room AC)	PS101B	Comfort-Aire	10,000 Btu/h	R-410A	9 EER	8.5 EER
Room Air Conditioner with Louvered sides	51KWF018303G	Carrier	18,000 Btu/h	R-410A/0.75	12.02 SEER	9.7 SEER
Split System - Heat Pump (Split System)	42KHC018DS /38HKC018DSP	Carrier	18,000 Btu/h	R-410A	16 SEER	13 SEER
Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	R-410A	11.20 EER	10.8 EER
Split System - Heat Pump - (Sólo en 3Nivel #39)	42VMC18-H / 38QG18-H	Carrier*	18,500 Btu/h	R-410A	13 SEER	13 SEER

### 6.1.3 Servicio de Calentador de Agua<sup>51</sup>

Esta sección, y todas las características relacionadas a esta, no se tomará en cuenta ni para la línea base ni para la propuesta de rendimiento puesto que el Edificio "O" no cuenta con servicio de agua caliente.

<sup>50</sup> Esta tabla presenta los valores de eficiencia en EER y SEER tanto del ASHRAE como del equipo actual. Estos valores pueden no estar en esta clasificación, y puede presentarse una variación a EER, SEER o COP (w/w). Por lo que se recomienda revisar la sección 10. Glosario, para comprender mejor las conversiones realizadas.

<sup>51</sup> ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 70-71.

#### **6.1.4 Potencia<sup>52</sup>**

Los detalles de esta sección no fueron posibles de verificar en las instalaciones del edificio “O” por lo que no se pueden definir como alcanzadas o descartadas. Sin embargo, se describen para asumirlas como tal en la propuesta de desempeño. Los controles automáticos no existen en el edificio.

##### **6.1.4.1 Caída de Voltaje**

No aplica a conductores eléctricos ni “branch circuits” que son dedicados a servicios de emergencia.

**Mecanismo de alimentación:** los conductores de alimentación deben ser medidos para una caída máxima de voltaje del 2% de la carga diseñada.

**Branch Circuits:** Deben ser medidos para una caída máxima de voltaje del 3% de la carga diseñada.

##### **6.1.4.2 Control automático**

Por lo menos el 50% de todos los receptáculos de 125 volt 15 y 20 amperios, incluyendo aquellos instalados en

particiones modulares en oficinas privadas, oficinas abiertas y clases de computación deberán de ser controladas por un sistema de control automático que debe funcionar con:

- Un horario base usando un sistema de control que opere con horas diarias que apaga los receptáculos en momentos específicos programados. Un programa horario independiente debe de proporcionarse para las áreas de no más de 25,000ft<sup>2</sup>, pero no más de un nivel.
- Un sensor ocupacional que deberá apagar los receptáculos en un lapso de 30 minutos luego de que todos los ocupantes hayan dejado el lugar.
- Una señal desde otro control o sistema de alarma que indique que el área se encuentra desocupada.

#### **6.1.5 Iluminación<sup>53</sup>**

##### **6.1.5.1 Control de Iluminación**

Todos los controles del edificio deben cumplir con las secciones de 9.4.1.1 a 9.4.1.7 del ASHRAE 90.1 2010. Cualquier control automático requerido en las secciones

---

<sup>52</sup> ASHRAE, IES, ANSI. 2010. Pp. 71-72.

<sup>53</sup> *Ibidem*. Pp. 76-79.



9.4.1.1, .2 y .6 del estándar deberán de encender la luz a no más del 50% del poder a excepción de los espacios como corredores, escaleras, baños, lobbies y áreas donde esta condición ponga en peligro la seguridad de los ocupantes del edificio.

### **Cierre Automático de Iluminación**

La iluminación interior en los edificios debe ser controlada por un aparato automático que apague la luz de los espacios, este debe funcionar con:

- ✓ Un horario establecido que opere las luminarias y las apague a una hora específica
- ✓ Sensores de ocupación que apaguen las luces luego de no tener actividad por 30 minutos
- ✓ Una señal de otro control o sistema de alarma que indique que el área está desocupada.

Estas características no aplicarán si se necesita iluminación por las 24 horas, espacios donde se atienden a personas con problemas de salud, o espacios donde un sistema automático de cierre ponga en peligro la seguridad de sus ocupantes.

### **Control de espacios**

Cada espacio cerrado deberá tener al menos un control independiente a la iluminación general entre los espacios. Cada aparato manual debe ser accesible y localizado para que los ocupantes puedan verlo fácilmente.

- ✓ Todos estos deberán de tener al menos un paso de control entre el 30% y el 70% de la potencia de iluminación completa. No aplica para luces en corredores, cuartos mecánicos, lobbies, servicios sanitarios, escaleras y bodegas. Así como espacios con sólo una luminaria con menos de 100w y espacios que tengan permitido tener menos de 0.6 W/ft<sup>2</sup> según lo establecido en el estándar.

Esta última condición no aplica para ningún espacio del edificio "O".

- ✓ Un sensor de ocupación o timer debe instalarse para que se apague la iluminación de forma automática luego de 30 minutos desde la última ocupación en espacios como salones de clases, áreas de conferencias y reuniones, espacios de comedor para empleados, bodegas que estén en un rango entre 50,000 ft<sup>2</sup> y 1000 ft<sup>2</sup>, áreas

utilizadas para impresión y fotocopias, servicios sanitarios y vestidores.

Espacios con controles multi-sense, tiendas y clases de laboratorios, áreas que requieran iluminación por 24 horas o ambientes en los que se ponga en peligro el bienestar de los ocupantes si existen controles de iluminación, no deberán de aplicar estas especificaciones.

- ✓ Para los espacios que no se incluyan en las excepciones de lo descrito anteriormente, cada control debe ser activado de forma manual por un ocupante o automático con sensor. Cada uno deberá de manejar un máximo de 2,590 ft de área por espacio o 10,000 ft<sup>2</sup> máximo para áreas mayores a esta.

Estas características se cumplen en el edificio “O” por medio de controles manuales de iluminación. Los horarios son los establecidos por los ocupantes. Los corredores, lobby y áreas comunes se mantienen con las luminarias constantemente encendidas. Es por esto que en la propuesta se mantendrán estas características.

### **Controles Adicionales**

Cuando existan controles adicionales se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Iluminación decorativa para rótulos, cuadros o estanterías deberá de tener un control de iluminación separado.
- ✓ La iluminación de tareas que esté instalada de forma permanente deberá de tener un control de iluminación integrado en cada una o todas por medio de un dispositivo en la pared visible para los ocupantes.
- ✓ La iluminación en las escaleras deberá de tener uno o más controles de iluminación separados.

Todas estas condiciones se aplican a los sistemas existentes del edificio “O” y por tanto en la propuesta de diseño se mantendrán los sistemas actuales. En el caso de la iluminación de tareas existentes en las oficinas del IDGT, cada luminaria cuenta con su propio control.

### **6.1.5.2 Señales de Salida**

Todas las luminarias internas con señales de salida no deben exceder los 5w por fachada.

Las pocas señales de salida existentes cumplen con estos requerimientos

### **6.1.5.3 Test de funcionamiento**

Todos los controles y sistemas de iluminación deben de ser probados para asegurar que estos se encuentren calibrados, ajustados, programados y funcionen adecuadamente según los documentos e instrucciones de instalación provistos por el fabricante.

En el momento de su instalación en el edificio, esto deberá ser aplicado para asegurar el desempeño energético deseado.

### **6.1.6 Otros Equipos<sup>54</sup>**

Estos equipos no fueron posibles de verificar durante el trabajo de campo realizado en este proyecto, debido a los requerimientos necesarios para su acceso y equipo necesario para validar esta información. Aun así, se

presentan aquí las características generales con las que habría que cumplir puesto que generando una propuesta había que seleccionar lo indicado por esta sección.

#### **6.1.6.1 Motores Eléctricos**

Los motores eléctricos manufacturados por aparte o como un componente de otra pieza del equipo, antes o después del 19 de diciembre de 2010 debe cumplir con los requerimientos de “*The Energy Independence and Security Act of 2007*” presentados en las tablas 10.8B y 10.8C. Los motores que no se incluyan en esta sección no tienen requerimientos que aplicarse.

#### **6.1.6.2 Sistema de presión de agua**

Deberán ser diseñados con uno o más sensores de presión que deberán ser usados para variar la velocidad de la bomba y/o iniciarla y detenerla.

---

<sup>54</sup> *Ibidem*. Pp. 83.

## 6.2. GENERACIÓN DE PROPUESTA

La propuesta de desempeño energético se basa en las características previamente descritas en los requerimientos obligatorios y las existentes del edificio que con ciertas modificaciones para generar un porcentaje significativo de mejora en la eficiencia energética.

Algunos parámetros evaluados serán exactamente iguales a los presentados en la línea base, especialmente todos los relacionados con la distribución y tipo de espacio, por tanto, estos quedarán omitidos en esta sección. Además, en el caso de la iluminación se plantean dos propuestas a comparar según sea la inversión inicial deseada por la universidad y la eficiencia que se desea alcanzar en estos equipos.

### 6.2.1 Diseño del Modelo<sup>55</sup>

Para la simulación de la propuesta, se utilizaron todos los datos del edificio actual en cuanto al cálculo de fenestración, tipos y áreas del envolvente, potencia y controles de iluminación. Se generaron cambios significativos en las luminarias, tipos, dimensiones y

---

<sup>55</sup> Igual a la Línea Base, ver Pp. 68.

controles de sistemas de HVAC, así como en el cálculo de otras áreas como equipos de cómputo.

Componentes de carga de uso final y asociados como ductos de ventilación, iluminación en fachada, refrigeración y cocina, así como la simulación de todos los espacios existentes del edificio fueron modelados con las características actuales. Toda esta información se cargó legítimamente en el programa de eQuest.

### 6.2.2 Clasificación del uso de espacio<sup>56</sup>

La identificación del uso de espacio se genera a partir de la clasificación de iluminación indicada en la sección 9.6.1 del estándar, aplicando para este caso el método de cálculo “espacio por espacio” para la potencia de iluminación permitida en espacios interiores (Space-by-Space Method of Calculating Interior Lighting Power Allowance).

Debido a que la propuesta de diseño se enfoca en cambios factibles y relevantes en el uso actual del edificio, los espacios interiores se mantendrán tal como se presentaron en la línea base.

<sup>56</sup> Igual a la Línea Base, ver Pp. 69, 72 a 74.

### 6.2.3 Horarios de uso<sup>57</sup>

Los horarios de uso, al igual que las secciones anteriores, fueron simulados de la misma forma que la línea base correspondiente a los horarios actuales.

### 6.2.4 Envolvente<sup>58</sup>

Todos los componentes de la envolvente fueron modelados según lo indicado en la sección **(5.2.1 Diseño del modelo)**, que representan las características actuales del edificio. Estos son los mismos generados para la línea base puesto que las características no se modificarán en la propuesta de diseño. Se necesitaría implementar sistemas de aislamiento en todo el edificio, lo que representa remodelaciones mayores a la contemplada en este proyecto. Un cambio de pequeña escala podría ser la modificación de todas las ventanas en el edificio para que cuenten algún tipo de aislamiento, con más de una capa. Sin embargo, como anteriormente fue mencionado, esto

representaría una inversión económica mayor y no sería tan relevante para el consumo energético del edificio.

Para la realización del modelado energético no es necesario generar detalles específicos sobre acabados y formas particulares de la arquitectura puesto que el programa busca simplificar formas, basarse en los espacios, sus componentes y cargas energéticas.

### 6.2.5 Iluminación

Las características generales de esta sección fueron implementadas previamente en la sección **5.2.2 Clasificación del uso del espacio<sup>59</sup>** en este documento. Así mismo, el cumplimiento de los requerimientos encontrados en el apéndice G del ASHRAE 90.1 2010 fueron aplicados de la misma forma que la línea base.<sup>60</sup>

Se sustituyeron algunas luminarias para alcanzar los requerimientos permitidos de la potencia de iluminación en cada uno de los espacios que no cumplían con el

---

<sup>57</sup> Igual a la Línea Base, ver Pp. 70.

<sup>58</sup> Modelado igual a la Línea Base, ver Pp. 75.

<sup>59</sup> Revisar Pp. 69 y planos EO-BL-01-N1, N2 y N3.

<sup>60</sup> Revisar Pp. 78.

estándar. En esta sección se presentarán dos opciones de cambios puesto que el ideal en cuanto a eficiencia energética serán las luminarias tipo LED, sin embargo, la modificación con menor costo sería sustituir las actuales por fluorescentes más eficientes. Aunque estas últimas funcionarían de forma adecuada, la vida útil de estos productos y los materiales utilizados no son los más recomendados. Pero por decisiones de factibilidad, se presentarán ambas condiciones.<sup>61</sup>

Los tipos de luminarias seleccionadas para la propuesta de diseño se mantuvieron en las medidas de 48" y 24" de

largo para mantener las instalaciones en el cielo falso actuales. Por lo que de las fluorescentes y las luminarias LED fueron elegidas dos tipos en cada una, intentando mejorar o mantener la cantidad de lúmenes y horas vida actuales.<sup>62</sup> Las bodegas que no podían mantenerse con tubos T8 debido a que no cumplían con el estándar, fueron sustituidos por focos fluorescentes como los instalados en el tercer nivel.

Tabla 8: Luminarias modificadas en el Edificio "O". Fuente: Propia, 2017.

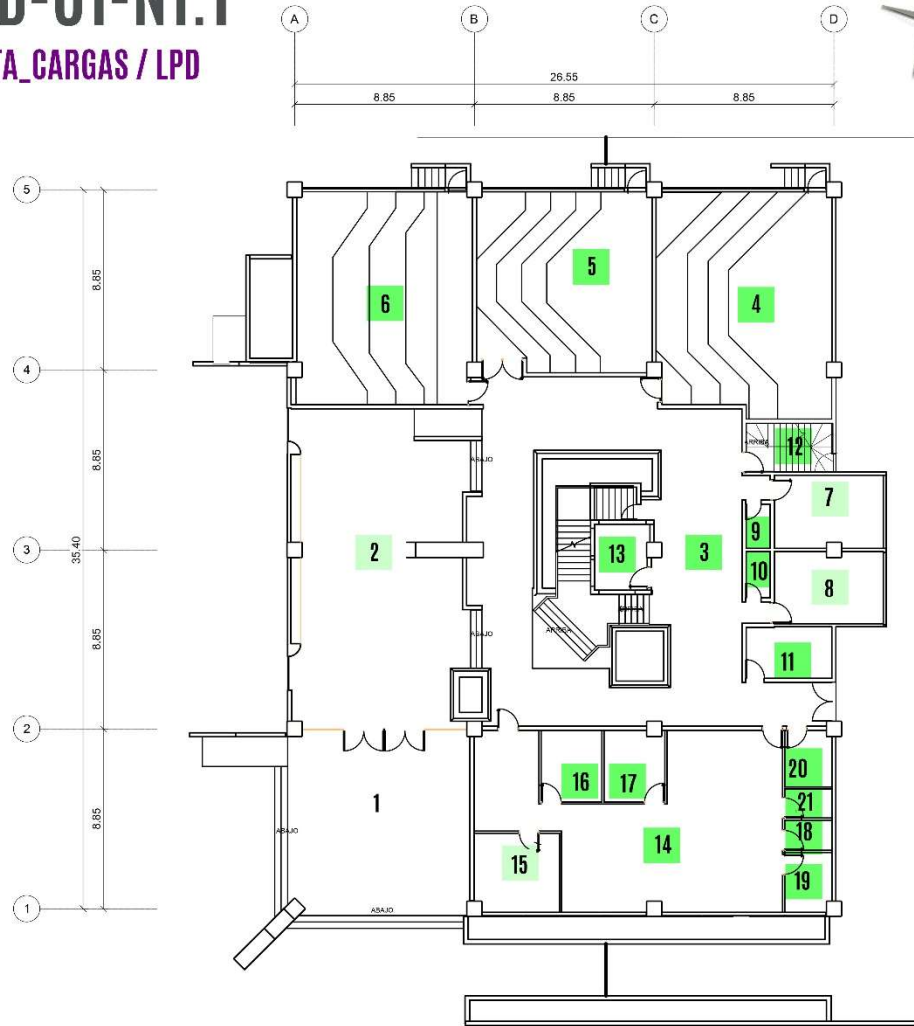
No.	Código de Marca	Categoría	Forma	Watts	Marca	Lúmenes	Precio
<b>ILUMINACIÓN LED</b>							
1	LX-T8-6-10	LED	T8	Tubo 24"	10	LuxLite	1,000 Q. 36.19
2	LX-T8-12-18	LED	T8	Tubo 48"	18	LuxLite	1,800 Q 136.23
<b>ILUMINACIÓN FLUORESCENTE</b>							
1	F32T8 28W ADV850 EW ALTO	Fluorescente	T8	Tubo 48"	28	Philips	2,675 Q 32.00
2	F15T8/CW/ALTO	Fluorescente	T8	Tubo 24"	15	Philips	870 Q 19.99

<sup>61</sup> Para más detalles revisar el Anexo 11.1 Tablas Edificio "O".

<sup>62</sup> Para más detalles e información, revisar el Anexo 11.2 Fichas Técnicas.

# EO-PD-01-N1.1

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD

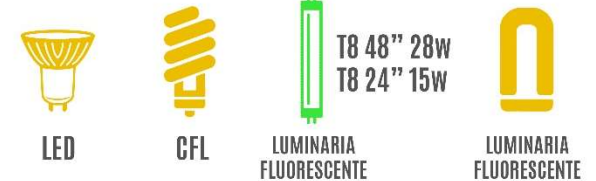


### CARGAS DE ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/FT <sup>2</sup> )	LPD ASHRAE (W/FT <sup>2</sup> )
1	Vestíbulo Exterior	0.3727	
2	Vestíbulo Interior	0.9305	1.23
3	Circulación Interna	0.66	0.66
4	Salón 0-107	1.218	1.24
5	Salón 0-108	1.24	1.24
6	Salón 0-109	0.771	1.24
7	Servicios Sanitarios Damas	0.704	0.98
8	Servicios Sanitarios Caballeros	0.704	0.98
9	Bodega de Servicio 1	0.5	0.63
10	Bodega de Servicio 2	0.5	0.63
11	Bodega de Servicio 3	0.61	0.63
12	Módulo de Gradas	0.45	0.69
13	Bodega de Servicio 4	0.49	0.63
14	IDGT Oficinas Generales	0.655	0.98
15	IDGT Oficina Privada 1	0.713	1.11
16	IDGT Oficina Privada 2	0.68	1.11
17	IDGT Sala de Reuniones 1	1.143	1.23
18	IDGT Bodega Cocina	0.612	0.99
19	IDGT Sala de Reuniones 2	0.94	1.23
20	Bodega de Servicio 5	0.44	0.63
21	Tableros Eléctricos	0.85	0.95

■ Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales  
■ Luminarias CFL modificadas por otras más eficientes que cumplen con el ASHRAE 90.1

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL

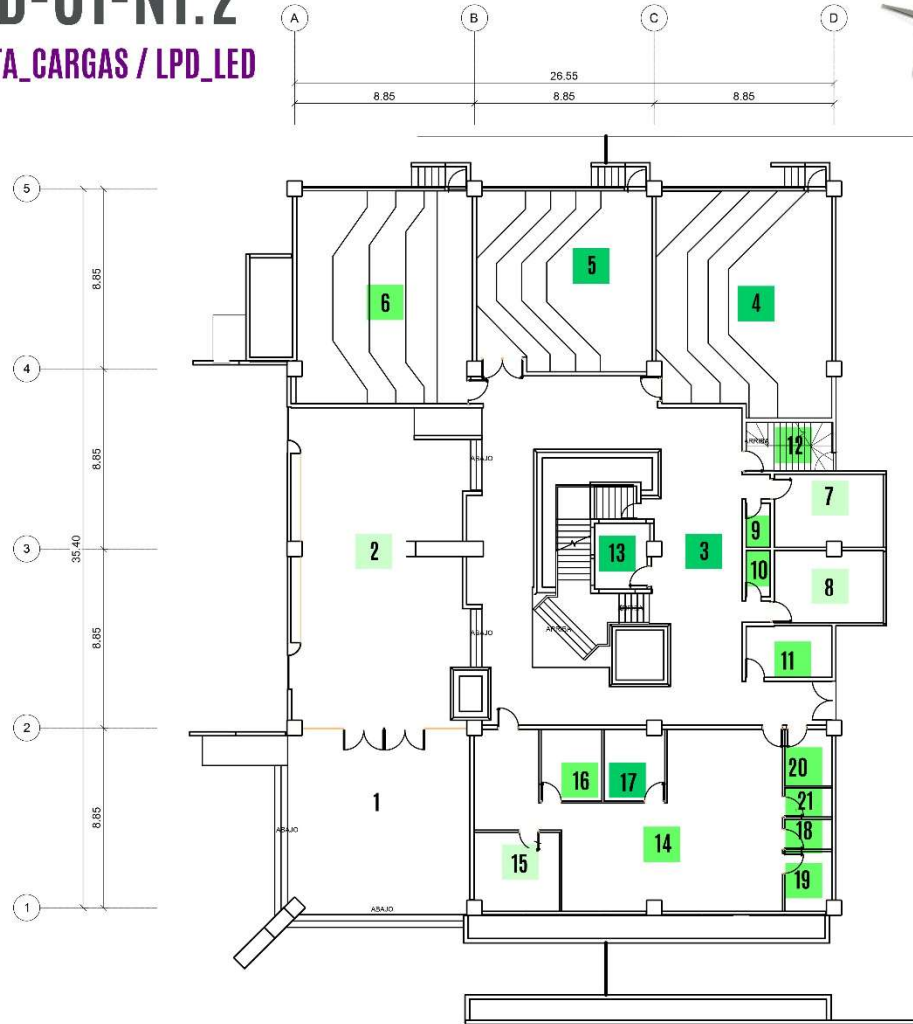


MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-PD-01-N1.2

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD\_LED

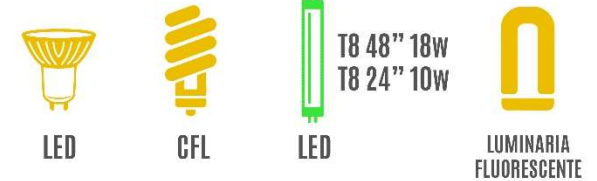


### CARGAS DE ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)
1	Vestíbulo Exterior	0.3727	
2	Vestíbulo Interior	0.9305	1.23
3	Circulación Interna	0.344	0.66
4	Salón 0-107	0.834	1.24
5	Salón 0-108	0.85	1.24
6	Salón 0-109	0.894	1.24
7	Servicios Sanitarios Damas	0.704	0.98
8	Servicios Sanitarios Caballeros	0.704	0.98
9	Bodega de Servicio 1	0.5	0.63
10	Bodega de Servicio 2	0.5	0.63
11	Bodega de Servicio 3	0.442	0.63
12	Módulo de Gradass	0.63	0.69
13	Bodega de Servicio 4	0.38	0.63
14	IDGT Oficinas Generales	0.76	0.98
15	IDGT Oficina Privada 1	0.713	1.11
16	IDGT Oficina Privada 2	0.79	1.11
17	IDGT Sala de Reuniones 1	0.78	1.23
18	IDGT Bodega Cocina	0.86	0.99
19	IDGT Sala de Reuniones 2	1.085	1.23
20	Bodega de Servicio 5	0.51	0.63
21	Tableros Eléctricos	0.85	0.95

- Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales
- Cumple ASHRAE 90.1 Luminarias significativamente más eficientes que CFL
- Luminarias LED modificadas por otras más eficientes que cumplen con el ASHRAE 90.1

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL



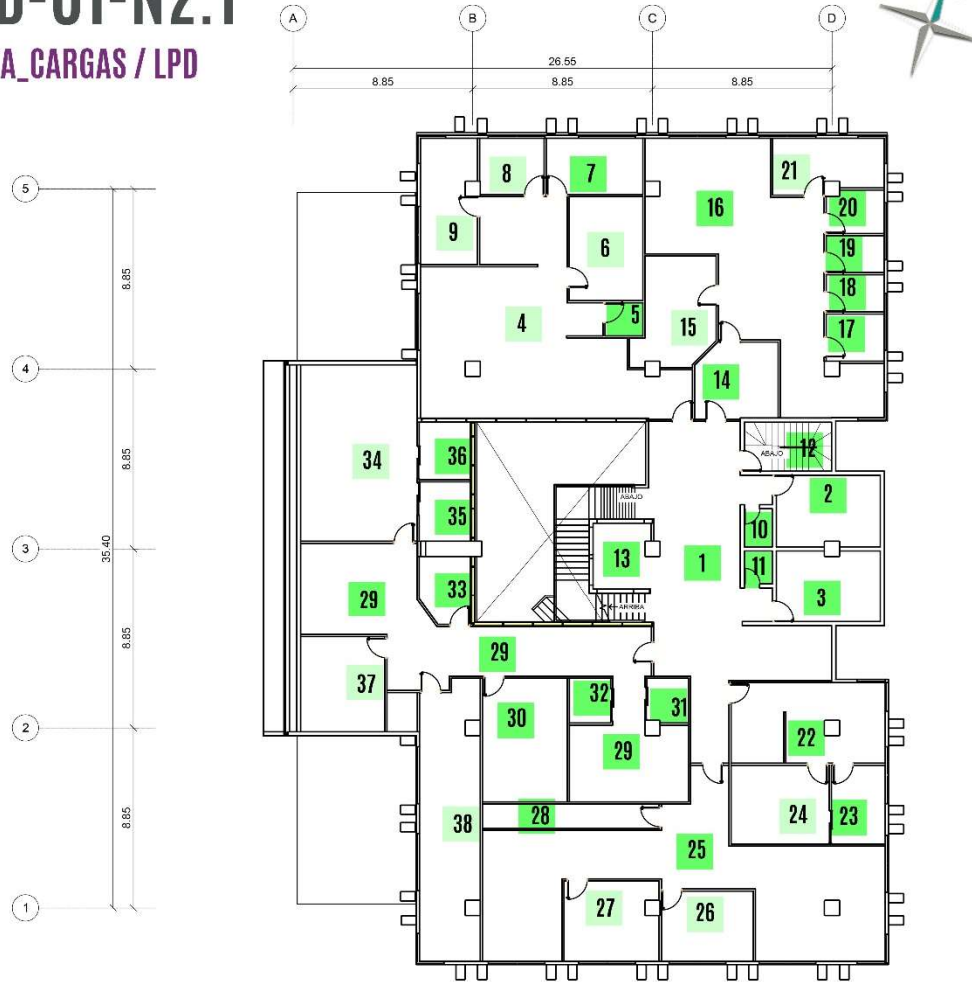
MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-PD-01-N2.1

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD



### CARGAS DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (w/f12)	LPD ASHRAE (w/f12)	No.	NOMBRE	LPD (w/f12)	LPD ASHRAE (w/f12)
1	Circulación Interna	0.543	0.66	22	BRUJULA Oficinas Generales	0.832	0.98
2	Servicio Sanitario Damas	0.668	0.98	23	BRUJULA Oficina Privada 1	0.81	1.11
3	Servicio Sanitario Caballeros	0.668	0.98	24	BRUJULA Sala de Reuniones	1.174	1.23
4	INDIS Oficinas Generales	0.758	0.98	25	IIJ Oficinas Generales	0.83	0.98
5	INDIS Bodega	0.697	0.63	26	IIJ Oficina Privada 1	0.8355	1.11
6	INDIS Sala de Reuniones	0.67	1.23	27	IIJ Sala de Reuniones	0.79	1.23
7	INDIS Oficina 1	0.643	1.11	28	IIJ Bodega de Servicio	0.63	0.63
8	INDIS Oficina 2	0.76	1.11	29	IJE Oficinas Generales	0.85	0.98
9	INDIS Oficina 3	0.81	1.11	30	IJE Sala de Reuniones	0.99	1.23
10	Bodega de Servicio 1	0.54	0.63	31	IJE Oficina Privada 1	0.94	1.11
11	Bodega de Servicio 2	0.54	0.63	32	IJE Oficina Privada 2	0.931	1.11
12	Módulo de Gradas	0.41	0.69	33	IJE Oficina Privada 3	0.83	1.11
13	Bodega de Servicio 3	0.45	0.63	34	IJE Oficina Privada 4	1.07	1.11
14	IIJ Recepción	0.89	0.98	35	IJE Oficina Privada 5	0.94	1.11
15	IIJ Sala de Reuniones	0.75	1.23	36	IJE Oficina Privada 6	0.973	1.11
16	IIJ Oficinas Generales	0.96	0.98	37	IJE Oficina Privada 7	0.681	1.11
17	IIJ Oficina Privada 1	1.001	1.11	38	IJE Oficina Privada 8	0.904	1.11
18	IIJ Oficina Privada 2	0.8	1.11				
19	IIJ Oficina Privada 3	0.8	1.11				
20	IIJ Oficina Privada 4	0.711	1.11				
21	IIJ Oficina Privada 5	1.03	1.11				

- Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales
- Luminarias CFL modificadas por otras más eficientes que cumplen con el ASHRAE 90.1

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL

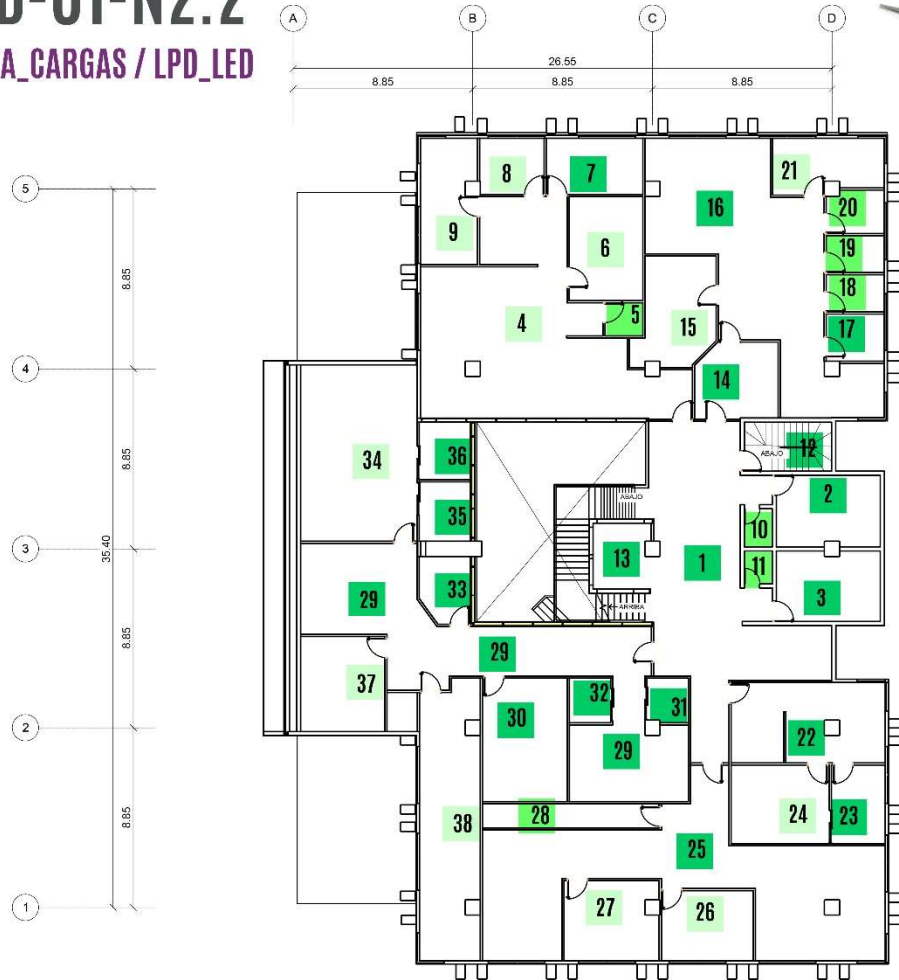


MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-PD-01-N2.2

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD\_LED

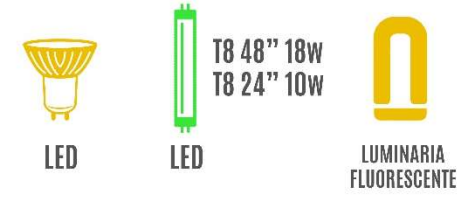


### CARGAS DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)	No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)
1	Circulación Interna	0.4	0.66	22	BRUJULA Oficinas Generales	0.65	0.98
2	Servicio Sanitario Damas	0.49	0.98	23	BRUJULA Oficina Privada 1	0.63	1.11
3	Servicio Sanitario Caballeros	0.49	0.98	24	BRUJULA Sala de Reuniones	1.174	1.23
4	INDIS Oficinas Generales	0.758	0.98	25	ILI Oficinas Generales	0.735	0.98
5	INDIS Bodega	0.687	0.63	26	ILI Oficina Privada 1	0.9355	1.11
6	INDIS Sala de Reuniones	0.67	1.23	27	ILI Sala de Reuniones	0.79	1.23
7	INDIS Oficina 1	0.52	1.11	28	ILI Bodega de Servicio	0.62	0.63
8	INDIS Oficina 2	0.76	1.11	29	ISE Oficinas Generales	0.634	0.98
9	INDIS Oficina 3	0.81	1.11	30	ISE Sala de Reuniones	0.77	1.23
10	Bodega de Servicio 1	0.54	0.63	31	ISE Oficina Privada 1	0.734	1.11
11	Bodega de Servicio 2	0.54	0.63	32	ISE Oficina Privada 2	0.724	1.11
12	Módulo de Gradass	0.314	0.69	33	ISE Oficina Privada 3	0.64	1.11
13	Bodega de Servicio 3	0.35	0.63	34	ISE Oficina Privada 4	1.07	1.11
14	IIJ Recepción	0.88	0.98	35	ISE Oficina Privada 5	0.69	1.11
15	IIJ Sala de Reuniones	0.75	1.23	36	ISE Oficina Privada 6	0.714	1.11
16	IIJ Oficinas Generales	0.723	0.98	37	ISE Oficina Privada 7	0.681	1.11
17	IIJ Oficina Privada 1	0.78	1.11	38	ISE Oficina Privada 8	0.904	1.11
18	IIJ Oficina Privada 2	0.91	1.11				
19	IIJ Oficina Privada 3	0.91	1.11				
20	IIJ Oficina Privada 4	0.8	1.11				
21	IIJ Oficina Privada 5	1.03	1.11				

- Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales
- Cumple ASHRAE 90.1 Luminarias significativamente más eficientes que CFL
- Luminarias CFL modificadas por otras más eficientes que cumplen con el ASHRAE 90.1

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL

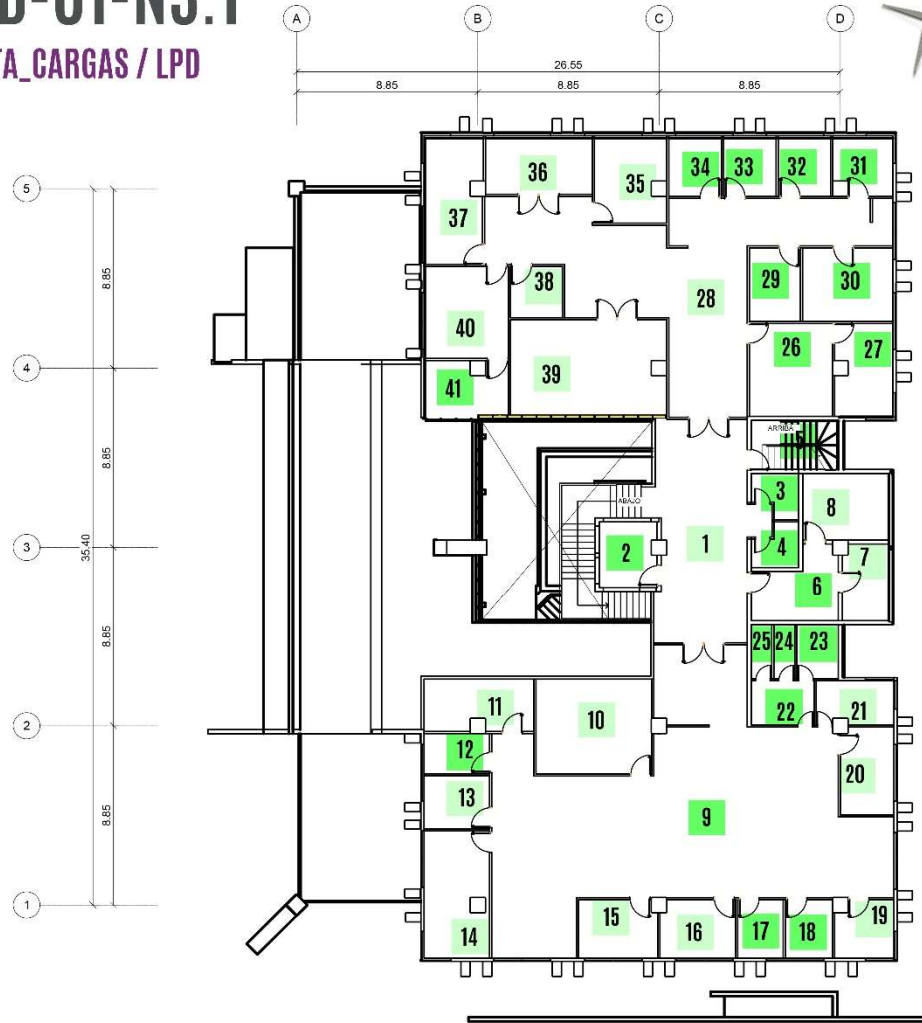


MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-PD-01-N3.1

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD

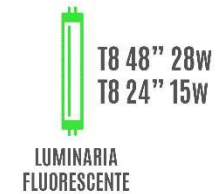


### CARGAS DE ILUMINACIÓN TERCER NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)	No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)
1	Circulación Interna	0.53	0.66	22	IDIES Sala de Reuniones 2	1.104	1.23
2	Bodega de Servicio 1	0.46	0.63	23	IDIES Tableros Eléctricos	0.776	0.95
3	Servicio Sanitario Caballeros	0.541	0.98	24	IDIES Bodega 1	0.514	0.63
4	Servicio Sanitario Damas	0.541	0.98	25	IDIES Bodega 2	0.522	0.63
5	Módulo de Gradas	0.404	0.69	26	UNOP Oficinas Generales	0.9	0.98
6	DIP Oficinas Generales	0.66	0.98	27	UNOP Oficina Privada 1	1.005	1.11
7	DIP Oficina Privada 1	0.8564	1.11	28	Admon. VRIP Área General	0.6574	0.98
8	DIP Sala de Reuniones	1.1621	1.23	29	Admon. VRIP Cocineta	0.82	0.99
9	IDIES Oficinas Generales	0.844	0.98	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1	1.05	1.11
10	IDIES Sala de Reuniones 1	0.5537	1.23	31	DIFADI Oficina Privada 1	0.952	1.11
11	IDIES Oficina Privada 1	1.0642	1.11	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2	0.972	1.11
12	IDIES Oficina Privada 2	1.03	1.11	33	DIFADI Oficina Privada 2	1.09	1.11
13	IDIES Oficina Privada 3	1.05	1.11	34	UAS Oficina Privada 1	0.6	1.11
14	IDIES Oficina Privada 4	0.44	1.11	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3	0.915	1.11
15	IDIES Oficina Privada 5	0.8002	1.11	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4	0.9247	1.11
16	IDIES Oficina Privada 6	0.843	1.11	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5	0.7869	1.23
17	IDIES Oficina Privada 7	1.02	1.11	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6	0.7258	1.11
18	IDIES Oficina Privada 8	0.984	1.11	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1	0.5184	1.23
19	IDIES Oficina Privada 9	1.1074	1.11	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7	0.7854	1.11
20	IDIES Oficina Privada 10	0.7824	1.11	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2	1.19	1.23
21	IDIES Oficina Privada 11	1.091	1.11				

■ Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales
 ■ Luminarias CFL modificadas por otras más eficientes que cumplen

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL

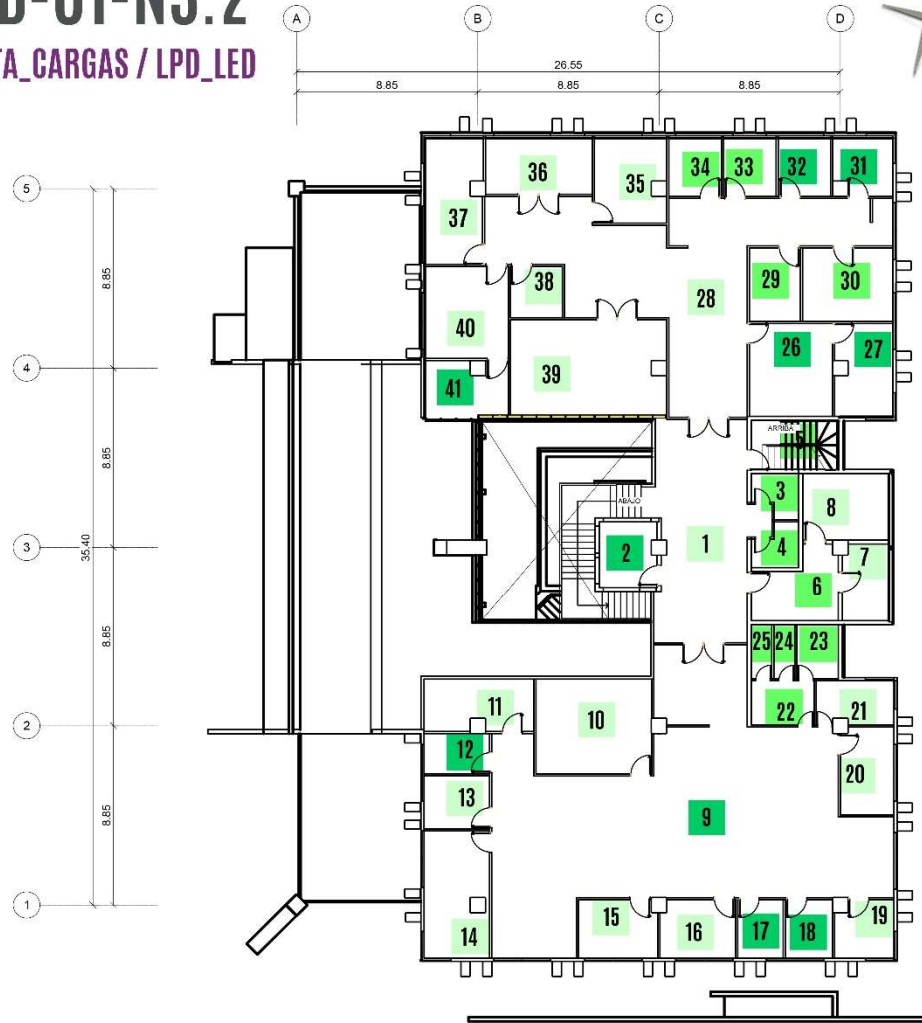


MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

# EO-PD-01-N3.2

## PROPUESTA\_CARGAS / LPD\_LED



### CARGAS DE ILUMINACIÓN TERCER NIVEL - EDIFICIO "O"

No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)	No.	NOMBRE	LPD (W/F12)	LPD ASHRAE (W/F12)
1	Circulación Interna	0.53	0.66	22	IDIES Sala de Reuniones 2	1.104	1.23
2	Bodega de Servicio 1	0.35	0.63	23	IDIES Tableros Eléctricos	0.6	0.95
3	Servicio Sanitario Caballeros	0.76	0.98	24	IDIES Bodega 1	0.514	0.63
4	Servicio Sanitario Damas	0.76	0.98	25	IDIES Bodega 2	0.522	0.63
5	Módulo de Gradas	0.314	0.69	26	UNOP Oficinas Generales	0.8	0.98
6	DIP Oficinas Generales	0.92	0.98	27	UNOP Oficina Privada 1	0.72	1.11
7	DIP Oficina Privada 1	0.9564	1.11	28	Admon. VRIP Área General	0.6574	0.98
8	DIP Sala de Reuniones	1.1621	1.23	29	Admon. VRIP Cocineta	0.88	0.99
9	IDIES Oficinas Generales	0.78	0.98	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1	1.05	1.11
10	IDIES Sala de Reuniones 1	0.5537	1.23	31	DIFADI Oficina Privada 1	0.74	1.11
11	IDIES Oficina Privada 1	1.0642	1.11	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2	0.85	1.11
12	IDIES Oficina Privada 2	0.743	1.11	33	DIFADI Oficina Privada 2	1.06	1.11
13	IDIES Oficina Privada 3	1.05	1.11	34	UAS Oficina Privada 1	0.6	1.11
14	IDIES Oficina Privada 4	0.44	1.11	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3	0.915	1.11
15	IDIES Oficina Privada 5	0.8002	1.11	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4	0.9247	1.11
16	IDIES Oficina Privada 6	0.843	1.11	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5	0.7869	1.23
17	IDIES Oficina Privada 7	0.74	1.11	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6	0.7258	1.11
18	IDIES Oficina Privada 8	0.707	1.11	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1	0.5104	1.23
19	IDIES Oficina Privada 9	1.1074	1.11	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7	0.7954	1.11
20	IDIES Oficina Privada 10	0.7824	1.11	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2	0.85	1.23
21	IDIES Oficina Privada 11	1.091	1.11				

- Cumple ASHRAE 90.1 Lighting Power Allowance conservando actuales
- Luminarias CFL modificadas por otras más eficientes que cumplen
- Cumple ASHRAE 90.1 Luminarias significativamente más eficientes que CFL

### TIPOS DE LUMINARIAS EN ESTE NIVEL



T8 48" 18w  
T8 24" 10w



MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

### **6.2.6 Bloques térmicos, zonas con HVAC<sup>63</sup>**

Según el Apéndice G cada zona HVAC debe ser modelada de forma separada como un bloque térmico cuando se ha definido que dicho espacio llevará un sistema de HVAC.

Diferentes zonas se pueden combinar para crear un solo bloque térmico o bloques idénticos a los que se aplican los multiplicadores cuando: la clasificación del uso de espacio es la misma para toda el área, todas las zonas HVAC son adyacentes a las paredes exteriores acristaladas que se enfrentan a la misma orientación o esta varía por menos de 45°, y cuando todas las zonas son servidas por el mismo sistema de HVAC.

En el caso de la propuesta se mantuvieron los espacios tal como se presentaron en la línea base puesto que no hubo modificaciones en las distribuciones interiores.

### **6.2.7 Bloques térmicos, zonas sin HVAC<sup>64</sup>**

Para las zonas donde no se encuentra un sistema de HVAC, los bloques térmicos son definidos basados en

densidades similares de cargas internas, ocupación, iluminación, horarios de temperatura. Estas condiciones fueron establecidas en la designación de zonas térmicas en el simulador eQuest para todos los espacios sin un sistema de HVAC. Todas estas zonas fueron establecidas tal cual se presentaron en la línea base, sin ninguna modificación.

### **6.2.8 Sistemas de HVAC**

Los sistemas de HVAC deben especificarse según su tipo, rendimiento, capacidades y eficiencia del equipo. Estos fueron establecidos según lo presentado en la sección 6.1.2 de los requisitos obligatorios del apéndice G<sup>65</sup>. Las áreas que cuentan con estos equipos, sus horarios de uso y el tipo de sistema se mantuvieron en la propuesta de desempeño para tener una comparación equivalente a los usos y distribuciones de espacios actuales del edificio.

Se identificaron únicamente nuevos equipos que cumplieran con los requerimientos mínimos de eficiencia

---

<sup>63</sup> Modelado igual a la línea base ver Pp. 84 a 89.

<sup>64</sup> Ídem.

<sup>65</sup> Ver Pp. 115 y 116.

según el ASHRAE 90.1. Además, se buscó que estos tuvieran un refrigerante no contaminante y más eficiente, que, a pesar de no solicitarse en este estándar, sí se plantea en la certificación LEED y puede aportar al proceso de certificación.

En el caso de los equipos denominados “*Single Packaged*” asignados para las oficinas del ISE y el AC Portátil ubicado en la oficina del vice-rector, se mantuvieron los actuales puesto que ya cumplen con los requerimientos mínimos de eficiencia solicitados en el estándar.

#### **Unidades de Ventana (Room AC with louvered sides):**

Este sistema, para el área de oficinas, no es tan eficiente como otros que podrían suplir la demanda de una mejor forma. Sin embargo, los 3 ambientes que utilizan este tipo de equipo no lo utilizan de forma continua, por lo que se buscó un equipo similar, pero con el mínimo de 9.7 SEER.



*Ilustración 31: Unidad de ventana propuesta, Sensation de Carrier. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.*

#### **Sistemas de Aire Acondicionado Divididos (Air Conditioner Split System):**

Todos los equipos de aire acondicionado Split, que poseen un equipo interno y uno externo, fueron sustituidos por otros más eficientes.

Se identificaron dos equipos debido a que el sistema en la sala de reuniones de las oficinas administrativas VRIP (tercer nivel) cuenta con un equipo más grande instalado a nivel del suelo. El equipo mini Split instalado en la sala

de reuniones del INDIS, fue buscado con dimensiones y capacidades similares al existente.



*Ilustración 32: Sistema mini split propuesto para sala de reuniones INDIS. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.*



*Ilustración 33: Sistema de AC Floor-Ceiling propuesto para sala de reuniones oficinas VRIP. Fuente: Caelsa Guatemala, 2017.*

Tal como se presentó en la sección 6.1.2 con respecto a los requerimientos obligatorios de los equipos de HVAC que deberían de cumplir según el estándar<sup>66</sup>, se presenta aquí una tabla con los equipos utilizados para la simulación con sus cargas y algunas características que fueron de utilidad para identificarlos.

Se puede observar que los refrigerantes utilizados para todos los equipos ahora son R410A que es más eficiente y menos contaminante al R-22 que poseían los equipos anteriores.

---

<sup>66</sup> Ver Pp. 115.

Tabla 9: Descripción de sistemas HVAC implementados en la propuesta. Fuente: Propia, 2017.<sup>67</sup>

<b>Clasificación ASHRAE 90.1</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Refrigerante</b>	<b>EER/SEER/IEER</b>	<b>ASHRAE 90.1 (Mínimo)</b>
Room AC without louvered sides (Portable Room AC)	PS101B	Comfort-Aire	10,000 Btu/h	<b>R-410A</b>	<b>9 EER</b>	8.5 EER
Room Air Conditioner with Louvered sides	51KWF018303G	Carrier	18,000 Btu/h	<b>R-410A/0.75</b>	<b>12.02 SEER</b>	9.7 SEER
Split System - Heat Pump (Split System)	42KHC018DS /38HKC018DSP	Carrier	18,000 Btu/h	<b>R-410A</b>	<b>16 SEER</b>	13 SEER
Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	<b>R-410A</b>	<b>11.20 EER</b>	10.8 EER
Split System - Heat Pump - (Sólo en 3Nivel #39)	42VMC18-H / 38QG18-H	Carrier*	18,500 Btu/h	<b>R-410A</b>	<b>13 SEER</b>	13 SEER

<sup>67</sup> Esta tabla presenta los valores de eficiencia en EER y SEER tanto del ASHRAE como del equipo actual. Estos valores pueden no estar en esta clasificación, y puede presentarse una variación a EER, SEER o COP (w/w). Por lo que se recomienda revisar la sección 10. Glosario, para comprender mejor las conversiones realizadas.

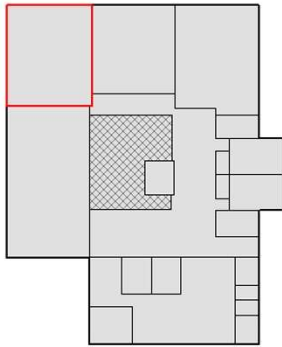


# EO-PD-02-N1

## PROPUESTA\_SISTEMAS HVAC

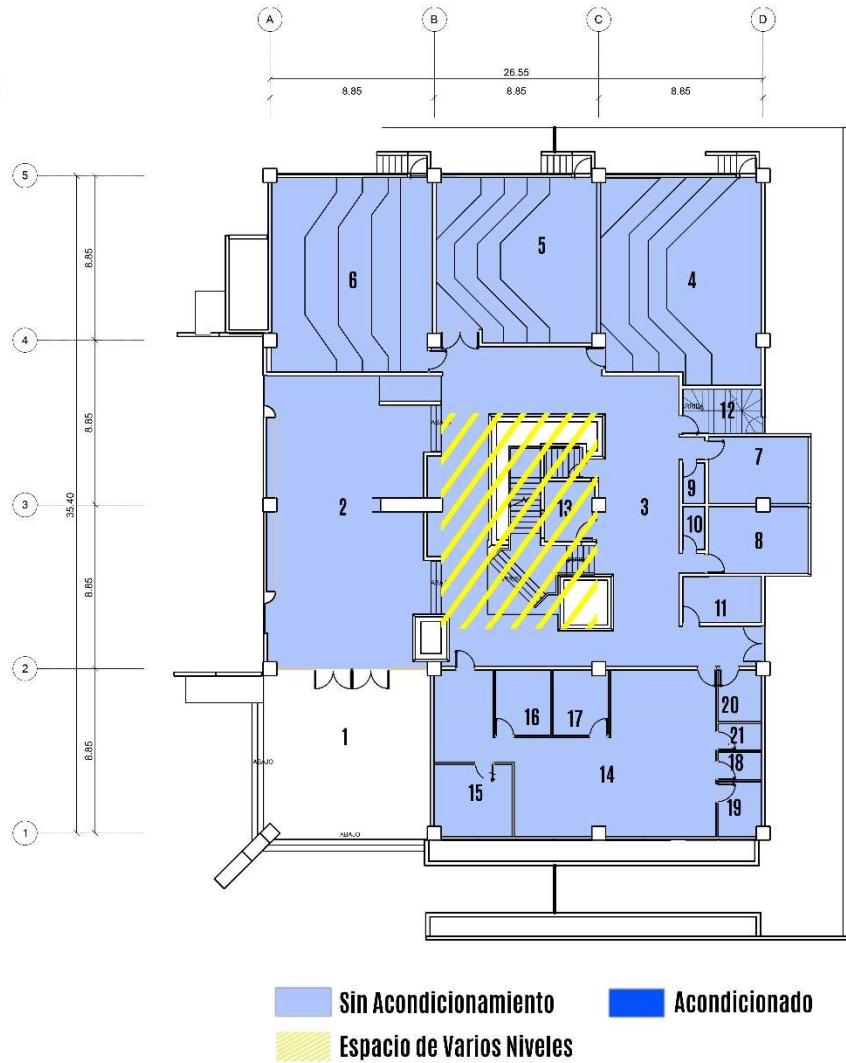


### Visualización en eQuest Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE USO

No Aplica



### PRIMER NIVEL

NO.	NOMBRE
1	Vestíbulo Exterior
2	Vestíbulo Interior
3	Circulación Interna
4	Salón 0-107
5	Salón 0-108
6	Salón 0-109
7	Servicios Sanitarios Damas
8	Servicios Sanitarios Caballeros
9	Bodega de Servicio 1
10	Bodega de Servicio 2
11	Bodega de Servicio 3
12	Módulo de Gradas
13	Bodega de Servicio 4
14	IDGT Oficinas Generales
15	IDGT Oficina Privada 1
16	IDGT Oficina Privada 2
17	IDGT Sala de Reuniones 1
18	IDGT Bodega Cocina
19	IDGT Sala de Reuniones 2
20	Bodega de Servicio 5
21	Tableros Eléctricos

**MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.**

**ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS**

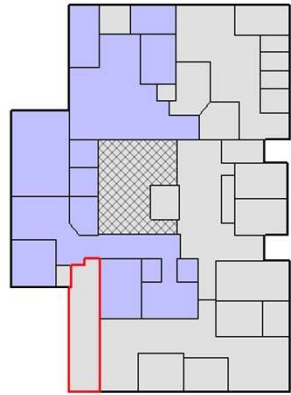


# EO-PD-02-N2

## PROPUESTA\_SISTEMAS HVAC

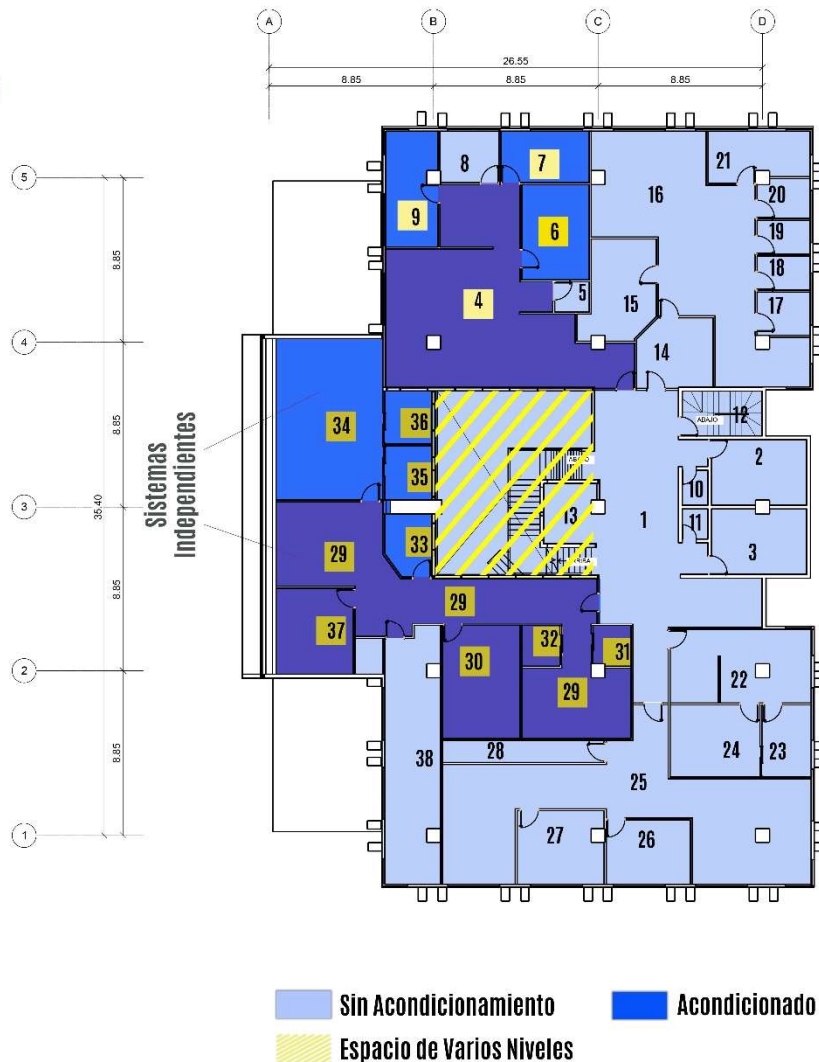


Visualización en eQuest  
Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE USO

- No Aplica
- 1 x Semana de 11:00 a 16:00
- Todos los días 11:00 a 16:00



## SEGUNDO NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	BRUJULA Oficinas Generales
2	Servicio Sanitario Damas	23	BRUJULA Oficina Privada 1
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	BRUJULA Sala de Reuniones
4	INDIS Oficinas Generales	25	ILI Oficinas Generales
5	INDIS Bodega	26	ILI Oficina Privada 1
6	INDIS Sala de Reuniones	27	ILI Sala de Reuniones
7	INDIS Oficina 1	28	ILI Bodega de Servicio
8	INDIS Oficina 2	29	ISE Oficinas Generales
9	INDIS Oficina 3	30	ISE Sala de Reuniones
10	Bodega de Servicio 1	31	ISE Oficina Privada 1
11	Bodega de Servicio 2	32	ISE Oficina Privada 2
12	Módulo de Gradadas	33	ISE Oficina Privada 3
13	Bodega de Servicio 3	34	ISE Oficina Privada 4
14	IIJ Recepción	35	ISE Oficina Privada 5
15	IIJ Sala de Reuniones	36	ISE Oficina Privada 6
16	IIJ Oficinas Generales	37	ISE Oficina Privada 7
17	IIJ Oficina Privada 1	38	ISE Oficina Privada 8
18	IIJ Oficina Privada 2		
19	IIJ Oficina Privada 3		
20	IIJ Oficina Privada 4		
21	IIJ Oficina Privada 5		

### TIPO DE SISTEMA SEGÚN ASHRAE 90.1 2010

- Room Air Conditioner with Louvered (Modificados)
- AC Split System (Mini Split - Modificado)
- Single Packaged

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

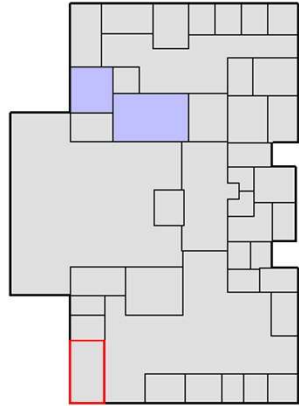


# EO-PD-02-N3

## PROPUESTA\_SISTEMAS HVAC

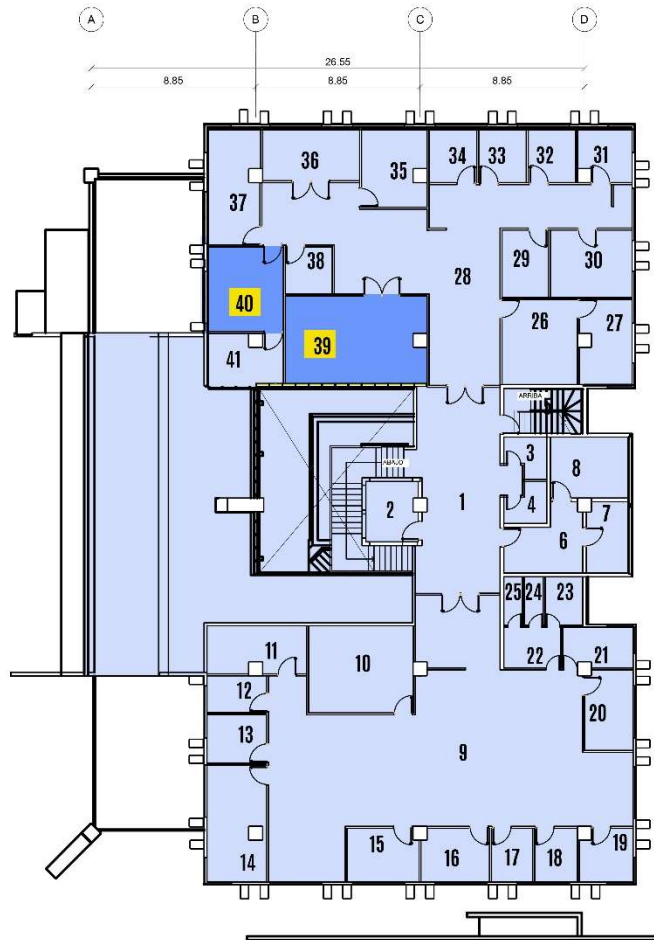
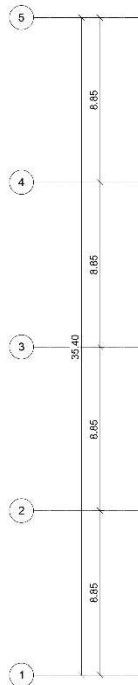


### Visualización en eQuest Delimitación de Espacios



### HORARIOS DE USO

- No Aplica
- 3 x Semana de 11:00 a 16:00



- Sin Acondicionamiento
- Acondicionado
- Espacio de Varios Niveles

### TERCER NIVEL

No.	NOMBRE	No.	NOMBRE
1	Circulación Interna	22	IDIES Sala de Reuniones 2
2	Bodega de Servicio 1	23	IDIES Tableros Eléctricos
3	Servicio Sanitario Caballeros	24	IDIES Bodega 1
4	Servicio Sanitario Damas	25	IDIES Bodega 2
5	Módulo de Gradas	26	UNDP Oficinas Generales
6	DIP Oficinas Generales	27	UNDP Oficina Privada 1
7	DIP Oficina Privada 1	28	Admon. VRIP Área General
8	DIP Sala de Reuniones	29	Admon. VRIP Cocineta
9	IDIES Oficinas Generales	30	Admon. VRIP Oficina Privada 1
10	IDIES Sala de Reuniones 1	31	DIFADI Oficina Privada 1
11	IDIES Oficina Privada 1	32	Admon. VRIP Oficina Privada 2
12	IDIES Oficina Privada 2	33	DIFADI Oficina Privada 2
13	IDIES Oficina Privada 3	34	UAS Oficina Privada 1
14	IDIES Oficina Privada 4	35	Admon. VRIP Oficina Privada 3
15	IDIES Oficina Privada 5	36	Admon. VRIP Oficina Privada 4
16	IDIES Oficina Privada 6	37	Admon. VRIP Oficina Privada 5
17	IDIES Oficina Privada 7	38	Admon. VRIP Oficina Privada 6
18	IDIES Oficina Privada 8	39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1
19	IDIES Oficina Privada 9	40	Admon. VRIP Oficina Privada 7
20	IDIES Oficina Privada 10	41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2
21	IDIES Oficina Privada 11		

#### TIPO DE SISTEMA SEGÚN ASHRAE 90.1 2010

- Room Air Conditioner withOUT Louvered (Portable)
- AC Split System (Floor/Ceiling - Modificado)

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



### 6.2.9 Otras cargas calculadas

Existen otros equipos que representan un porcentaje relevante en el desempeño energético del edificio y que deben modelarse. Entre estos están los equipos de computación y de preparación de comida.

Dichos equipos representaron un consumo elevado en los resultados de simulación presentados en la línea base, correspondientes a los usos actuales en el edificio.

Se plantea un cambio por equipos de cómputo más eficientes, así como la renovación de algunos electrodomésticos para la preparación de los alimentos en el edificio. También, existen oficinas que cuentan con más equipo que ocupantes, así que esta propuesta se diseñó supliendo la demanda exacta de los ocupantes en el edificio "O".

Estas cargas agregadas a los espacios correspondientes en el modelado energético se presentan en watts (vatios) por pie cuadrado (w/ft2) pues es la medida a ingresar en el programa simulador.

Tabla 10: Otras cargas propuesta Primer Nivel. Fuente: Propia, 2017.

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
1	Vestíbulo Exterior	0	0
2	Vestíbulo Interior	0	0
3	Circulación Interna	0	0
4	Salón 0-107	0	0
5	Salón 0-108	0	0
6	Salón 0-109	0	0
7	Servicios Sanitarios Damas	0	0
8	Servicios Sanitarios Caballeros	0	0
9	Bodega de Servicio 1	0	0
10	Bodega de Servicio 2	0	0
11	Bodega de Servicio 3	0	0
12	Módulo de Gradas	0	0
13	Bodega de Servicio 4	0	0
14	IDGT Oficinas Generales	2.84	0
15	IDGT Oficina Privada 1	1.17	0
16	IDGT Oficina Privada 2	5.68	0
17	IDGT Sala de Reuniones 1	0	0
18	IDGT Bodega Cocina	0	47
19	IDGT Sala de Reuniones 2	0	0
20	Bodega de Servicio 5	0	0
21	Tableros Eléctricos	0	0

Tabla 11: Otras cargas propuesta Segundo Nivel. Fuente: Propia, 2017.

<b>No.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Equipo de Oficina (W/Ft2)</b>	<b>Preparacion de Comida (W/Ft2)</b>	<b>No.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Equipo de Oficina (W/Ft2)</b>	<b>Preparacion de Comida (W/Ft2)</b>
1	Circulación Interna	0	0	20	IIJ Oficina Privada 4	3.302	0
2	Servicio Sanitario Damas	0	0	21	IIJ Oficina Privada 5	1.36	0
3	Servicio Sanitario Caballeros	0	0	22	BRUJULA Oficinas Generales	3.86	0
4	INDIS Oficinas Generales	2.23	2.04	23	BRUJULA Oficina Privada 1	3.76	0
5	INDIS Bodega	0	0	24	BRUJULA Sala de Reuniones	0	5.6
6	INDIS Sala de Reuniones	0	0	25	ILI Oficinas Generales	2.7	3.2
7	INDIS Oficina 1	1.494	0	26	ILI Oficina Privada 1	2.47	0
8	INDIS Oficina 2	2	0	27	ILI Sala de Reuniones	0	2.5
9	INDIS Oficina 3	1.07	0	28	ILI Bodega de Servicio	0	0
10	Bodega de Servicio 1	0	0	29	ISE Oficinas Generales	0.68	0.54
11	Bodega de Servicio 2	0	0	30	ISE Sala de Reuniones	0.763	0
12	Módulo de Gradadas	0	0	31	ISE Oficina Privada 1	4.38	0
13	Bodega de Servicio 3	0	0	32	ISE Oficina Privada 2	4.32	0
14	IIJ Recepción	2.617	0	33	ISE Oficina Privada 3	2.43	0
15	IIJ Sala de Reuniones	0	0	34	ISE Oficina Privada 4	0.78	5.47
16	IIJ Oficinas Generales	1.44	3.1	35	ISE Oficina Privada 5	2.62	0
17	IIJ Oficina Privada 1	2.95	0	36	ISE Oficina Privada 6	2.71	0
18	IIJ Oficina Privada 2	3.73	0	37	ISE Oficina Privada 7	0.99	0
19	IIJ Oficina Privada 3	3.73	0	38	ISE Oficina Privada 8	1.913	1.144

Tabla 12: Otras cargas propuesta Tercer Nivel. Fuente: Propia, 2017.

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
1	Circulación Interna	0	0
2	Bodega de Servicio 1	0	0
3	Servicio Sanitario Caballeros	0	0
4	Servicio Sanitario Damas	0	0
5	Módulo de Gradas	0	0
6	DIP Oficinas Generales	4.6	0
7	DIP Oficina Privada 1	2.27	0
8	DIP Sala de Reuniones	2.79	4.34
9	IDIES Oficinas Generales	1.26	1.32
10	IDIES Sala de Reuniones 1	0	0
11	IDIES Oficina Privada 1	1.4	0
12	IDIES Oficina Privada 2	3.04	0
13	IDIES Oficina Privada 3	2.31	0
14	IDIES Oficina Privada 4	0.965	0
15	IDIES Oficina Privada 5	1.76	0
16	IDIES Oficina Privada 6	1.855	0
17	IDIES Oficina Privada 7	3.02	0
18	IDIES Oficina Privada 8	2.898	0
19	IDIES Oficina Privada 9	2.44	0
20	IDIES Oficina Privada 10	1.721	0
21	IDIES Oficina Privada 11	2.4	0

No.	NOMBRE	Equipo de Oficina (W/Ft2)	Preparacion de Comida (W/Ft2)
22	IDIES Sala de Reuniones 2	0	0
23	IDIES Tableros Eléctricos	0	0
24	IDIES Bodega 1	0	0
25	IDIES Bodega 2	0	0
26	UNOP Oficinas Generales	4.18	3.25
27	UNOP Oficina Privada 1	1.48	0
28	Admon. VRIP Área General	0.2	0
29	Admon. VRIP Cocineta	0	28.67
30	Admon. VRIP Oficina Privada 1	3.65	0
31	DIFADI Oficina Privada 1	2.211	0
32	Admon. VRIP Oficina Privada 2	5.07	0
33	DIFADI Oficina Privada 2	2.54	0
34	UAS Oficina Privada 1	2.52	0
35	Admon. VRIP Oficina Privada 3	2.55	0
36	Admon. VRIP Oficina Privada 4	3.86	0
37	Admon. VRIP Oficina Privada 5	4.29	0
38	Admon. VRIP Oficina Privada 6	4.06	0
39	Admon. VRIP Sala Reuniones 1	0	0
40	Admon. VRIP Oficina Privada 7	1.039	0
41	Admon. VRIP Sala Reuniones 2	0	0

## **6.3. RESULTADOS – PROPUESTA**

### **DESEMPEÑO ENERGÉTICO**

Los resultados de la propuesta presentados en esta sección corresponden a todos los detalles y especificaciones obtenidas del programa simulador eQuest. Se presentan gráficas de resultados mensuales y anuales a manera de resumen tal como se presentó en la línea base, para generar las comparaciones y conclusiones respectivas.

El programa simulador genera datos diarios con el desempeño energético según las cargas de cada ambiente, los cuales no serán presentados a detalle en

esta sección. Para más información se presentan algunos resúmenes en los anexos.

Se encontrarán dos propuestas por el cambio de luminarias especificado en la sección 6.2.5 Iluminación de este documento.<sup>68</sup> Ambas son planteadas modificando únicamente los espacios que no poseían los requerimientos mínimos solicitados por el estándar.

Las características de otros equipos y HVAC permanecen tal como se presenta en la propuesta para ambos.

---

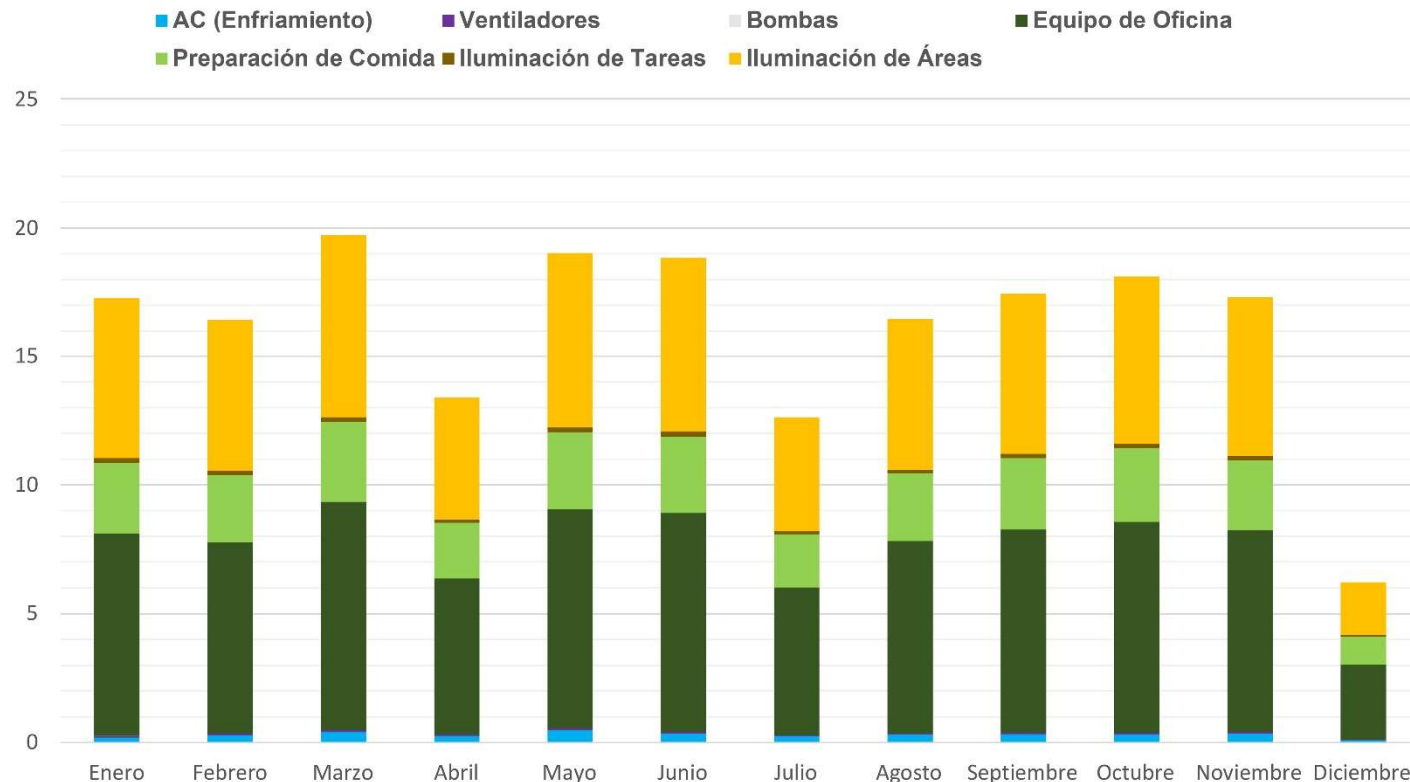
<sup>68</sup> Revisar Pp. 125.

# EO-PD-03-R1.1

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Consumo Energético Mensual por Uso Final (kWh x1000)

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes]



Los equipos de Aire Acondicionado más eficientes a los actuales mejoraron su desempeño pero aún su carga energética no es significativa para el edificio.

El equipo de oficina se propone con otro tipo de computadoras que benefician al rendimiento del edificio, su mejora es significativa.

Las luminarias aún representan un consumo alto en el edificio, pero la modificación realizada según el estándar permitió que disminuyera considerablemente el consumo energético.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

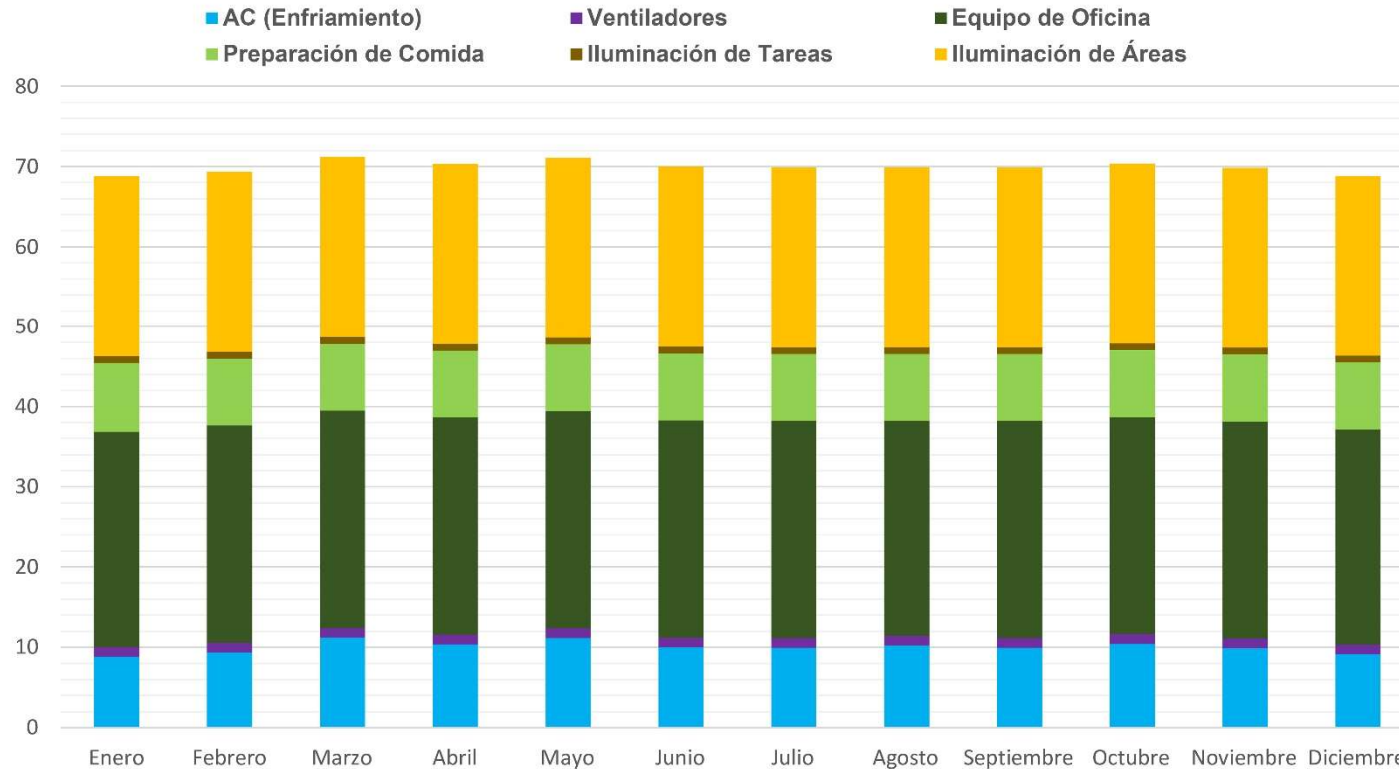




# EO-PD-03-R1.2

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Demanda Mensual Máxima de Energía por Uso Final (kW) [Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes]



### Demanda Máxima Cada Mes

<b>ENERO 11</b> Hora = 16:00 Max = 68.77 Kw	<b>JULIO 12</b> Hora = 16:00 Max = 69.90 Kw
<b>FEBRERO 1</b> Hora = 16:00 Max = 69.33 Kw	<b>AGOSTO 23</b> Hora = 15:00 Max = 69.87 Kw
<b>MARZO 29</b> Hora = 16:00 Max = 71.16 Kw	<b>SEPTIEMBRE 13</b> Hora = 16:00 Max = 69.88 Kw
<b>ABRIL 26</b> Hora = 16:00 Max = 70.31 Kw	<b>OCTUBRE 18</b> Hora = 16:00 Max = 70.35 Kw
<b>MAYO 3</b> Hora = 16:00 Max = 71.09 Kw	<b>NOVIEMBRE 29</b> Hora = 16:00 Max = 69.81 Kw
<b>JUNIO 21</b> Hora = 16:00 Max = 69.96 Kw	<b>DICIEMBRE 6</b> Hora = 15:00 Max = 68.81 Kw

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

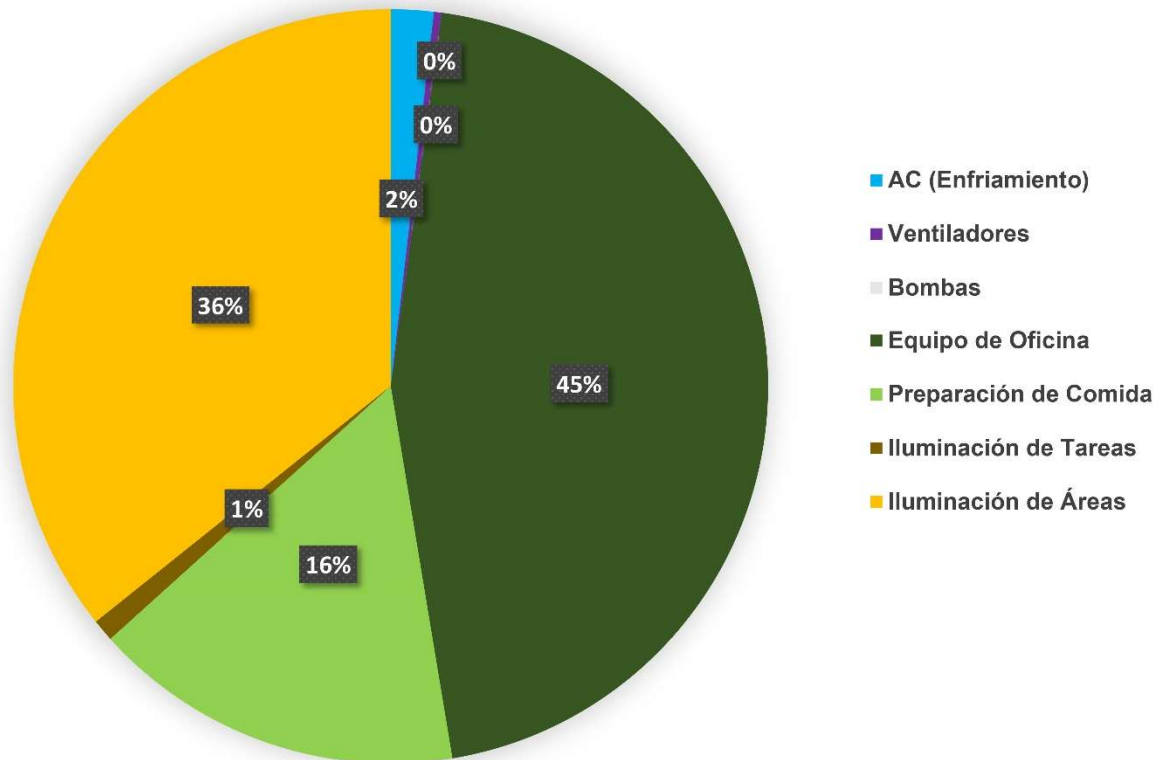


# EO-PD-03-R1.3

PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

## Consumo Energético Anual por Uso Final

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes]



El consumo energético anual del edificio se mantiene en las mismas proporciones que la línea base, pero con los consumos energéticos más bajos. La iluminación y los equipos de oficina siguen siendo las cargas más significativas.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

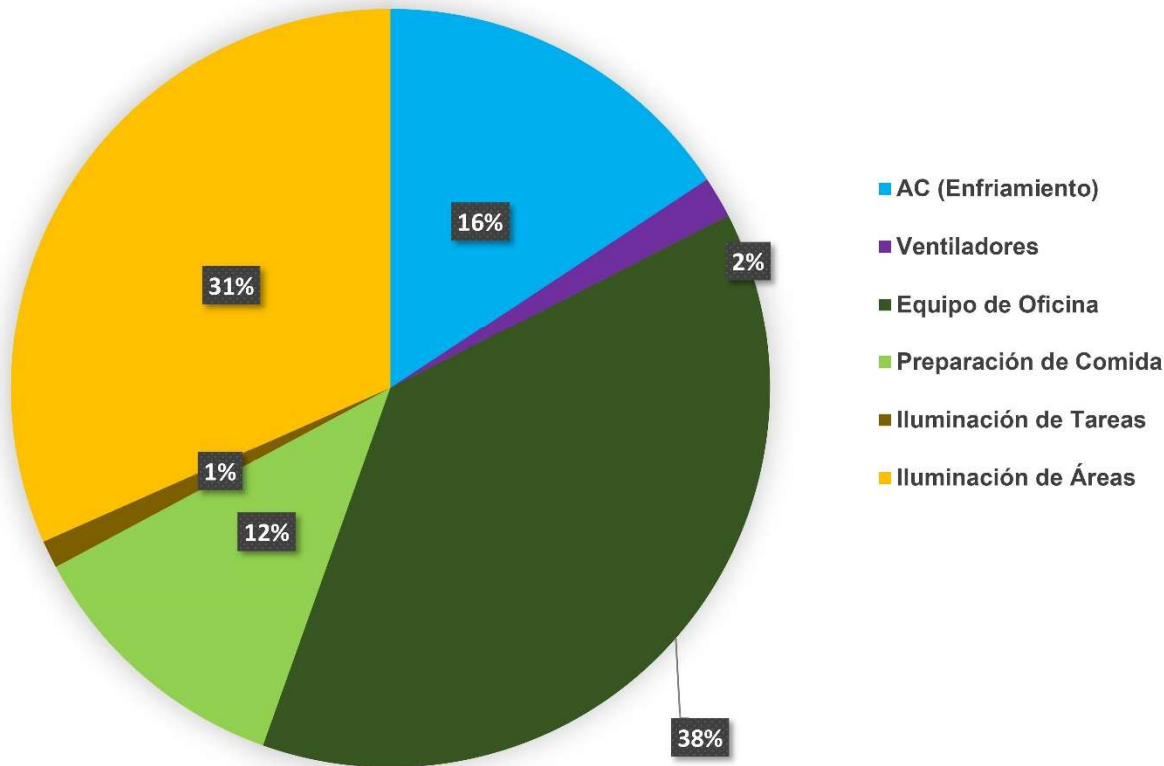


# EO-PD-03-R1.4

PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

## Demanda Annual Máxima de Energía por Uso Final

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes]



La demanda anual máxima de energía (Annual Peak Demand by Enduse) representa las cargas máximas del consumo energético según las subdivisiones especificadas anteriormente.

Este es un resumen anual de la gráfica presentada anteriormente EO-PD-03-R1.2 donde se describe la demanda máxima mensual.

En la demanda pico la iluminación y los equipos de cómputo disminuyeron poco en comparación a los datos presentados en la línea base. Sin embargo, es un porcentaje lógico considerando que los cambios fueron mínimos.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

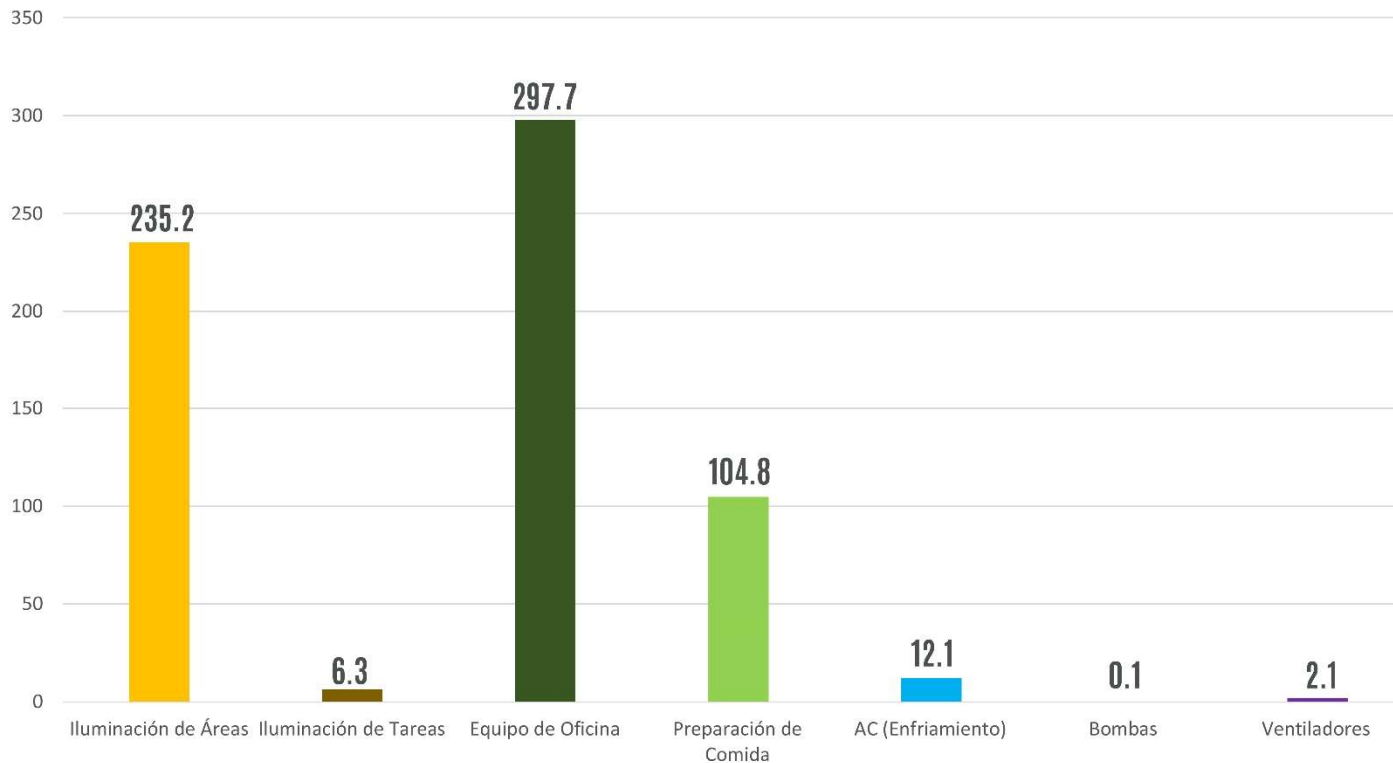


# EO-PD-03-R1.5

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Desempeño Energético del Edificio (MBTU)

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes]



**TOTAL DESEMPEÑO ANUAL**  
**658.3 MBTU**

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO “O”, CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE “G” DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

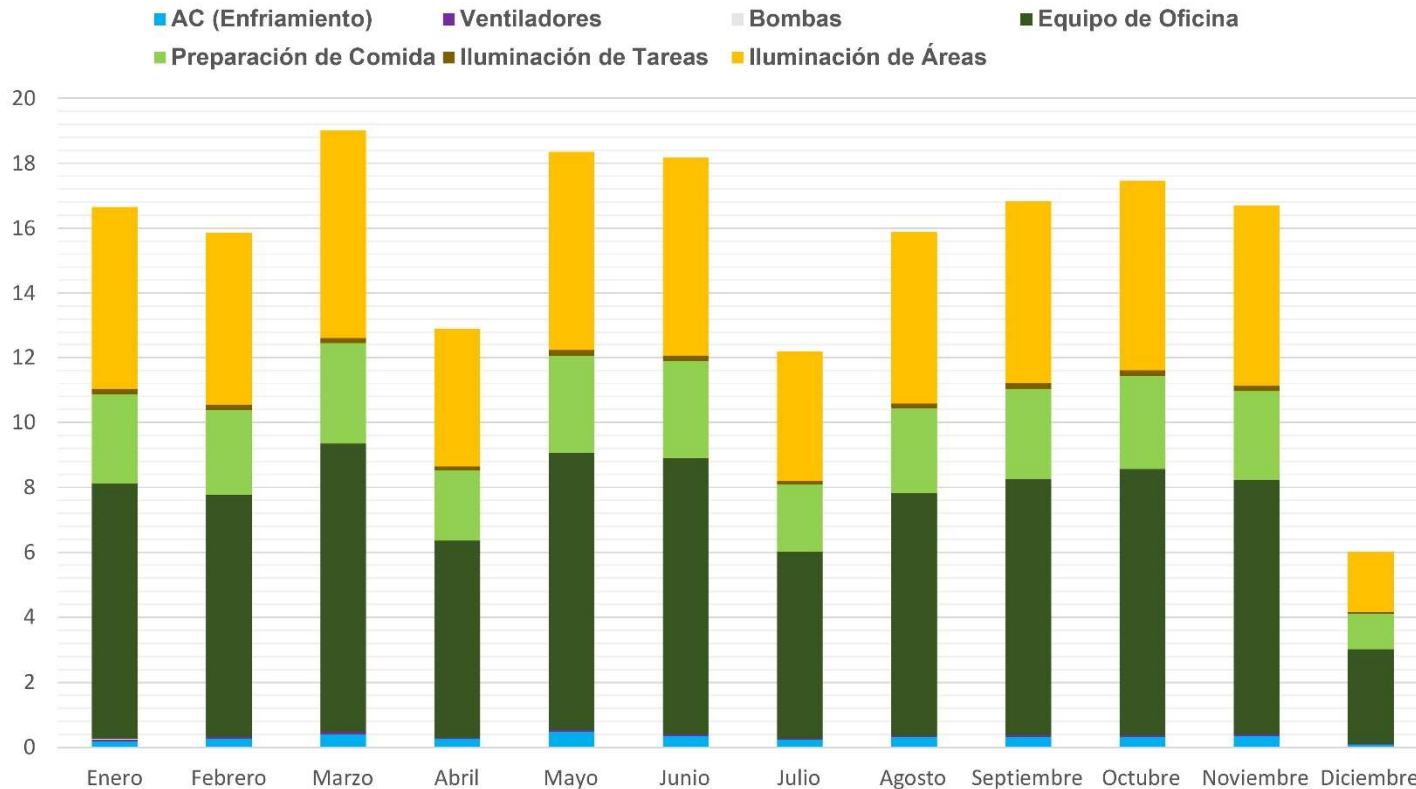


# EO-PD-03-R2.1

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Consumo Energético Mensual por Uso Final (kWh x1000)

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED]



Los equipos de Aire Acondicionado más eficientes a los actuales mejoraron su desempeño pero aún su carga energética no es significativa para el edificio.

El equipo de oficina se propone con otro tipo de computadoras que benefician al rendimiento del edificio, su mejora es significativa.

Las luminarias LED generan bajos consumos energéticos funcionando más eficientes que otras similares. En esta propuesta se modificaron únicamente las necesarias en los ambientes que no cumplían con el estándar.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

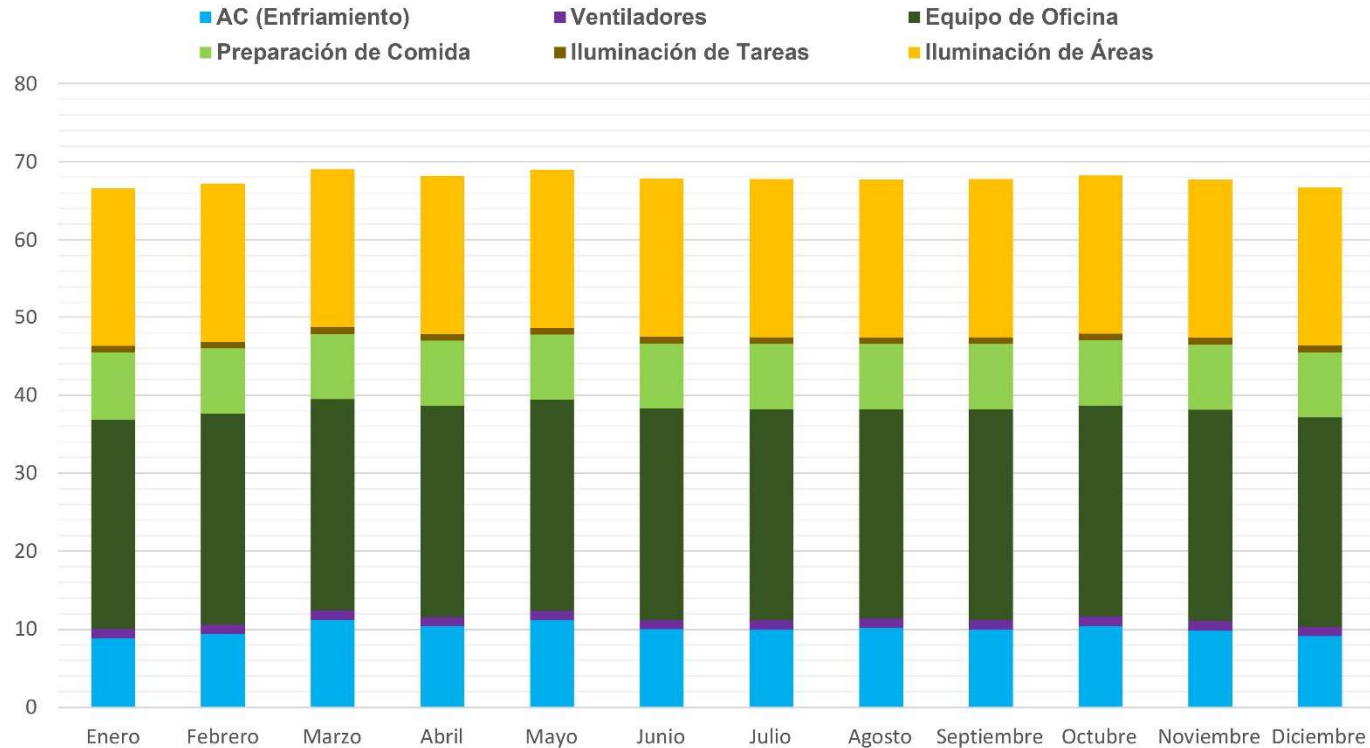
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-PD-03-R2.2

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Demanda Mensual Máxima de Energía por Uso Final (kW) [Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED]



### Demanda Máxima Cada Mes

<b>ENERO 11</b> Hora = 16:00 Max = 66.08 Kw	<b>JULIO 12</b> Hora = 16:00 Max = 67.23 Kw
<b>FEBRERO 1</b> Hora = 16:00 Max = 66.66 Kw	<b>AGOSTO 23</b> Hora = 15:00 Max = 67.21 Kw
<b>MARZO 29</b> Hora = 16:00 Max = 68.51 Kw	<b>SEPTIEMBRE 13</b> Hora = 16:00 Max = 67.21 Kw
<b>ABRIL 26</b> Hora = 16:00 Max = 67.64 Kw	<b>OCTUBRE 18</b> Hora = 16:00 Max = 67.68 Kw
<b>MAYO 3</b> Hora = 16:00 Max = 68.49 Kw	<b>NOVIEMBRE 29</b> Hora = 16:00 Max = 67.15 Kw
<b>JUNIO 21</b> Hora = 16:00 Max = 67.29 Kw	<b>DICIEMBRE 6</b> Hora = 15:00 Max = 66.15 Kw

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

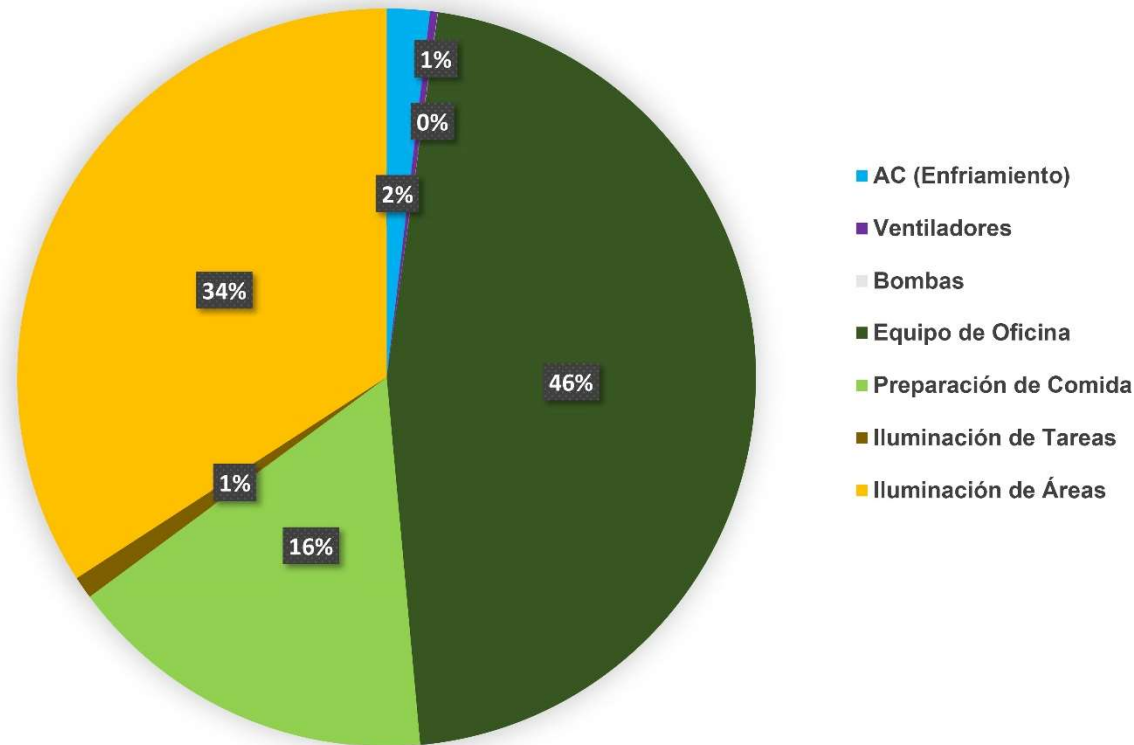


# EO-PD-03-R2.3

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Consumo Energético Anual por Uso Final

[Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED]



El consumo energético anual del edificio se mantiene en las mismas proporciones que la línea base, pero con los consumos energéticos más bajos. La iluminación y los equipos de oficina siguen siendo las cargas más significativas y en el caso del cambio a luminarias LED se puede observar cómo disminuyó el consumo por un bajo porcentaje (2%) en comparación a las luminarias CFL.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

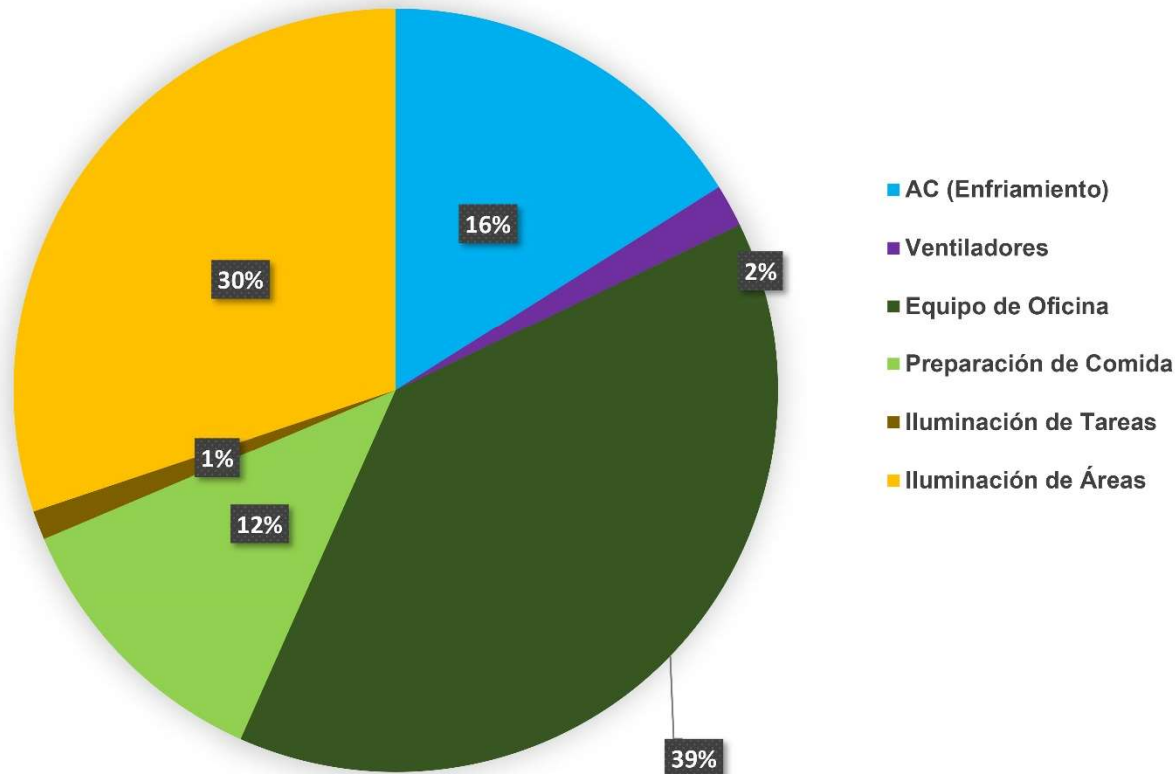
ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



# EO-PD-03-R2.4

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Demanda Annual Máxima de Energía por Uso Final [Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED]



La demanda anual máxima de energía (Annual Peak Demand by Enduse) representa las cargas máximas del consumo energético según las subdivisiones especificadas anteriormente.

Este es un resumen anual de la gráfica presentada anteriormente EO-PD-03-R2.2 donde se describe la demanda máxima mensual.

En la demanda pico la iluminación y los equipos de cómputo disminuyeron en comparación a la línea base, y la iluminación un poco más en relación a la propuesta 1 con luminarias CFL.

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO "O", CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE "G" DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

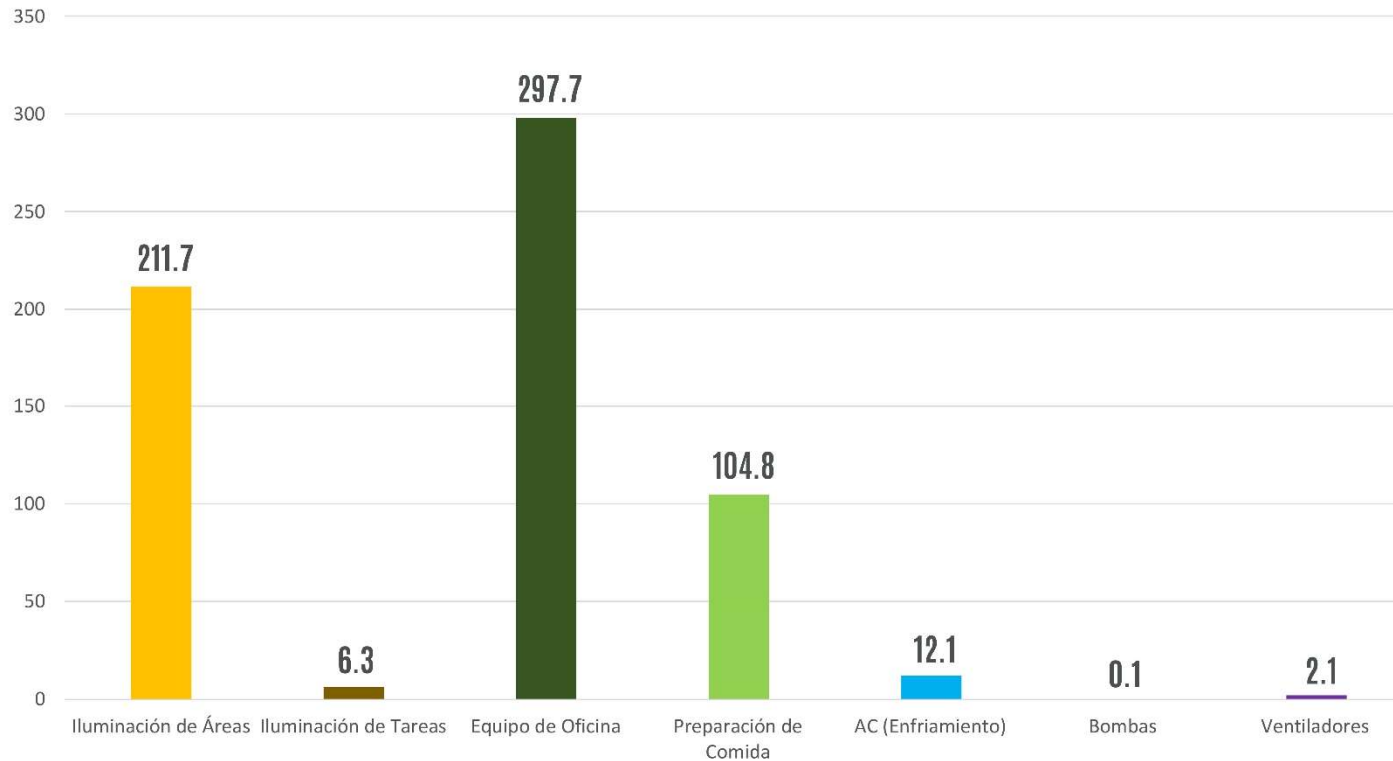




# EO-PD-03-R2.5

## PROPUESTA DESEMPEÑO\_RESULTADOS

### Desempeño Energético del Edificio (MBTU) [Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED]



TOTAL DESEMPEÑO ANUAL  
**634.8 MBTU**

MODELADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO “O”, CAMPUS CENTRAL, DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR SEGÚN EL APÉNDICE “G” DEL ASHRAE 90.1 2010.

ARQ. AMÉRICA ALONSO RAMÍREZ  
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS



## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL

Según la simulación realizada en eQuest que, tal como se mencionó al inicio de este documento, representa los consumos energéticos actuales del edificio según los equipos y sistemas instalados que necesitan de esta, pero pueden tener variaciones a los consumos actuales debido a las cargas y factores que no se pueden controlar de forma específica.

La línea base, correspondiente a el rendimiento actual del edificio y según la simulación este consume un total aproximado de **266,523kwh**, siendo sus mayores cargas la de iluminación y equipos de oficina.

En la primera propuesta o presentada, donde se utilizan luminarias fluorescentes, la mejora es alta en comparación a los datos actuales del edificio dando un consumo anual de **192,901kwh**, siendo un 27% menos del consumo actual. Por el contrario, en la segunda propuesta, con

luminarias LED tenemos un consumo anual de **186,001kwh**, más eficiente por la tecnología implementada. Este representa un 30% menos de la línea base (un 3% menor al consumo anual con luminarias).<sup>69</sup>

Los consumos energéticos de los equipos de oficina y luminarias representan más del 50% de lo utilizado en el edificio. Sin embargo, el ASHRAE 90.1 en el apéndice G no busca la evaluación de los edificios por consumo monetario, si no su desempeño energético pues la fuente de esta energía eléctrica puede variar y mejorar los costos de mantenimiento. Sin embargo, un buen desempeño permitirá que el equipo y sistemas instalados en el edificio funcionen adecuadamente y disminuyan este consumo. Aun así, es una característica importante que permite dimensionar la magnitud del proyecto pues utiliza unidades de medición más conocidas.

---

<sup>69</sup> Los porcentajes aquí presentados están basados en los datos del consumo, no se utilizó la fórmula definida en el ASHRAE 90.1 puesto que el

fin de esta es evaluar el desempeño energético (dados en Btu) y no los consumos.

# CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR USO FINAL (KWH X1000)

■ Línea Base ■ Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes ■ Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED

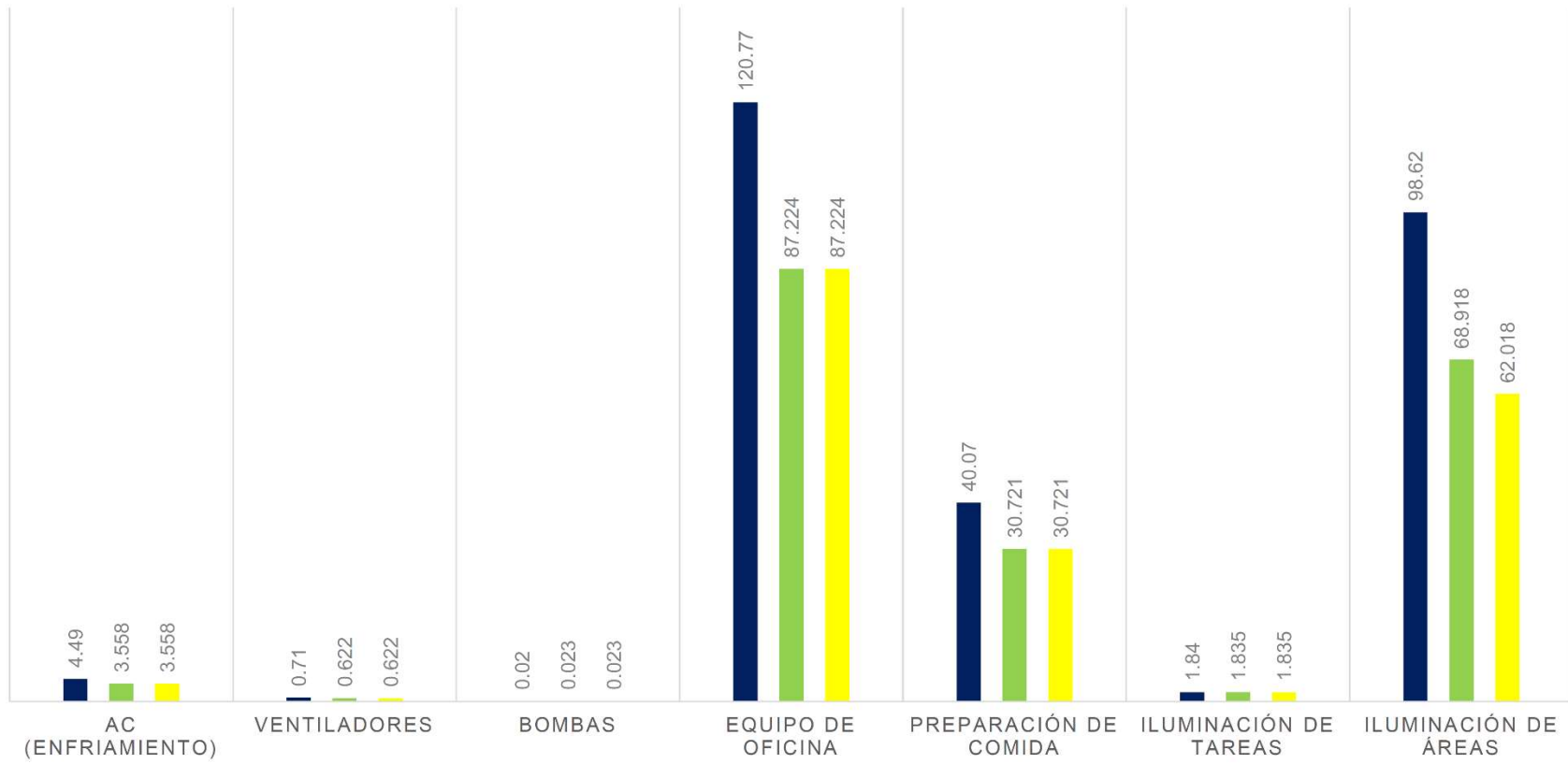


Ilustración 34: Consumo Energético Anual por Uso Final. Fuente: Propia, 2017.

## 7.2. DEMANDA ANUAL MÁXIMA DE ENERGÍA

La demanda pico es el punto más alto en el récord del edificio, en términos de energía para este estudio. Existe un día “pico” con mayor carga energética que el resto en cada mes, y lo que se presenta en la *Imagen 34* es un resumen de dichas cargas anuales.

En el uso actual del edificio, la demanda energética de los equipos de cómputo e iluminación representan más de 50% del total en el punto pico. utiliza un porcentaje alto de la implementada en el lugar. Aún con los cambios realizados en las dos propuestas, en proporción, estos siguen siendo los rubros más altos, aunque las diferencias de consumo entre cada aspecto evaluado ya no son tan elevadas.

En esta evaluación, los sistemas de aire acondicionado se posicionan en un tercer lugar puesto que las cargas energéticas para que estos funcionen en el punto más crítico del día en el edificio son muy altas. Aun así, la variación de la línea base no es tan elevada como se ha

observado en otros rubros. Sin embargo., estos sistemas no abastecen a todo el edificio y no son utilizados de forma constante por los ocupantes.

Para identificar los días mensuales se recomienda observar las gráficas de resultados tanto de la línea base como las propuestas.

## DEMANDA ANUAL MÁXIMA DE ENERGÍA POR USO FINAL (KW)

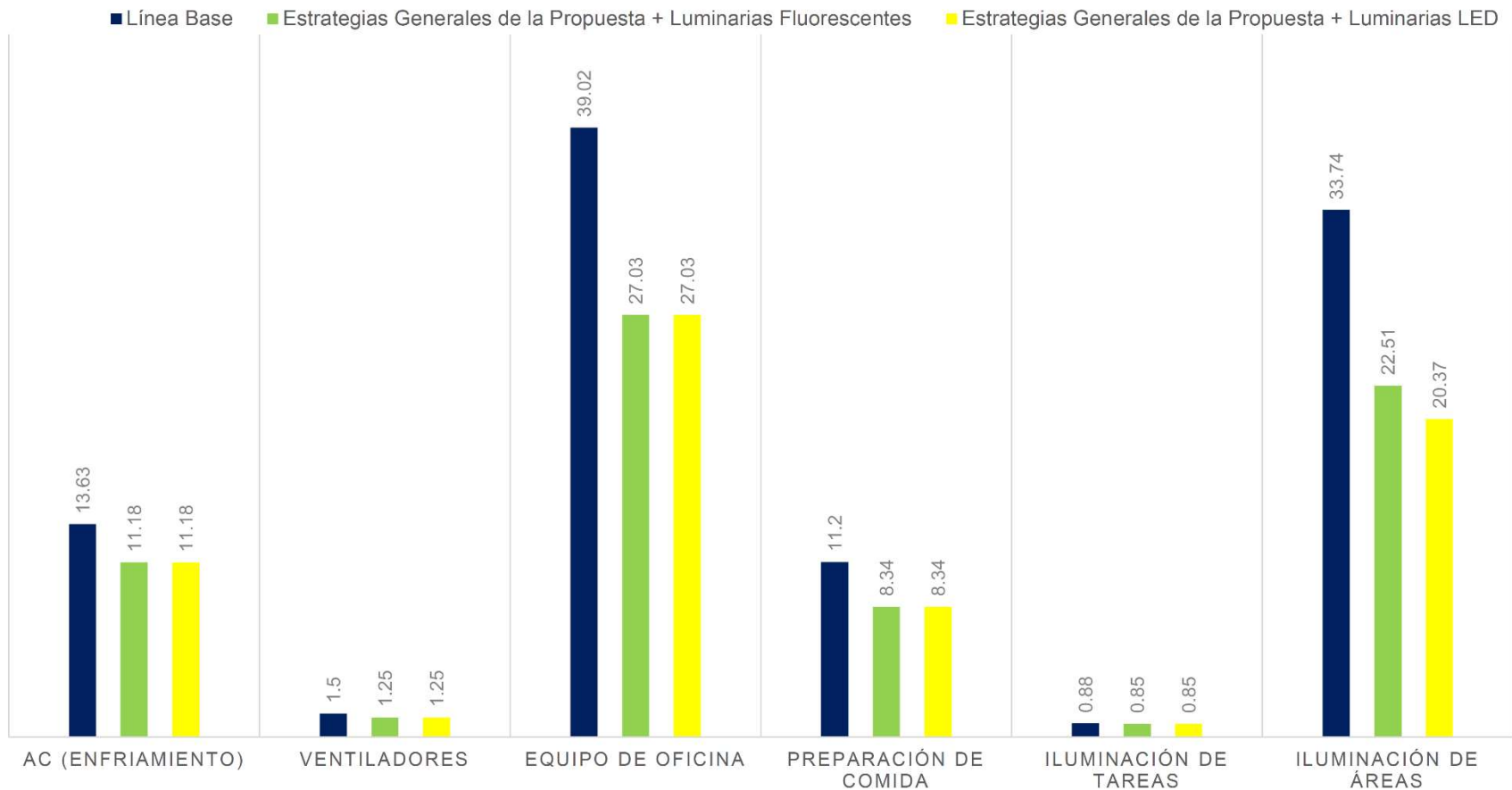


Ilustración 35: Demanda Anual Máxima (Pico) de Energía por Uso Final. Fuente: Propia, 2017.

### 7.3. DESEMPEÑO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO “O”

Esta evaluación es la que busca el ASHRAE 90.1 2010 en su apéndice G pues se evalúa la cantidad de energía utilizada en el edificio y no su aspecto económico.

El edificio actualmente está utilizando **909.6 MBTU** (909,600Btu) de los cuales casi la mitad son los equipos de cómputo con 412.2 MBTU e iluminación con 336.6 MBTU. Aún con las desventajas del programa, que evalúa únicamente lo que se puede calcular y deja por un lado otros factores, el desempeño energético es muy elevado y con pequeñas estrategias podría mejorar significativamente.

Las propuestas difieren en la selección de luminarias (fluorescentes o LED) y entre estas la diferencia en desempeño energético es menor a 30,000 Btu. Aunque sigue siendo una cifra considerablemente alta para el deseo de alcanzar un porcentaje más alto durante el proceso de certificación del edificio.

Así como se inició en las gráficas anteriores, las diferencias entre los rubros más altos y bajos disminuyeron considerablemente. Balaceando un poco más la distribución de la energía en el edificio.

Ventiladores y bombas no presentan cambios mayores entre la propuesta y la línea base, así como la iluminación de tareas, puesto que se mantuvieron los equipos actuales sin cambio alguno.

# DESEMPEÑO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO (MBTU)

■ Línea Base   ■ Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias Fluorescentes   ■ Estrategias Generales de la Propuesta + Luminarias LED

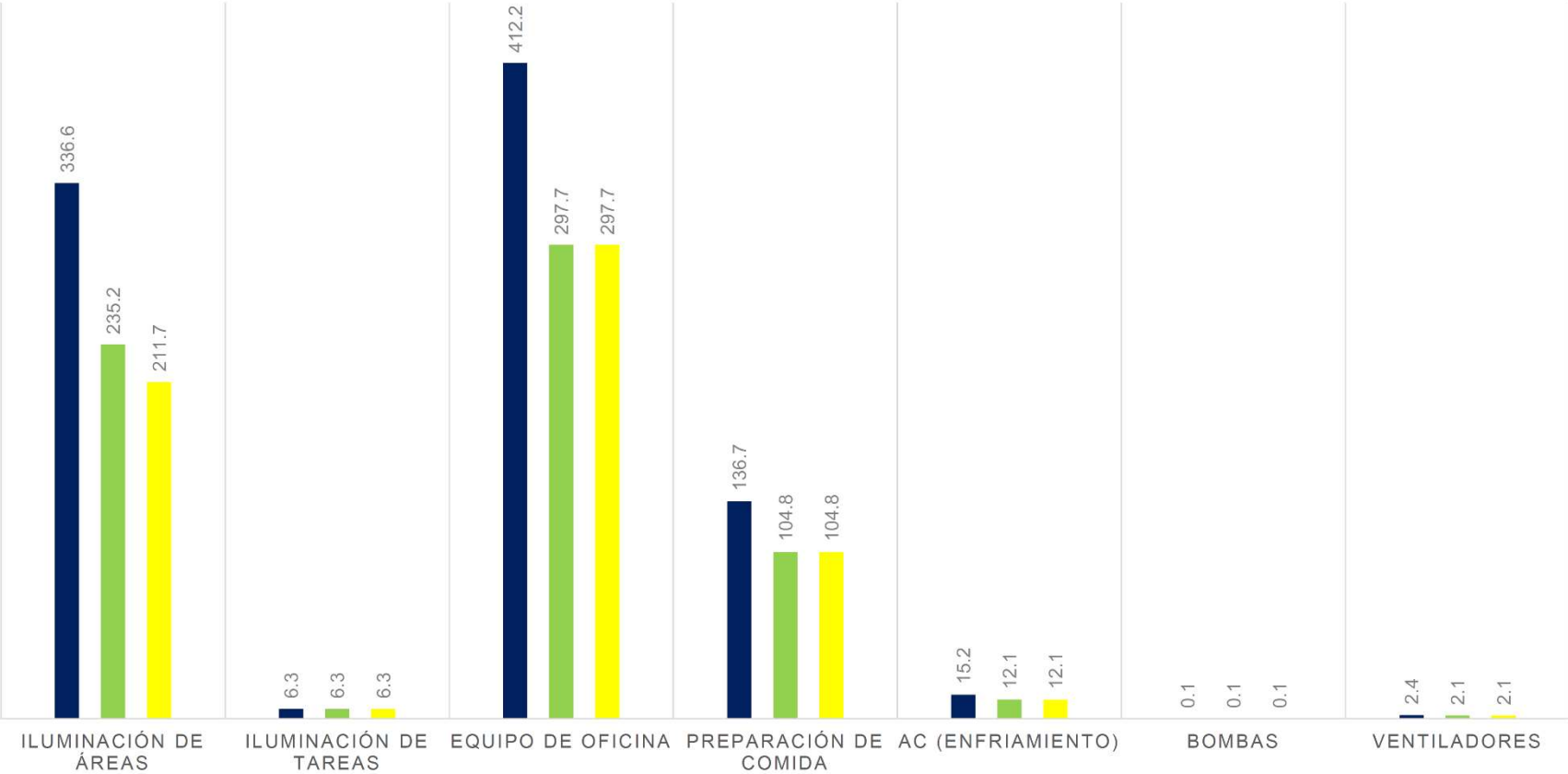


Ilustración 36: Desempeño Energético del Edificio O. Fuente: propia, 2017.

## 7.4. PORCENTAJE DE MEJORA

El porcentaje de mejora según lo indica el apéndice G del ASHRAE 90.1 determinará la eficiencia de los edificios al comparado con una línea base. Esta mejora de la propuesta de diseño se calcula según los requerimientos del apéndice usando la siguiente fórmula:

### *Porcentaje de mejora*

$$= 100 \times (\text{Línea base del rendimiento del edificio} - \text{Propuesta de rendimiento del edificio}) / \text{Línea base del rendimiento del edificio}.$$

Recordar que los resultados no son predicciones del consumo de energía del edificio, y puede tener variaciones por diversos factores que no se pueden calcular en su totalidad tales como: usuarios, mantenimiento, entre otros.

En el caso de la **Selección de las estrategias generales de la propuesta (equipos de AC, cómputo y preparación de alimentos) con la utilización de Luminarias Fluorescentes** se alcanzó un **24.12% de mejora total**. Aquí, el aspecto que más aportó fue la

iluminación con una mejora del 30.12% de su equivalente en la línea base.

Para la **Propuesta de Desempeño 2 (Luminarias LED)** se alcanzó un **26.71% de mejora total**. Aquí nuevamente la iluminación es protagonista mejorando un 37.10% de la línea base.

Ambas propuestas presentan un porcentaje de mejora considerable y factible a realizar. Los cambios se basaron en los equipos de luminarias, cómputo y sistemas de aire acondicionado. La idea de generar dos propuestas se basa en el gasto económico que puede representar la sustitución de tubos fluorescentes a luminarias LED que, como se verá más adelante, no es el más elevado de las modificaciones, pero si el de mayor impacto. Aun con esto, no se planteó sustituir todos los equipos y sistemas, por lo que la renovación del edificio sería de gran escala, pero no completa.

La inversión para la realización de la mejora energética dependerá de los equipos que se deseen sustituir. Los costos más elevados son los representados por el equipo



de cómputo, pues se calcula que al menos 110 computadoras habría que sustituir.<sup>70</sup> Sin embargo, se podría realizar cambios por institutos puesto que no todos cuentan con un equipo que consuma gran cantidad de energía eléctrica. Dejando por un lado las computadoras, el presupuesto para los otros cambios, con la opción de luminarias fluorescentes es de \$30,873.00. Si estas últimas fueran LED el costo sería de \$35,373.00 aproximadamente.

**OPCIONES DE LUMINARIAS:**

<b>Luminarias Fluorescentes, con cambios de Instalaciones para su funcionamiento.....</b>	<b>\$ 2,525.00</b>
<b>Luminarias LED, con cambios de Instalaciones para su funcionamiento.....</b>	<b>\$ 7,025.00</b>

<b>ELECTRODOMÉSTICOS (Microondas y Refrigeradoras en los institutos.....)</b>	<b>\$ 2,260.00</b>
---	--------------------

<sup>70</sup> Estos costos fueron obtenidos de los distribuidores requeridos como un cliente particular. Seguramente los precios pueden mejorar para

**SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO**

<b>Unidades de ventana (\$5822.00x4) .....</b>	<b>\$ 23,288.00</b>
<b>Sistema Mini Split (Sólo 1).....</b>	<b>\$ 1,300.00</b>
<b>Split Piso/Techo (Sólo 1).....</b>	<b>\$ 1,500.00</b>

**EQUIPO DE CÓMPUTO:**

<b>Computadoras, cambio por todas Marca DELL de escritorio<sup>71</sup>.....</b>	<b>\$ 116,445.00</b>
--	----------------------

En cuanto a la mejora del rendimiento energético, la iluminación aporta igual o más porcentaje de mejora que los equipos de cómputo y la inversión es menor a la de estos últimos. Para cumplir generar esta propuesta en el edificio “O”, se podrían desarrollar los cambios menos costos en el edificio para identificar la mejora en el consumo energético y evaluar los cambios o no a realizar en las otras características.

Los sistemas de aire acondicionado modificados son únicamente 5 de los 9 presentados en el edificio. Estos deberían cambiarse a pesar de la inversión puesto que el

inversiones grandes de este tipo. Los datos aquí presentados son sólo una aproximación de lo que podría ser.

<sup>71</sup> Revisar anexos para más información sobre el modelo seleccionado.

refrigerante de los actuales posee elementos contaminantes para el ambiente y es menos eficiente que La tabla presenta el resumen de los consumos y desempeño energético anual del edificio “O” en el Campus Central de la Universidad Rafael Landívar. Se pueden apreciar las comparaciones entre la propuesta con luminarias fluorescentes o con la selección de luminarias LED, junto con los porcentajes de mejora alcanzados según lo indicado en el apéndice G del ASHRAE 90.1 versión 2010.

otros con nuevos sistemas. Si se busca la certificación del edificio, habrá que implementar esta medida.

Tabla 13: Comparación de resultados anuales entre línea base y propuesta de desempeño.

	<b>Kwh</b>	<b>MBtu</b>	<b>MEJORA</b>
<b>LÍNEA BASE</b>	266,519	909.6	---
<b>PROPUESTA 1:</b> Estrategias generales de propuesta + Luminarias Fluorescentes	192,901	658.3	<b>24.12%</b>
<b>PROPUESTA 2:</b> Estrategias generales de propuesta + Luminarias LED	186,001	634.8	<b>26.71%</b>

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ A la Universidad Rafael Landívar, que en su deseo por alcanzar un campus sustentable le ha abierto las puertas a la implementación de nuevas estrategias en temas de sostenibilidad, para que busque la evaluación del consumo energético de sus edificios e implemente estrategias que puedan ayudar a generar una eficiencia energética considerable y poner un ejemplo para los usuarios de estos ambientes universitarios.

La utilización de un estándar especializado en estos temas siempre destaca la labor realizada pues es una herramienta de validación internacional que asegura un consumo energético ideal para los edificios.

- ✓ Aunque un modelado energético se enfoca únicamente en el desempeño energético del

edificio, se recomienda contemplar un plan de “concientización” a los usuarios del edificios para mejorar la forma de utilización del equipo instalado y prolongar los usos de los mismos.

- ✓ La implementación de un modelado energético para nuevas construcciones o edificios existentes es importante para identificar los consumos energéticos presentados en una propuesta o los diseños actuales, y así conocer mejor la forma en que se desenvuelven los edificios para buscar la eficiencia en los mismos. Aún si esta herramienta no es muy conocida en Guatemala, es importante buscar su expansión en el mercado para validar estrategias ecológicas y económicas en el ámbito constructivo.

## 9. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA

American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), Illuminating Engineering Society (IES) y Approved American National Standard (ANSI). (2010). **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (I-P Edition)**. Atlanta, Estados Unidos.

Bazjanac, Fischer y Maile. (2007). **Building energy performance simulation tools – a life-cycle and interoperable perspective**. Center of Integrated Facility Engineering (CIFE), Universidad de Stanford, Estados Unidos.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica República de Guatemala. (2009). **Tipos de Tarifas**. Guatemala: [www.cnee.gob.gt](http://www.cnee.gob.gt). Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/usuario/Categorias%20tarifarias.html>

U.S. Energy Information Administration. (2016). **Guatemala**. EEUU: [www.eia.gov](http://www.eia.gov). Recuperado de: <https://www.eia.gov/beta/international/country.cfm?iso=GTM>

García Kochova, Pugliese y Sopoliga. (2010). **Uso de la energía en los edificios**. Intelligent Use of Energy at School (IUSES). Recuperado de [http://www.iuses.eu/materiali/e/MANUALES\\_PARA\\_ESTUDIANTES/Manual\\_edificios.pdf](http://www.iuses.eu/materiali/e/MANUALES_PARA_ESTUDIANTES/Manual_edificios.pdf)

González Sandoval, J. (2014). **Eficiencia energética a través de la implementación de iluminación con tecnología LED en una entidad financiera**. Tesis de Licenciatura no publicada Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Instituto de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. (2015). **Perfil Energético de Guatemala**.

**Introducción al sector eléctrico.** Guatemala, Guatemala: Editorial Cara Parens.

Monserrat Serrano, S. (2012). **Eficiencia energética en edificios residenciales y metodología para su calificación energética.** Tesis de maestría, Universidad de Barcelona e Universidad Politécnica de Catalunya, España. Recuperado de [http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15708/MEMORIA\\_PFM\\_SERGIO%20MONSERAT%20SERRANO.pdf?sequence=1](http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15708/MEMORIA_PFM_SERGIO%20MONSERAT%20SERRANO.pdf?sequence=1)

Ramírez Corzo, E. (2015). **Estudio de eficiencia energética para la reducción de costos de operación de una empresa textil.** Tesis de Licenciatura no publicada Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Robles Guzmán, J. (2014). **Diseño de la investigación para la implementación de eficiencia energética en grupo FREYDELL para regular el consumo eléctrico.** Tesis de Licenciatura no publicada

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Sylvane. (2017). **Frequently Asked Questions About Portable Conditioners.** EEUU: [www.sylvane.com](http://www.sylvane.com). Recuperado de: <https://www.sylvane.com/portable-ac-faq.html#Whatisaportableac>

Varela Alegre, S. (2011). **Evaluación de un edificio para oficinas, según requerimientos de la norma ASRAE 90.1, para tres zonas climáticas de Chile.** Tesis de Licenciatura no publicada Universidad de Chile, Santiago de Chile.

World Business Council for Sustainable Development. (2016). **Energy Efficiency in Buildings, Business realities and opportunities.** Suiza: <http://wbscd.org>. Recuperado de: <https://www.c2es.org/docUploads/EEBSummaryReportFINAL.pdf>.

## 10. GLOSARIO

**BTU:** acrónimo de **BRITISH THERMAL UNIT**, una unidad de energía que se refiere a rendimientos energéticos (no costos). Se utiliza principalmente en los Estados Unidos, pero aún se puede ubicar en equipos y documentación antigua proveniente del Reino Unido. Para el sistema internacional, esta medida es equivalente a 1055,056 julios.

**CFL:** acrónimo de **COMPACT FLUORESCENT LIGHT**, o “Lámpara fluorescente compacta”. Son luminarias que aprovechan el sistema de un tubo fluorescente y lo contienen con accesorios necesarios para su funcionamiento. Estas son más eficientes que los tubos fluorescentes.

**Cooling Degree Days:** o “Días Grados de Enfriamiento”, los datos provienen de un cálculo de temperaturas promedio que consiste en evaluar la temperatura media de cada día, y restarla de una temperatura base de enfriamiento o calefacción según sea el

caso (en el ASHRAE se indica en la tabla). Esta diferencia de grados al día se suma por cada día del mes, y se realiza un promedio de varios años atrás por mes. La sumatoria de los datos de cada mes promediado nos dará una cifra que es la que se utiliza como base en la tabla del estándar ASHRAE 90.1 2010. Con esto, se identifica el rango al que pertenece y, por lo tanto, el número de la zona.

**COP:** acrónimo de **COEFFICIENT OF PERFORMANCE** es utilizado para evaluar la eficiencia de los sistemas de calefacción o enfriamiento (Aire Acondicionado). Se expresa en  $W/W$ , representando la energía que sale del equipo sobre la energía eléctrica necesaria para que funcione. Para los sistemas de enfriamiento es mejor utilizar EER ( $EER = COP * 3.41$ ).

**DIFADI:** acrónimo de **Dirección de Formación y Acción para el Desarrollo Integral.**

**DIP:** acrónimo de **Dirección de Incidencia Pública.**

**EER:** acrónimo **ENERGY EFFICIENCY RATIO**, es una medida utilizada para evaluar la eficiencia en los sistemas de enfriamiento. Se da en Btuh/Wh (enfriamiento que sale/energía eléctrica necesaria). Sus equivalencias son:

$$\text{EER} = \text{COP} * 3.41$$

$$\text{EER} = 1.12 * \text{SEER} - 0.02 * \text{SEER}^2$$

**Factor R:** Se refiere a la resistencia al flujo de calor. Entre más elevado sea el valor mayor será la capacidad del material a resistir la circulación del calor.

**Fenestración:** Esta palabra no se encuentra reconocido por la RAE actualmente, sin embargo, es utilizado en diversos estándares y certificaciones en inglés. El término hace referencia a la acción de practicar aberturas y se refiere a los vanos en las fachadas de los edificios.

**FLUORESCENTES:** Se hace referencia a las luminarias con fluorescencia. Estas se caracterizan por ser capaces de absorber la energía en forma de radiaciones electromagnéticas y emitir parte de esta energía en forma de una radiación electromagnética de longitud de onda diferente. La energía total de luz emitida siempre será menor a la absorbida y la diferencia entre estas se pierde en forma de calor.

**HVAC:** acrónimo de **Heating Ventilation and Air Conditioner.**

**IDGT:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Proyección sobre Dinámicas Globales y Territoriales.**

**IDIES:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Proyección sobre Economía y Sociedad Plural.**

**IJJ:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Ciencias Jurídicas y Sociales.**

**ILI:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Proyección sobre Diversidad Sociocultural e Interculturalidad.**

**INDIS:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño.**

**ISE:** acrónimo de **Instituto de Investigación y Proyección sobre el Estado.**

**LED:** acrónimo de **LIGHT EMITTING DIODE** o diodo emisor de luz. Debido a su capacidad de operación a altas frecuencias, además de utilizarse en iluminación y algunos dispositivos, también se implementan en tecnologías avanzadas de comunicaciones y control. Las luminarias de este tipo cuentan con un bajo consumo de energía y un mayor tiempo vida en comparación con las incandescentes y fluorescentes.

**Light Shelf:** O “entrepaño de luz”, es una superficie horizontal que refleja la luz del día al interior del edificio. Estos suelen ser instalados arriba de la

visual de los ocupantes, poseen superficies con alta reflectancia para reflejarla al techo y de este al interior del ambiente.



*Ilustración 37: Referencia de Light Shelf. Fuente: YKK AP, 2017.*

**LPD:** acrónimo de **Lighting Power Density**, es un requerimiento de poder en la energía eléctrica de la iluminación definida en Norte América por el ANSI, ASHRAE y EISNA. Técnicamente representa la carga de los equipos de iluminación en cualquier área definida, o los watts por pie cuadrado (o metros para el SI) de dicho equipo. El departamento



de energía de Oregon lo define como “La densidad máxima permitida de iluminación por el código”.

**MBTU:** Se refiere a mil unidades de Btu.

**Puente Térmico:** El término hace referencia a una zona puntual o lineal en el envolvente de un edificio, que permite la transmitancia de la energía calorífica en la zona aledaña a esta ocasionada por las variaciones de resistencia térmica de los materiales. Este ocasiona la ruptura del aislamiento en la edificación, provocando pérdidas energéticas significativas.

**Refrigerante:** Se le denomina así al componente utilizado en la transmisión de calor en un sistema de refrigeración, en donde absorbe el calor a bajas temperaturas y presión, cediéndolo a temperaturas y presión elevadas.

**SEER:** acrónimo de **SEASONAL ENERGY EFFICIENCY RATIO**, es utilizado para indicar la cantidad relativa

de energía necesaria para proveer una específica carga de enfriamiento saliente. Esta medida representa el desempeño esperado de un clima típico en un año, de una ubicación específica. Es calculado con la misma temperatura interior, pero con un rango de temperaturas exteriores que van desde los 18°C a los 40°C. No permite la evaluación de diferentes climas (es una base), pues pretende dar una indicación sobre cómo es afectado el EER por cierto rango de temperaturas durante el curso del enfriamiento.

$$SEER = \frac{(1.12 - \sqrt{1.2544 - .08 \cdot EER})}{0.04}$$

**Solar Heat Gain Coefficient:** o coeficiente de la ganancia calorífica del sol, representa la incidencia de la radiación solar permitida por las ventanas, tanto la transmitida directamente como la absorbida y liberada en el interior. Entre menor sea el SHGC, menos radiación solar transmite.

**Valor U:** conocido también como valor de la transmitancia térmica. Medida de calor que determina las resistencias térmicas de las superficies en los materiales constructivos, es decir, expresa la capacidad de un material para transmitir el calor. En el Sistema Internacional (SI) se mide en  $W/m^2$  o en  $Wm^2^{\circ}C$ . Entre mayor sea el valor U el material tendrá una baja aislación térmica y mayores pérdidas de calor. Por el contrario, entre menor sea el valor U su aislación será más alta y tendrá pocas pérdidas de calor.

**Visible Transmittance:** es una propiedad óptica que indica la visible iluminación transmitida a través de una ventana. Esta se evalúa independiente del SHGC porque las ventanas modernas varían en aspectos de visibilidad e iluminación ultravioleta.

## 11. ANEXOS

### 11.1. TABLAS EDIFICIO “O”

Estas representan el trabajo de campo que se realizó en el mes de mayo 2017, con el objetivo de delimitar cada espacio interior, identificando cargas de ocupación, iluminación, sistemas de aire acondicionado, materiales de muros internos y externos, ventanas y cargas generadas por otro tipo de mobiliario (computadoras, microondas, refrigeradoras, etc.). Estos datos fueron utilizados para la generación de la línea base en el programa eQuest y son los que se ingresaron para realizar la simulación.

Los horarios de ocupación presentados, o de utilización de luminarias o sistemas de HVAC son considerados según

los datos recopilados y los criterios que se implementaron en la simulación.

La numeración presentada en esta sección para cada ambiente es la misma que puede encontrarse en los diferentes planos, tablas y características del modelado en el programa simulador, y los previamente descritos en la línea base y propuesta.

Los datos son presentados en pies (ft) pues para el ASHRAE 90.1 esta es la medida utilizada para los requerimientos, eficiencias y demás datos.

### 11.1.1 Áreas y ocupación

Aquí se presentan las áreas, cantidad de usuarios y horarios de ocupación de cada ambiente según lo recopilado en campo. Los ambientes que aparecen como NRO representan a todos aquellos que no son regularmente ocupados. Las cargas de ocupación para este tipo fueron calculadas en un estimado presentado por el simulador basado en normativas de ASHRAE.

<b>EDIFICIO "0" - PRIMER NIVEL</b>									
	<b>No. General</b>	<b>No. Área</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Área (ft2)</b>	<b>h Piso a Piso (m)</b>	<b>h Piso a Cielo (m)</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cantidad de Personas</b>	<b>Horarios de Ocupación</b>
1	Lobby Exterior	Lobby Exterior	79.521	855.9560919	3.5	2.82	NRO	0	0
2	Lobby Interior	Lobby Interior	142.0784	1529.31769	3.5	2.82	NRO	0	0
3	Circulación	Pasillos	212.0496	2282.480689	3.5	2.82	NRO	0	0
4	Salón	O-107	96.8963	1042.982084	3.5	2.82	Clases	25	08:00 a22:00
5	Salón	O-108	76.1384	819.5461238	3.5	2.82	Clases	25	08:00 a22:00
6	Salón	O-109	90.396	973.0135044	3.5	2.82	Clases	25	08:00 a22:00
7	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	3.5	2.82	NRO	0	0
8	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	3.5	2.82	NRO	0	0
9	Bodega 1	Bodega 1	2.8	30.13892	3.5	2.82	NRO	0	0
10	Bodega 2	Bodega 2	2.8	30.13892	3.5	2.82	NRO	0	0
11	Bodega 3	Bodega 3	10.72	115.389008	3.5	2.82	NRO	0	0
12	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004	3.5	2.82	NRO	0	0
13	Bodega 4	Bodega 4	8.6	92.56954	3.5	2.82	NRO	0	0
14	IDGT	Centro Oficinas	95.6868	1029.963147	3.5	2.82	Oficinas	13	08:00 a18:00
15	IDGT	Oficina 1	16.5561	178.2082048	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
16	IDGT	Oficina 2	10.25	110.329975	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a18:00
17	IDGT	Sala Reuniones	10.32	111.083448	3.5	2.82	NRO	0	0
18	IDGT	Bodega Cocina	3.7943	40.84146577	3.5	2.82	NRO	0	0
19	IDGT	Sala Reuniones	7.4476	80.16522164	3.5	2.82	NRO	0	0
20	Bodega 5	Bodega 5	6.41	68.996599	3.5	2.82	NRO	0	0
21	Tableros Eléctricos	Tableros	3.3	35.52087	3.5	2.82	NRO	0	0

## EDIFICIO "O" - SEGUNDO NIVEL

	No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	h Piso a Piso (m)	h Piso a Cielo (m)	Actividad	Cantidad de Personas	Horarios de Ocupación
1	Circulación	Pasillos	71.8521	773.4088192	3.5	2.82	NRO	0	0
2	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	3.5	2.82	NRO	0	0
3	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	3.5	2.82	NRO	0	0
4	INDIS	Centro Oficinas	87.107	937.6110373	3.5	2.82	Oficinas	7	08:00 a 19:00
5	INDIS	Bodega	2	21.5278	3.5	2.82	NRO	0	0
6	INDIS	Sala Reuniones	18.6816	201.0868742	3.5	2.82	NRO	0	0
7	INDIS	Oficina 1	13	139.9307	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
8	INDIS	Oficina 2	9.6852	104.2505243	3.5	2.82	Oficinas	1	09:00 a 18:00
9	INDIS	Oficina 3	18.1805	195.693084	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 18:00
10	Bodega 1	Bodega 1	2.59	27.878501	3.5	2.82	NRO	0	0
11	Bodega 2	Bodega 2	2.59	27.878501	3.5	2.82	NRO	0	0
12	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004	3.5	2.82	NRO	0	0
13	Bodega 3	Bodega 3	9.229	99.3400331	3.5	2.82	NRO	0	0
14	IJ	Recepción	14.84	159.736276	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
15	IJ	Sala Reuniones	19.6	210.97244	3.5	2.82	NRO	0	0
16	IJ	Centro Oficinas	80.85	870.261315	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a 18:00
17	IJ	Oficina 1	6.59	70.934101	3.5	2.82	NRO	0	0
18	IJ	Oficina 2	5.21	56.079919	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
19	IJ	Oficina 3	5.2	55.97228	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
20	IJ	Oficina 4	5.88	63.291732	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
21	IJ	Oficina 5	14.25	153.385575	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
22	BRUJULA	Oficinas	30.16	324.639224	3.5	2.82	Oficinas	4	09:00 a 18:00
23	BRUJULA	Oficina 1	10.32	111.083448	3.5	2.82	Oficinas	2	09:00 a 18:00
24	BRUJULA	Sala Reuniones	18.76	201.930764	3.5	2.82	NRO	0	0
25	IJ	Oficinas	93.38	1005.132982	3.5	2.82	Oficinas	12	08:00 a 17:00
26	IJ	Oficina 1	15.69	168.885591	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
27	IJ	Sala Reuniones	18.58	199.993262	3.5	2.82	NRO	0	0
28	IJ	Bodega	10.45	112.482755	3.5	2.82	NRO	0	0
29	ISE	Oficinas	85.71	922.573869	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a 19:00
30	ISE	Sala Reuniones	25.44	273.833616	3.5	2.82	NRO	0	0
31	ISE	Oficina 1	4.43	47.684077	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
32	ISE	Oficina 2	4.49	48.329911	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
33	ISE	Oficina 3	7.98	85.895922	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
34	ISE	Oficina 4	49.75	535.504025	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
35	ISE	Oficina 5	7.41	79.760499	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
36	ISE	Oficina 6	7.16	77.069524	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
37	ISE	Oficina 7	19.5	209.89605	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a 17:00
38	ISE	Oficina 8	40.61	437.121979	3.5	2.82	Oficinas	4	08:00 a 17:00

### EDIFICIO "O" - TERCER NIVEL

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	h Piso a Piso (m)	h Piso a Cielo (m)	Actividad	Cantidad de Personas	Horarios de Ocupación	
1	Circulación	Pasillos	49.99	538.087361	3.5	2.82	NRO	0	0
2	Bodega 1	Bodega 1	9.15	98.489685	3.5	2.82	NRO	0	0
3	Servicio Sanitario	Hombres	4.29	46.177131	3.5	2.82	NRO	0	0
4	Servicio Sanitario	Mujeres	4.29	46.177131	3.5	2.82	NRO	0	0
5	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004	3.5	2.82	NRO	0	0
6	DIP	Oficinas	12.64	136.055696	3.5	2.82	Oficinas	3	08:00 a17:00
7	DIP	Oficina 1	8.57	92.246623	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
8	DIP	Sala Reuniones	13.91	149.725849	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a17:00
9	IDIES	Oficinas	169.5	1824.48105	3.5	2.82	Oficinas	11	08:00 a18:00
10	IDIES	Sala Reuniones	26.51	285.350989	3.5	2.82	NRO	0	0
11	IDIES	Oficina 1	13.88	149.402932	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
12	IDIES	Oficina 2	6.38	68.673682	3.5	2.82	NRO	0	0
13	IDIES	Oficina 3	8.38	90.201482	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
14	IDIES	Oficina 4	20.13	216.677307	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
15	IDIES	Oficina 5	11.03	118.725817	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
16	IDIES	Oficina 6	10.47	112.698033	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
17	IDIES	Oficina 7	6.42	69.104238	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
18	IDIES	Oficina 8	6.7	72.11813	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
19	IDIES	Oficina 9	7.97	85.788283	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
20	IDIES	Oficina 10	11.28	121.416792	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
21	IDIES	Oficina 11	8.09	87.079951	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
22	IDIES	Sala Reuniones 2	6.69	72.010491	3.5	2.82	NRO	0	0
23	IDIES	Cuarto de Maquinas	5.39	58.017421	3.5	2.82	NRO	0	0
24	IDIES	Bodega	2.71	29.170169	3.5	2.82	NRO	0	0
25	IDIES	Bodega	2.67	28.739613	3.5	2.82	NRO	0	0
26	UNOP	Centro Oficinas	18.56	199.777984	3.5	2.82	Oficinas	4	08:00 a17:00
27	UNOP	Oficina 1	13.13	141.330007	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
28	Administracion	Centro Oficinas	96.38	1037.424682	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
29	Administracion	Cocineta	9.06	97.520934	3.5	2.82	NRO	0	0
30	Administracion	Oficinas 1	15.96	171.791844	3.5	2.82	Oficinas	3	08:00 a17:00
31	DIFADI	Oficina 1	8.78	94.507042	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
32	Administracion	Oficina 2	7.65	82.343835	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a17:00
33	DIFADI	Oficina 2	7.65	82.343835	3.5	2.82	Oficinas	2	08:00 a17:00
34	UAS	Oficina 1	7.71	82.989669	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a17:00
35	Administracion	Oficina 3	15.23	163.934197	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a19:00
36	Administracion	Oficina 4	15.07	162.211973	3.5	2.82	Oficinas	3	08:00 a18:00
37	Administracion	Oficina 5	18.17	195.580063	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a20:00
38	Administracion	Oficina 6	6.4	68.88896	3.5	2.82	Oficinas	1	08:30 a18:30
39	Administracion	Sala Reuniones	35.84	385.778176	3.5	2.82	NRO	0	0
40	Administracion	Oficina 7	18.69	201.177291	3.5	2.82	Oficinas	1	08:00 a18:00
41	Administracion	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012	3.5	2.82	NRO	0	0

### 11.1.2 Áreas y sistemas HVAC

Se presentan los datos de los equipos de aire acondicionado con los que cuenta en el edificio. Para todos aquellos espacios que no poseen un servicio de este tipo, los detalles y horarios de uso quedarán en blanco.

EDIFICIO "0" - PRIMER NIVEL											
No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Horarios	Utiliza HVAC	Clasificación ASHRAE 90.1	Modelo	Marca	Capacidad	Refrigerante	EER/SEER/IEER
1	Lobby Exterior	Lobby Exterior	79.521	855.9560919	NA	NO					
2	Lobby Interior	Lobby Interior	142.0784	1529.31769	NA	NO					
3	Circulación	Pasillos	212.0496	2282.480689	NA	NO					
4	Salón	0-107	96.8963	1042.982084	NA	NO					
5	Salón	0-108	76.1384	819.5461238	NA	NO					
6	Salón	0-109	90.396	973.0135044	NA	NO					
7	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	NA	NO					
8	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	NA	NO					
9	Bodega 1	Bodega 1	2.8	30.13892	NA	NO					
10	Bodega 2	Bodega 2	2.8	30.13892	NA	NO					
11	Bodega 3	Bodega 3	10.72	115.389008	NA	NO					
12	Módulo de Gradas	Módulo de Gradas	10.36	111.514004	NA	NO					
13	Bodega 4	Bodega 4	8.6	92.56954	NA	NO					
14	IDGT	Centro Oficinas	95.6868	1029.963147	NA	NO					
15	IDGT	Oficina 1	16.5561	178.2082048	NA	NO					
16	IDGT	Oficina 2	10.25	110.329975	NA	NO					
17	IDGT	Sala Reuniones	10.32	111.083448	NA	NO					
18	IDGT	Bodega Cocina	3.7943	40.84146577	NA	NO					
19	IDGT	Sala Reuniones	7.4476	80.16522164	NA	NO					
20	Bodega 5	Bodega 5	6.41	68.996599	NA	NO					
21	Tableros Eléctricos	Tableros	3.3	35.52087	NA	NO					

### EDIFICIO "O" - SEGUNDO NIVEL

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Horarios	Utiliza HVAC	Clasificacion ASHRAE 90.1	Modelo	Marca	Capacidad	Refrigerante	EER/SEER/IEER	
1	Circulación	Pasillos	71.8521	773.4088192	NA	NO						
2	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	NA	NO						
3	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	NA	NO						
4	INDIS	Centro Oficinas	87.107	937.6110373	1xSemana 5horas	SI	Room Air Conditioner with Louvered sides	51GSR187M-OM	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	8.6 EER
5	INDIS	Bodega	2	21.5278	NA	NO						
6	INDIS	Sala Reuniones	18.6816	201.0868742	1xSemana 5horas	SI	Split System - Heat Pump (Split System)	42KHC018-7 /38	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	7.5 EER
7	INDIS	Oficina 1	13	139.9307	1xSemana 5horas	SI	Room Air Conditioner with Louvered sides	51GSR187M-OM	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	8.6 EER
8	INDIS	Oficina 2	9.6852	104.2505243	NA	NO						
9	INDIS	Oficina 3	18.1805	195.693084	Todos los días 5horas	SI	Room Air Conditioner with Louvered sides	51GSR187M-OM	Carrier	18,000 Btu/h	R-22	8.6 EER
10	Bodega 1	Bodega 1	2.59	27.878501	NA	NO						
11	Bodega 2	Bodega 2	2.59	27.878501	NA	NO						
12	Módulo de Gradadas	Módulo de Gradadas	10.36	111.514004	NA	NO						
13	Bodega 3	Bodega 3	9.229	99.3400331	NA	NO						
14	IUJ	Recepción	14.84	159.736276	NA	NO						
15	IUJ	Sala Reuniones	19.6	210.97244	NA	NO						
16	IUJ	Centro Oficinas	80.85	870.261315	NA	NO						
17	IUJ	Oficina 1	6.59	70.934101	NA	NO						
18	IUJ	Oficina 2	5.21	56.079919	NA	NO						
19	IUJ	Oficina 3	5.2	55.97228	NA	NO						
20	IUJ	Oficina 4	5.88	63.291732	NA	NO						
21	IUJ	Oficina 5	14.25	153.385575	NA	NO						
22	BRÚJULA	Oficinas	30.16	324.639224	NA	NO						
23	BRÚJULA	Oficina 1	10.32	111.083448	NA	NO						
24	BRÚJULA	Sala Reuniones	18.76	201.930764	NA	NO						
25	ILI	Oficinas	93.38	1005.132982	NA	NO						
26	ILI	Oficina 1	15.69	168.885591	NA	NO						
27	ILI	Sala Reuniones	18.58	199.993262	NA	NO						
28	ILI	Bodega	10.45	112.482755	NA	NO						
29	ISE	Oficinas	85.71	922.573869	3xSemana 5horas	SI	Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	R-410A	11.20 EER
30	ISE	Sala Reuniones	25.44	273.833616	3xSemana 5horas							
31	ISE	Oficina 1	4.43	47.684077	3xSemana 5horas							
32	ISE	Oficina 2	4.49	48.329911	3xSemana 5horas							
33	ISE	Oficina 3	7.98	85.895922	3xSemana 5horas	SI	Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	R-410A	11.20 EER
34	ISE	Oficina 4	49.75	535.504025	3xSemana 5horas							
35	ISE	Oficina 5	7.41	79.760499	3xSemana 5horas							
36	ISE	Oficina 6	7.16	77.069524	3xSemana 5horas	SI	Single Packaged Electrical	KCA090S4BN1Y	Lennox	90,000 Btu/h	R-410A	11.20 EER
37	ISE	Oficina 7	19.5	209.89605	3xSemana 5horas							
38	ISE	Oficina 8	40.61	437.121979	3xSemana 5horas	NO						



**EDIFICIO "O" - TERCER NIVEL**

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Horarios	Utiliza HVAC	Clasificacion ASHRAE 90.1	Modelo	Marca	Capacidad	Refrigerante	EER/SEER/IEER	
1	Circulación	Pasillos	49.99	538.087361	NA	NO						
2	Bodega 1	Bodega 1	9.15	98.489685	NA	NO						
3	Servicio Sanitario	Hombres	4.29	46.177131	NA	NO						
4	Servicio Sanitario	Mujeres	4.29	46.177131	NA	NO						
5	Módulo de Gradadas	Módulo de Gradadas	10.36	111.514004	NA	NO						
6	DIP	Oficinas	12.64	136.055696	NA	NO						
7	DIP	Oficina 1	8.57	92.246623	NA	NO						
8	DIP	Sala Reuniones	13.91	149.725849	NA	NO						
9	IDIES	Oficinas	169.5	1824.48105	NA	NO						
10	IDIES	Sala Reuniones	26.51	285.350989	NA	NO						
11	IDIES	Oficina 1	13.88	149.402932	NA	NO						
12	IDIES	Oficina 2	6.38	68.673682	NA	NO						
13	IDIES	Oficina 3	8.38	90.201482	NA	NO						
14	IDIES	Oficina 4	20.13	216.677307	NA	NO						
15	IDIES	Oficina 5	11.03	118.725817	NA	NO						
16	IDIES	Oficina 6	10.47	112.698033	NA	NO						
17	IDIES	Oficina 7	6.42	69.104238	NA	NO						
18	IDIES	Oficina 8	6.7	72.11813	NA	NO						
19	IDIES	Oficina 9	7.97	85.788283	NA	NO						
20	IDIES	Oficina 10	11.28	121.416792	NA	NO						
21	IDIES	Oficina 11	8.09	87.079951	NA	NO						
22	IDIES	Sala Reuniones 2	6.69	72.010491	NA	NO						
23	IDIES	Cuarto de Maquina:	5.39	58.017421	NA	NO						
24	IDIES	Bodega	2.71	29.170169	NA	NO						
25	IDIES	Bodega	2.67	28.739613	NA	NO						
26	UNOP	Centro Oficinas	18.56	199.777984	NA	NO						
27	UNOP	Oficina 1	13.13	141.330007	NA	NO						
28	Administracion	Centro Oficinas	96.38	1037.424682	NA	NO						
29	Administracion	Cocineta	9.06	97.520934	NA	NO						
30	Administracion	Oficinas 1	15.96	171.791844	NA	NO						
31	DIFADI	Oficina 1	8.78	94.507042	NA	NO						
32	Administracion	Oficina 2	7.65	82.343835	NA	NO						
33	DIFADI	Oficina 2	7.65	82.343835	NA	NO						
34	UAS	Oficina 1	7.71	82.989669	NA	NO						
35	Administracion	Oficina 3	15.23	163.934197	NA	NO						
36	Administracion	Oficina 4	15.07	162.211973	NA	NO						
37	Administracion	Oficina 5	18.17	195.580063	NA	NO						
38	Administracion	Oficina 6	6.4	68.88896	NA	NO						
39	Administracion	Sala Reuniones	35.84	385.778176	3xSemana 5horas	SI	Split System - Heat Pump	42VMC18-H / 38C	Carrier	18,500 Btu/h	R-22	10.11 EER
40	Administracion	Oficina 7	18.69	201.177291	3xSemana 5horas	SI	Room AC without louvered sides (Portable)	PS101B	Comfort-Aire	10,000 Btu/h	R-410A	9 EER
41	Administracion	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012	NA	NO						

### 11.1.3 Materiales

Descripción de materiales identificados en cada uno de los espacios del edificio "O", tanto de muros como de techos, cielos y suelo. Estos datos fueron de utilidad para simular los componentes del envolvente y entrepisos.

EDIFICIO "O" - PRIMER NIVEL																						
No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Muros Exteriores				Muros Interiores				Cielos			Suelo							
				Número	Material	Acabado	Color	Número	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color					
1	Lobby Exterior	Lobby Exterior	79.521	855.956092	Ambiente expuesto (Thermal Block independiente)												Tablayeso	blanqueado	Bianco	Concreto	Expuesto	Gris
2	Lobby Interior	Lobby Interior	142.0784	1529.31789	Ext 1	Vidrio	Traslúcido															
					Ext 2	Vidrio	Traslúcido															
					Ext 3	Ladrillo	Expuesto	Rojo														
3	Circulación	Pasillos	212.0496	2282.48089					Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Tablayeso	blanqueado	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
4	Salón	0-107	96.8963	1042.98208	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Bianco				
					Ext 2	Ladrillo	Expuesto	Rojo														
5	Salón	0-108	76.1384	819.546124	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Bianco				
6	Salón	0-109	90.396	973.013504	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Bianco				
					Ext 2	Ladrillo	Expuesto	Rojo														
7	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	Ext 1	Ladrillo	Azulejo	Bianco	Todos	Azulejo	Brillante	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
8	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	Ext 1	Ladrillo	Azulejo	Bianco	Todos	Azulejo	Brillante	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
9	Bodega 1	Bodega 1	2.8	30.13892	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
10	Bodega 2	Bodega 2	2.8	30.13892	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
11	Bodega 3	Bodega 3	10.72	115.389008	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
12	Módulo de Gradas	Módulo de Gradas	10.36	111.514004	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo				Concreto	Expuesto	Gris				
13	Bodega 4	Bodega 4	8.6	92.56954	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
14	IDGT	Centro Oficinas	95.6868	1029.96315	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int Varios	Tablayeso	Bianqueado	Azul	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
									Int pasillo	Ladrillo	Expuesto	Rojo										
15	IDGT	Oficina 1	16.5561	178.208205	Ext 1 y 2	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int 1 y 2	Tablayeso	Bianqueado	Bianco + Verde	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
									Int 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo										
17	IDGT	Sala Reuniones	10.32	111.083448	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int 2, 3, 4	Tablayeso	Bianqueado	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
									Todos	Tablayeso	Bianqueado	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
18	IDGT	Bodega Cocina	3.7943	40.8414658	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
19	IDGT	Sala Reuniones	7.4478	80.1652216	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int 1	Tablayeso	Bianqueado	Verde+ Azul	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
20	Bodega 5	Bodega 5	6.41	68.996599	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				
21	Tableros Eléctricos	Tableros	3.3	35.52087	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris				

### EDIFICIO "O" - SEGUNDO NIVEL

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Muros Exteriores				Muros Interiores				Cielos			Suelo			
				Número	Material	Acabado	Color	Número	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color	
1	Circulación	Pasillos	71.8521	773.408819					Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
2	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Azulejo	Brillante	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
3	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Azulejo	Brillante	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
4	INDIS	Centro Oficinas	87.107	937.611037	Ext	Vidrio			Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Azul	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
5	INDIS	Bodega	2	21.5278					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
6	INDIS	Sala Reuniones	18.6818	201.086874					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	R + B	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
7	INDIS	Oficina 1	13	139.9307	Ext	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	R, B, N	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
8	INDIS	Oficina 2	9.6852	104.250524	Ext	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
9	INDIS	Oficina 3	18.1805	195.693084	Ext	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	R+G	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
10	Bodega 1	Bodega 1	2.59	27.878501	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
11	Bodega 2	Bodega 2	2.59	27.878501	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
12	Módulo de Gradas	Módulo de Gradas	10.36	111.514004	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
13	Bodega 3	Bodega 3	9.229	99.3400331	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
14	IU	Centro Oficinas	14.84	159.736278	Ext	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Azul + B	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
15	IU	Sala Reuniones	19.6	210.97244					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Bianco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
16	IU	Centro Oficinas	80.85	870.261315	Ext				Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
17	IU	Oficina 1	8.59	70.934101					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
18	IU	Oficina 2	5.21	56.079919					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
19	IU	Oficina 3	5.2	55.97228					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
20	IU	Oficina 4	5.88	63.291732					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
21	IU	Oficina 5	14.25	153.385575	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
22	BRUJULA	Oficinas	30.18	324.639224	Ext 1 y 2	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
23	BRUJULA	Oficina 1	10.32	111.083448	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
24	BRUJULA	Sala Reuniones	18.76	201.930764					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
25	IU	Oficinas	93.38	1005.13298	Ext 1 y 2	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
26	IU	Oficina 1	15.69	168.885591	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
27	IU	Sala Reuniones	18.58	199.993262	Ext 2	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
28	IU	Bodega	10.45	112.482755					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
29	ISE	Oficinas	85.71	922.573889	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
30	ISE	Sala Reuniones	25.44	273.633616					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
31	ISE	Oficina 1	4.43	47.684077					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
32	ISE	Oficina 2	4.49	48.329911					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
33	ISE	Oficina 3	7.98	85.895922	Ext 1 y 2	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	B+Amarillo	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige
34	ISE	Oficina 4	49.75	535.504025	Ext 1 y 2	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige
35	ISE	Oficina 5	7.41	79.760499					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige
36	ISE	Oficina 6	7.16	77.069524					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige
37	ISE	Oficina 7	19.5	209.89605					Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige
38	ISE	Oficina 8	40.61	437.121979	Ext 1	Vidrio	Traslúcido		Int todos	Tablayeso	Blanqueado	Blanco	Cielo falso	cernido	Bianco	Cerámico	Opaco	Beige

### EDIFICIO "O" - TERCER NIVEL

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Muros Exteriores				Muros Interiores				Cielos			Suelo			
				Número	Material	Acabado	Color	Número	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color	Material	Acabado	Color	
1	Circulación	Pasillos	49.99	538.087361					Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
2	Bodega 1	Bodega 1	9.15	98.489865	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
3	Servicio Sanitario	Hombres	4.29	46.177131	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Azulejo	Brillante	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
4	Servicio Sanitario	Mujeres	4.29	46.177131	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Azulejo	Brillante	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
5	Módulo de Gradass	Módulo de Gradass	10.36	111.514004	Ext 1	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
6	DIP	Oficinas	12.64	136.055696	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
7	DIP	Oficina 1	8.57	92.246623	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
8	DIP	Sala Reuniones	13.91	149.725849	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
9	IDIES	Oficinas	169.5	1824.48105					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	Bla+Gri+Azú	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
10	IDIES	Sala Reuniones	26.51	285.350989	Ext todos	Tablayeso	Bianqueado	Bianco	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	Bianco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
11	IDIES	Oficina 1	13.88	149.402932	Ext	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
12	IDIES	Oficina 2	6.38	68.673682	Ext	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
13	IDIES	Oficina 3	8.38	90.201482	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
14	IDIES	Oficina 4	20.13	216.677307	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
15	IDIES	Oficina 5	11.03	118.725817	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
16	IDIES	Oficina 6	10.47	112.698033	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
17	IDIES	Oficina 7	6.42	69.104238	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
18	IDIES	Oficina 8	8.7	72.11813	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
19	IDIES	Oficina 9	7.97	85.788283	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
20	IDIES	Oficina 10	11.28	121.416792	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
21	IDIES	Oficina 11	8.09	87.079951	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
22	IDIES	Sala Reuniones 2	6.69	72.010491					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
23	IDIES	Cuarto de Maquinas	5.39	58.017421	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
24	IDIES	Bodega	2.71	29.170169					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
25	IDIES	Bodega	2.67	28.739613					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
26	UNOP	Centro Oficinas	18.56	199.777984					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
27	UNOP	Oficina 1	13.13	141.330007	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
28	Administración	Centro Oficinas	98.38	1037.42468					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
29	Administración	Cocineta	9.06	97.520934					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	Turquesa+Blanco	Tablayeso	blanqueado	Bianco	Granito	Pulido	Gris
30	Administración	Oficinas 1	15.96	171.791844					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
31	DIFADI	Oficina 1	8.78	94.507042					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
32	Administración	Oficina 2	7.65	82.343835					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
33	DIFADI	Oficina 2	7.65	82.343835					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
34	UAS	Oficina 1	7.71	82.989669					Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
35	Administración	Oficina 3	15.23	163.934197	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
36	Administración	Oficina 4	15.07	162.211973	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
37	Administración	Oficina 5	18.17	195.580063	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
38	Administración	Oficina 6	6.4	68.88896	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
39	Administración	Sala Reuniones	35.84	385.778176	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
40	Administración	Oficina 7	18.69	201.177291	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris
41	Administración	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012	Ext todos	Ladrillo	Expuesto	Rojo	Int todos	Tablayeso	Bianqueado	blanco	Cielo falso	oernido	Bianco	Granito	Pulido	Gris

### 11.1.4 Puertas y Ventanas

Se presenta aquí los detalles de materiales para las puertas y ventanas en el edificio "O". Las puertas y ventanas interiores no representan cargas representativas en el edificio pues cada bloque térmico se evalúa por

aspectos energéticos y no la calidad de iluminación o ventilación recibida. Los espacios con persianas interiores o protecciones solares fueron simulados tal cual se presenta en estos detalles.

EDIFICIO "O" - PRIMER NIVEL										
No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Puertas		Ventanas				
				Tipo	Material	Tipo	Material	Sombra	Persiana	
1	Lobby Exterior	Lobby Exterior	79.521	855.9560919	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	NO
2	Lobby Interior	Lobby Interior	142.0784	1529.31769	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	NO
3	Circulación	Pasillos	212.0496	2282.480689						
4	Salón	O-107	96.8963	1042.982084	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
5	Salón	O-108	76.1384	819.5461238	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
6	Salón	O-109	90.396	973.0135044	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
7	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
8	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
9	Bodega 1	Bodega 1	2.8	30.13892	Abatible	Madera				
10	Bodega 2	Bodega 2	2.8	30.13892	Abatible	Madera				
11	Bodega 3	Bodega 3	10.72	115.389008	Abatible	Madera				
12	Módulo de Gradías	Módulo de Gradías	10.36	111.514004	Abatible	Madera				
13	Bodega 4	Bodega 4	8.6	92.56954	Abatible	Madera				
14	IDGT	Centro Oficinas	95.6868	1029.963147	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
15	IDGT	Oficina 1	16.5561	178.2082048	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
16	IDGT	Oficina 2	10.25	110.329975	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
17	IDGT	Sala Reuniones	10.32	111.083448	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
18	IDGT	Bodega Cocina	3.7943	40.84146577	Abatible	Madera				
19	IDGT	Sala Reuniones	7.4476	80.16522164	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	NO
20	Bodega 5	Bodega 5	6.41	68.996599	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm		
21	Tableros Eléctricos	Tableros	3.3	35.52087	Abatible	Madera				

EDIFICIO "O" - SEGUNDO NIVEL										
No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Puertas		Ventanas				
				Tipo	Material	Tipo	Material	Sombra	Persiana	
1	Circulación	Pasillos	71.8521	773.4088192						
2	Servicio Sanitario	Hombres	20.85	224.427315	Abatible	Madera				
3	Servicio Sanitario	Mujeres	20.85	224.427315	Abatible	Madera				
4	INDIS	Centro Oficinas	87.107	937.6110373	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
5	INDIS	Bodega	2	21.5278	Abatible	Madera				
6	INDIS	Sala Reuniones	18.6816	201.0868742	Abatible	Madera				
7	INDIS	Oficina 1	13	139.9307	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
8	INDIS	Oficina 2	9.6852	104.2505243	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
9	INDIS	Oficina 3	18.1805	195.693094	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
10	Bodega 1	Bodega 1	2.59	27.878501	Abatible	Madera				
11	Bodega 2	Bodega 2	2.59	27.878501	Abatible	Madera				
12	Módulo de Gradías	Módulo de Gradías	10.36	111.514004	Abatible	Madera				
13	Bodega 3	Bodega 3	9.229	99.3400331	Abatible	Madera				
14	IU	Recepción	14.84	159.736276	Abatible	Vidrio 6mm				
15	IU	Sala Reuniones	19.6	210.97244	Abatible	Madera				
16	IU	Centro Oficinas	80.85	870.261315	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
17	IU	Oficina 1	6.59	70.934101	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
18	IU	Oficina 2	5.21	56.079919	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
19	IU	Oficina 3	5.2	55.97228	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
20	IU	Oficina 4	5.88	63.291732	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
21	IU	Oficina 5	14.25	153.385575	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
22	BRI/UILA	Oficinas	30.16	324.639224	Corrediza	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
23	BRI/UILA	Oficina 1	10.32	111.083448	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
24	BRI/UILA	Sala Reuniones	18.76	201.930764	Abatible	Madera				
25	IL	Oficinas	93.38	1005.132982	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
26	IL	Oficina 1	15.69	168.885591	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
27	IL	Sala Reuniones	18.58	199.993262	Abatible	Madera	Traslúcido	6mm	NO	SI
28	IL	Bodega	10.45	112.482755	Abatible	Madera				
29	ISE	Oficinas	85.71	922.573869	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	NO
30	ISE	Sala Reuniones	25.44	273.833616	Abatible	Madera				
31	ISE	Oficina 1	4.43	47.684077	Abatible	Vidrio 6mm				
32	ISE	Oficina 2	4.49	48.329911	Abatible	Vidrio 6mm				
33	ISE	Oficina 3	7.98	85.895922	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
34	ISE	Oficina 4	49.75	535.504025	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
35	ISE	Oficina 5	7.41	79.760499	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
36	ISE	Oficina 6	7.16	77.069524	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
37	ISE	Oficina 7	19.5	209.89605	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI
38	ISE	Oficina 8	40.61	437.121979	Abatible	Vidrio 6mm	Traslúcido	6mm	NO	SI

EDIFICIO "O" - TERCER NIVEL										
No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Puertas		Ventanas				
				Tipo	Material	Tipo	Material	Sombra	Persiana	
1	Circulación	Pasillos	49.99	538.087361						
2	Bodega 1	Bodega 1	9.15	98.489685	Abatible	Madera				
3	Servicio Sanitario	Hombres	4.29	46.177131	Abatible	Madera				
4	Servicio Sanitario	Mujeres	4.29	46.177131	Abatible	Madera				
5	Modulo de Gradass	Modulo de Gradass	10.36	111.514004	Abatible	Madera				
6	DIP	Oficinas	12.64	136.055696	Abatible	Vidrio 6mm				
7	DIP	Oficina 1	8.57	92.246623	Abatible	Vidrio 6mm				
8	DIP	Sala Reuniones	13.91	149.725849	Abatible	Madera				
9	IDIES	Oficinas	169.5	1824.48106	Abatible	Vidrio 6mm	Traslucido	6mm	NO	SI
10	IDIES	Sala Reuniones	26.51	285.350989	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
11	IDIES	Oficina 1	13.88	149.402932	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
12	IDIES	Oficina 2	6.38	68.673682	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
13	IDIES	Oficina 3	8.38	90.201482	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
14	IDIES	Oficina 4	20.13	216.677307	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
15	IDIES	Oficina 5	11.03	118.725817	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
16	IDIES	Oficina 6	10.47	112.698033	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
17	IDIES	Oficina 7	6.42	69.104238	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
18	IDIES	Oficina 8	6.7	72.11813	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
19	IDIES	Oficina 9	7.97	86.788283	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
20	IDIES	Oficina 10	11.28	121.416792	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
21	IDIES	Oficina 11	8.09	87.079951	Abatible	Madera	Traslucido	6mm		SI
22	IDIES	Sala Reuniones 2	6.69	72.010491	Abatible	Madera				
23	IDIES	Cuarto de Maquinas	5.39	58.017421	Abatible	Madera				
24	IDIES	Bodega	2.71	29.170169	Abatible	Madera				
25	IDIES	Bodega	2.67	28.739613	Abatible	Madera				
26	UNOP	Centro Oficinas	18.56	199.777984	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	NO
27	UNOP	Oficina 1	13.13	141.330007	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
28	Administracion	Centro Oficinas	96.38	1037.424682	Abatible	Vidrio 6mm				
29	Administracion	Cocineta	9.06	97.520934	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	NO
30	Administracion	Oficinas 1	15.96	171.791844	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
31	DIFADI	Oficina 1	8.78	94.507042	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
32	Administracion	Oficina 2	7.65	82.343835	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
33	DIFADI	Oficina 2	7.65	82.343835	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
34	UAS	Oficina 1	7.71	82.989669	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
35	Administracion	Oficina 3	15.23	163.934197	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
36	Administracion	Oficina 4	15.07	162.211973	Abatible	Vidrio 6mm	Traslucido	6mm	NO	SI
37	Administracion	Oficina 5	18.17	195.580063	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
38	Administracion	Oficina 6	6.4	68.88896	Abatible	Madera				
39	Administracion	Sala Reuniones	35.84	385.778176	Abatible	Vidrio 6mm	Traslucido	6mm	NO	NO
40	Administracion	Oficina 7	18.69	201.177291	Abatible	Madera	Traslucido	6mm	NO	SI
41	Administracion	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012	Abatible	Madera				

### **11.1.5 Iluminación**

Además de presentarse la cantidad de luminarias, balastos y watts que estos consumen, se presentan los detalles de otras cargas involucradas para el modelado

como los equipos de computación y de cocina que se encuentran en el edificio.

EDIFICIO "0" - SEGUNDO NIVEL

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Ocupación	Iluminación										Iluminación de Tareas			Cargas		
					Cantidad		W		LUMEN		LUMEN (W/ft2)	ASHRAE	Lighting Power Allowance	W		W (W/ft2)	Tipo	Cantidad		W (W/ft2)
					IR U 24"	IR 48"	IR U 24"	IR 48"	IR U 24"	IR 48"				Cantidad	Unidades			Cantidad	Unidades	
Circulación	Pasillos	71.8521	773.408819	17:00 a 22:00	IR U 24"	1	1	15	64	794	1.027	0.66	510.4498207							
					IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887			
Comida Sushimi	Hombres	20.95	224.457346	17:00 a 22:00	IR 48"	1	1	30	128	286	4.374	0.66	310.0307887							
					IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207			
Comida Sushimi	Mujeres	20.95	224.457346	17:00 a 22:00	IR 48"	1	1	30	128	286	4.374	0.66	310.0307887							
					IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207			
4	INDIS	Centro Oficinas	87.107	897.611037	17:00 a 19:00	IR U 24"	1	1	15	64	711	0.758	0.98	918.8588166						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
1	IMPIC	Sala Reuniones	19.8918	211.066974	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	237	1.174	1.23	248.3748397						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
2	IMPIC	Oficina 1	15.0007	0	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
3	IMPIC	Oficina 2	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
4	IMPIC	Oficina 3	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
5	Bodega 1	Bodega 1	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	0.607	1.14	242.3189988						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
6	Bodega 2	Bodega 2	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	0.607	1.14	242.3189988						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
7	Bodega 3	Bodega 3	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	0.607	1.14	242.3189988						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
8	Bodega 4	Bodega 4	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	0.607	1.14	242.3189988						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
9	III	Bodega 5	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	316	1.676	1.66	166.6466666						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
10	III	Sala Reuniones	18.6	210.07344	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
11	III	Centro Oficinas	80.85	870.261315	17:00 a 19:00	IR 48"	1	1	30	128	1313	1.509	0.98	852.8560887						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
12	III	Oficina 1	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	0.716	1.14	242.3189988						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
13	III	Oficina 2	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	0.716	1.14	242.3189988						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
14	III	Oficina 3	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	0.716	1.14	242.3189988						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
15	III	Oficina 4	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
16	BIBLIOTECA	Oficina	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	474	1.48	0.66	316.1484366						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
17	BRUJULA	Oficina 1	10.32	111.083448	17:00 a 19:00	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
18	BRUJULA	Sala Reuniones	18.76	201.930764	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	237	1.174	1.23	248.3748397						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
19	ILI	Oficinas	93.38	1005.13298	17:00 a 19:00	IR U 24"	1	1	15	64	1347	1.34	0.98	985.0303224						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
20	III	Oficina 1	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
21	III	Sala Reuniones	18.58	199.993262	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	0.79	1.23	245.9917123						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
22	III	Bodega	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	158	1.436	1.44	155.333077						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
23	ISE	Oficinas	85.71	922.573889	17:00 a 19:00	IR U 24"	1	1	15	64	1509	1.636	0.98	904.1223916						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
24	IEE	Sala Reuniones	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	474	1.734	1.43	322.6163479						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
25	IEE	Oficina 1	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	1.227	1.44	62.6466667						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
26	IEE	Oficina 2	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR U 24"	1	1	15	64	79	1.227	1.44	62.6466667						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		
27	ISE	Oficina 3	7.98	85.895922	17:00 a 19:00	IR 48"	1	1	30	128	143	1.665	1.11	95.34447342						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
28	ISE	Oficina 4	49.75	535.504025	17:00 a 19:00	IR 48"	1	1	30	128	572	1.068	1.11	594.4094678						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
29	IEE	Oficina 5	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	1.769	1.44	66.63118986						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
30	IEE	Oficina 6	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	1.769	1.44	66.63118986						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
31	IEE	Oficina 7	17.00 a 19:00	17.00 a 19:00	NRO	IR 48"	1	1	30	128	143	1.769	1.44	66.63118986						
						IR U 24"	1	1	15	64					794	1.027	0.66	510.4498207		
32	ISE	Oficina 8	40.61	437.121979	0	IR U 24"	1	1	15	64	395	0.904	1.11	485.2053967						
						IR 48"	1	1	30	128					286	4.374	0.66	310.0307887		



**EDIFICIO "0" - TERCER NIVEL**

No. General	No. Área	Área (m2)	Área (ft2)	Ocupación	Iluminación			Balastro			Lumi			Carga			LPD			Lighting Power			Iluminación de Tareas			LPD			Otras Cargas			Carga (W/FT2)
					Cantidad	Unidades	W	W	W	W	W	W	W/FT2	ASHRAE	Allowance	Cantidad	Unidades	W	W/FT2	Tipo	Cantidad	W										
1	Circulación	Pasillos	49.99	538.087361	17:00 a 22:00	3	2	40	45	240	285	0.52965	0.66	355.1376583																		
2	Bodega 1	Bodega 1	9.15	98.489685	NRO	1	2	32	15	64	79	0.80211	0.63	62.04850155																		
3	Servicio Sanitario	Hombres	4.29	46.177131	17:00 a 22:00	2	4	32	30	256	286	6.19354	0.98	45.26358838																		
4	Servicio Sanitario	Mujeres	4.29	46.177131	17:00 a 22:00	2	4	32	30	256	286	6.19354	0.98	45.26358838																		
5	Módulo de Gradas	Módulo de Gradas	10.36	111.514004	0	1	2	32	15	64	79	0.70843	0.69	76.94466276																		
6	DIP	Oficinas	12.64	136.055696	0	3	2	32	45	192	273	2.00653	0.98	133.3345621											Compus escritorio	3	280	6.17394				
7	DIP	Oficina 1	8.57	92.246623	0	1	2	18		36														Ventilador Pro	1	0						
8	DIP	Sala Reuniones	13.91	149.725849	0	1	2	32	15	64	79	0.85684	1.11	102.8997515										Compus escritorio	1	280	3.03534					
9	IDIES	Oficinas	169.6	1824.48105	17:00 a 19:00	1	2	40	15	80	174	1.16212	1.23	184.1627943										Compus escritorio	4	280	7.48034					
10	IDIES	Sala Reuniones	26.51	285.350989	NRO	1	2	32	15	64	79	0.70843	0.69	76.94466276										Ventilador	1	0						
11	IDIES	Oficina 1	13.88	149.402932	0	1	2	32	45	192	273	2.00653	0.98	133.3345621										Compus escritorio	1	280	6.17394					
12	IDIES	Oficina 2	6.38	68.673682	NRO	1	2	40	15	80	95	1.38335	1.11	78.22778702										Impresora Pequeña	1	280	2.60896					
13	IDIES	Oficina 3	8.38	90.201482	17:00 a 19:00	1	2	40	15	80	95	1.0532	1.11	100.123845										Impresora Grande	1	280	3.10416					
14	IDIES	Oficina 4	20.13	216.677307	17:00 a 19:00	1	2	40	15	80	95	0.43844	1.11	240.5118108										Microondas	1	1300	0.71253					
15	IDIES	Oficina 5	11.03	118.725817	0	1	2	40	15	80	95	0.80016	1.11	131.7856569										Oasis	1	600	0.27405					
16	IDIES	Oficina 6	10.47	112.698033	0	1	2	40	15	80	95	0.84296	1.11	125.0948166										Cafetera	1	750	0.41108					
17	IDIES	Oficina 7	6.42	69.104238	0	1	2	40	15	80	95	1.37473	1.11	76.70570418										Mini Refri	1	375	0.20554					
18	IDIES	Oficina 8	6.7	72.11813	17:00 a 19:00	1	2	40	15	80	95	1.31728	1.11	80.0511243										Ventilador	3	0						
19	IDIES	Oficina 9	7.97	85.788283	17:00 a 19:00	1	2	40	15	80	95	1.10738	1.11	95.22499413										Compus escritorio	1	280	3.26385					
20	IDIES	Oficina 10	11.28	121.416792	0	1	2	40	15	80	95	0.78243	1.11	134.7726391										Ventilador	1	0						
21	IDIES	Oficina 11	8.09	87.079951	0	1	2	40	15	80	95	1.09095	1.11	96.65874561										Compus escritorio	1	280	3.21544					
22	IDIES	Sala Reuniones 2	6.69	72.010491	NRO	1	4	40	15	160	270	3.74945	1.23	88.57290393																		
23	IDIES	Cuarto de Maquinas	5.39	58.017421	NRO	1	2	32	15	64	79	1.36166	0.95	55.11654995																		
24	IDIES	Bodega	2.71	29.170169	NRO	1	2	32	15	64	79	2.70825	0.63	18.37720647																		
25	IDIES	Bodega	2.67	28.739613	NRO	1	2	32	15	64	79	2.74882	0.63	18.10595619																		
26	UNOP	Centro Oficinas	18.56	199.777084	17:00 a 19:00	1	4	32	15	128	412	2.06229	0.98	195.7824243										Compus escritorio	4	280	5.60622					
27	UNOP	Oficina 1	13.13	141.330007	17:00 a 19:00	2	2	32	15	64	158	1.11795	1.11	156.8763078										Ventilador	1	0						
28	Administración	Centro Oficinas	96.38	1037.424682	17:00 a 20:00	2	2	32	30	128	158	1.11795	1.11	156.8763078										Compus escritorio	1	280	1.98118					
29	Administración	Cocheta	9.06	97.520934	NRO	1	4	17	60	272	682	0.6574	0.98	1016.676188										Compus escritorio	1	280	0.2699					
30	Administración	Oficinas 1	15.96	171.791844	17:00 a 18:00	1	2	32	15	64	162	1.96736	1.11	91.40165685										Oasis	1	600	5.1271					
31	DIFADI	Oficina 1	8.76	94.507042	17:00 a 18:00	1	4	17	15	68	162	1.96736	1.11	91.40165685										Refrigeradora	1	375	3.84533					
32	Administración	Oficina 2	7.65	82.343835	17:00 a 18:00	2	4	17	30	136	166	2.01594	1.11	91.40165685										Microondas	1	1300	13.3305					
33	DIFADI	Oficina 2	7.65	82.343835	17:00 a 18:00	2	4	17	30	136	166	2.01594	1.11	91.40165685										Cafetera	1	750	7.69066					
34	UAS	Oficina 1	7.71	82.989669	0	2	4	40	80	320	350	4.21739	1.11	92.11853259										Mini refri	1	375	3.84533					
35	Administración	Oficina 3	15.23	163.934197	17:00 a 18:00	6	1	25	0	150	150	0.915	1.11	181.9669587										Compus escritorio	2	280	3.416					
36	Administración	Oficina 4	15.07	162.211973	17:00 a 18:00	6	1	25	0	150	150	0.92472	1.11	180.05529										Ventilador Pro	3	280	5.17841					
37	Administración	Oficina 5	18.17	195.580063	17:00 a 20:00	6	1	25	0	150	150	0.76695	1.23	240.5634775										Compus escritorio	3	280	4.29482					
38	Administración	Oficina 6	6.4	68.88896	17:00 a 18:00	2	1	25	0	60	50	0.72561	1.11	76.4667456										Impresora pequeña	1	0						
39	Administración	Sala Reuniones	35.84	385.778176	NRO	8	1	25	0	200	200	0.51843	1.23	474.5071565										Ventilador Pro	1	0						
40	Administración	Oficina 7	18.69	201.177291	17:00 a 19:00	2	2	32	30	128	158	0.78538	1.11	223.306793										Compus escritorio	1	280	4.08451					
41	Administración	Sala Reuniones 2	11.08	119.264012	NRO	2	2	32	30	128	158	1.32479	1.23	146.6947348										Impresora pequeña	1	0						

## 11.2 FICHAS TÉCNICAS

Como parte del material de soporte que se solicita en los requerimientos a presentar para cumplir con el

Las fichas técnicas de algunos equipos fueron identificadas para poseer los datos precisos sobre el funcionamiento de estos, que, a manera de complemento y fundamento de los resultados en la simulación, se presentan en esta sección para consultas al respecto.

### 11.2.1 Línea Base

Algunos datos de las fichas técnicas en la línea base fueron los más acercados a los equipos actuales, principalmente en los sistemas de HVAC. Por lo tanto, algunos pueden no ser precisamente los que posee el edificio, pero dan la pauta para tener idea de sus consumos energéticos.

Se hace mención que NO todas las fichas técnicas fueron localizadas en el caso de las luminarias, pero se presentan algunas para tener una base comparativa para el resto.

### Luminarias Fluorescentes

- ✓ PHILIPS LED 50W FOCO
- ✓ PHILIPS T8-32W PLUS
- ✓ PHILIPS T8-32W TL850
- ✓ PHILIPS T12-40W ALTO
- ✓ PHILIPS T12-40W U-BEND6
- ✓ SYLVANIA T3 SPRIAL



## Essential LV MR16

ESS 50W GU5.3 12V 36D CD 1BC/10

The Essential LV MR16 is part of the Philips "Value for Money" ranges. It is a good choice for professional end-users looking for high-quality accent light to create contrast in shops, hotels and restaurants.

### Product data

General Information	
Cap-Base	GU5.3 [ GU5.3]
Philips Code	14600
Operating Position	UNIVERSAL [ Any or Universal (U)]
ANSI Code Halogen	EXN
Nominal Lifetime (Nom)	2000 h
Switching Cycle	8000X

Light Technical	
Beam Angle (Nom)	36 °
Luminous Intensity (Max)	1200 cd
Rated Beam Angle	36 °
Correlated Color Temperature (Nom)	3000 K
Color Rendering Index (Nom)	100

Operating and Electrical	
Power (Rated) (Nom)	50 W
Lamp Current (Nom)	4.17 A
Starting Time (Nom)	0.0 s
Voltage (Nom)	12 V

Controls and Dimming	
Dimmable	Yes

Approval and Application	
Energy Efficiency Label (EEL)	B
Energy Consumption kWh/1000 h	53 kWh

Luminaire Design Requirements	
Cap-Base Temperature (Max)	250 °C

Product Data	
Full product code	872790083169600
Order product name	ESS 50W GU5.3 12V 36D CD 1BC/10
EAN/UPC - Product	8727900831696
Order code	926000850005
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	10
Material Nr. (12NC)	926000850005
Net Weight (Pieces)	0.032 kg
ILCOS Code	HRGI-50-12-GU5.3-50/36

## T8 Plus

F32T8/TL865 PLUS/ALTO/XPT 30PK

Philips PLUS T8 lamps are energy-efficient lighting solutions and offer long life.

### Product data

General Information	
Cap-Base	G13 [ Medium Bi-Pin Fluorescent]
Life 12-Hr Programstart [Hrs]	44000 h
Life 12-Hr Instant Start [Hrs]	36000 h
Life 3-Hr Program Start [Hrs]	38000 h
Life 3-Hr Instant Start [Hrs]	30000 h
Features	ALTO® Plus
Footnotes Fluorescent/CFL 1	Circle E: The encircled E means this bulb meets Federal minimum efficiency standards.

Light Technical	
Color Code	TL865 [ CCT of 6500K (865)]
Luminous Flux (Nom)	2750 lm
Color Designation	TL865
Design Mean Lumens	2610 lm
Correlated Color Temperature (Nom)	6500 K
Color Rendering Index (Nom)	82

Operating and Electrical	
Power (Rated) (Nom)	32 W

Mechanical and Housing	
Cap-Base Information	Green Base
Nominal Length (Inch)	48

Approval and Application	
Energy Saving Product	Energy Saving
Picogram Per Lumen Hour	22 pg/m.h
Mercury (Hg) Content (Nom)	1.7 mg

Product Data	
Order product name	F32T8/TL865 PLUS/ALTO/XPT 30PK
EAN/UPC - Product	046677281960
Order code	927852086510
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	30
Material Nr. (12NC)	927852086510
Net Weight (Piece)	0.001 kg



## T8 Standard

F32T8/TL850 ALTO 30PK

Philips T8 lamps are energy-efficient lighting solutions.

### Product data

General Information	
Cap-Base	G13 [ Medium Bi-Pin Fluorescent]
Life 12-Hr Programstart [Hrs]	36000 h
Life 12-Hr Instant Start [Hrs]	30000 h
Life 3-Hr Program Start [Hrs]	30000 h
Life 3-Hr Instant Start [Hrs]	24000 h
Features	ALTO8 (ALTO)
Footnotes Fluorescent/CFL 1	Circle E- The encircled E means this bulb meets Federal minimum efficiency standards.

Light Technical	
Color Code	TL850 [ CCT of 5000K (850)]
Initial lumen (Nom)	2850 lm
Color Designation	TL850
Design Mean Lumens	2710 lm
Correlated Color Temperature (Nom)	5000 K
Color Rendering Index (Nom)	82

Operating and Electrical	
Power (Rated) (Nom)	32 W

Mechanical and Housing	
Cap-Base Information	Green Base
Nominal Length (Inch)	48

Approval and Application	
Energy Saving Product	Energy Saving
Picogram Per Lumen Hour	26 pg/lm.h
Mercury (Hg) Content (Nom)	1.7 mg

Product Data	
Order product name	F32T8/TL850 ALTO 30PK
EAN/UPC - Product	048677281564
Order code	281568
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	30
Material Nr. (12NC)	927869785013
Net Weight (Piece)	0.001 kg

Datasheet, 2016, December 22

data subject to change



## Retail Sales T12

F40T12/DX ALTO 10PK

High Performance, Long Life, Environmentally-Responsible Lamps These high performance lamps are ideal for applications where high lumens, long life and high CRI are required.

### Product data

General Information	
Cap-Base	G20 [ Medium Bi-Pin Fluorescent]
Life 3-Hr Start [Hrs]	28000 h
Life With 3 Hour Per Day Use	7 a
Features	ALTO8 (ALTO)

Light Technical	
Color Code	87
Luminaire-Pin (Nom)	2028 lm
Color Designation	Daylight Deluxe
Design Mean Lumens	2028 lm
Correlated Color Temperature (Nom)	8000 K
Color Rendering Index (Nom)	88

Operating and Electrical	
Power (Rated) (Nom)	40 W

Mechanical and Housing	
Cap-Base Information	Green Base

Approval and Application	
Energy Saving Product	Not Applicable
Mercury (Hg) Content (Nom)	4.4 mg

Product Data	
Order product name	F40T12/DX ALTO 10PK
EAN/UPC - Product	821480728730
Order code	82148000708
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	82148000708
Net Weight (Piece)	0.020 kg

Datasheet, 2016, October 10

data subject to change



## U-Bent Rapid Start T12

FB40DX/6 12PK

Philips T12 fluorescent lamps provide high performance and long life in a wide range of sizes, shapes, and types.

### Product data

General Information		Nominal Length (Inch)	
Cap-Base	G13 [ Medium Bi-Pin Fluorescent]	Nominal Length (Inch)	22.44
Life 3-Hr Start [hrs]	18000 h	<b>Approval and Application</b>	
<b>Light Technical</b>		Energy Saving Product	Not Applicable
Color Code	57	Mercury (Hg) Content (Nom)	10.0 mg
Initial lumen (Nom)	2250 lm	<b>Product Data</b>	
Color Designation	Daylight Deluxe	Order product name	FB40DX/6 12PK
Design Mean Lumens	1950 lm	EANUPC - Product	046677219932
Correlated Color Temperature (Nom)	6500 K	Order code	219931
Color Rendering Index (Nom)	90	Numerator - Quantity Per Pack	1
<b>Operating and Electrical</b>		Numerator - Packs per outer box	12
Power (Rated) (Nom)	40 W	Material Nr. (12NC)	927862005704
<b>Mechanical and Housing</b>		Net Weight (Piece)	0.300 kg
Cap-Base Information	Aluminium [ Aluminium Cap]		

Datasheet, 2016, November 23

data subject to change

## SYLVANIA

Ahorrador de energía Espiral 25W 6500K P35094-33

Producto seleccionado: Ahorrador de energía Espiral 25W 6500K P35094-33

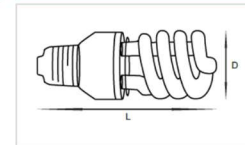
### Base (Imagen)



### Imagen del Producto



### Dibujo en líneas del producto



### Atributos del producto

Descripción comercial	Espiral 25W
Forma del bulbo	Espiral
Terminado del bulbo/Color de luz	Luz día
Potencia Nominal (W)	25
Tensión Nominal (V)	120
Base	E27
Longitud máxima L (mm)	136
Diámetro D (mm)	52
Temperatura de color (K)	6500
Temperatura máxima de operación	
Vida promedio (Horas)	8000
Flujo luminoso a 25° C (Lm)	1375
Índice rendimiento de color (IRC)	80
Estándares Industriales	RETIE: CIDET #03068
Código de producto	P35094-33

### Curva depreciación Flujo Luminoso



### Descripción de producto

Lampara en espiral de 25W con un balasto integral de 120V, base media de enroscar, temperatura de color de 6500K e índice de rendimiento de color de 80.

## Sistemas de HVAC

### ✓ Carrier Unidades de Ventana

Model		51GSR187M-0M	51GSR247M-0M	51GSD187M-0C	51GSD247M-0C	51GSD187M-1C	51GSD247M-1C
Cool only / Electric heater / Heat pump		Cooling only	Cooling only	Cooling only	Cooling only	Cooling only	Cooling only
Feature		-	-	-	-	Blue Fins	Blue Fins
Size		018	024	018	024	018	024
Compressor Type		Rotary	Rotary	Reciprocating	Reciprocating	Reciprocating	Reciprocating
Ambient (High / Medium / Standard)		High	High	High	High	High	High
Cooling capacity	kW	5.28	7.03	5.28	7.03	5.28	7.03
Cooling capacity	Btu/hr	18000	24000	18000	24000	18000	24000
Power input - Cooling	W	2100	2650	2450	3100	2450	3100
Current Input - Cooling	A	9	11,6	11	14	11	14
EER	Btu/hr/w	8.6	9.1	7.3	7.7	7.3	7.7
Heating Capacity	kW						
Heating Capacity	Btu/hr						
Power Input - Heating	W						
Current Input - Heating	A						
C.O.P*	W/W						
Air flow (L / M / H)	CFM	430/370/320	510/450/400	430/370/320	510/450/400	430/370/320	510/450/400
Dimensions (L x H x D)	mm	660 x 433 x 755	660 x 433 x 755	660 x 433 x 755	660 x 433 x 755	660 x 433 x 755	660 x 433 x 755
Weight	kg	61	66	70	74	70	74
Refrigerant		R22	R22	R22	R22	R22	R22
Noise level indoor**	dB(A)	51	53	52	54	52	54
Fan Motor Type		totally enclosed	totally enclosed	totally enclosed	totally enclosed	totally enclosed	totally enclosed
Air Filtration Type		Anti Bacterial	Anti Bacterial	Anti Bacterial	Anti Bacterial	Anti Bacterial	Anti Bacterial
Power Supply	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50

✓ Carrier Mini Split

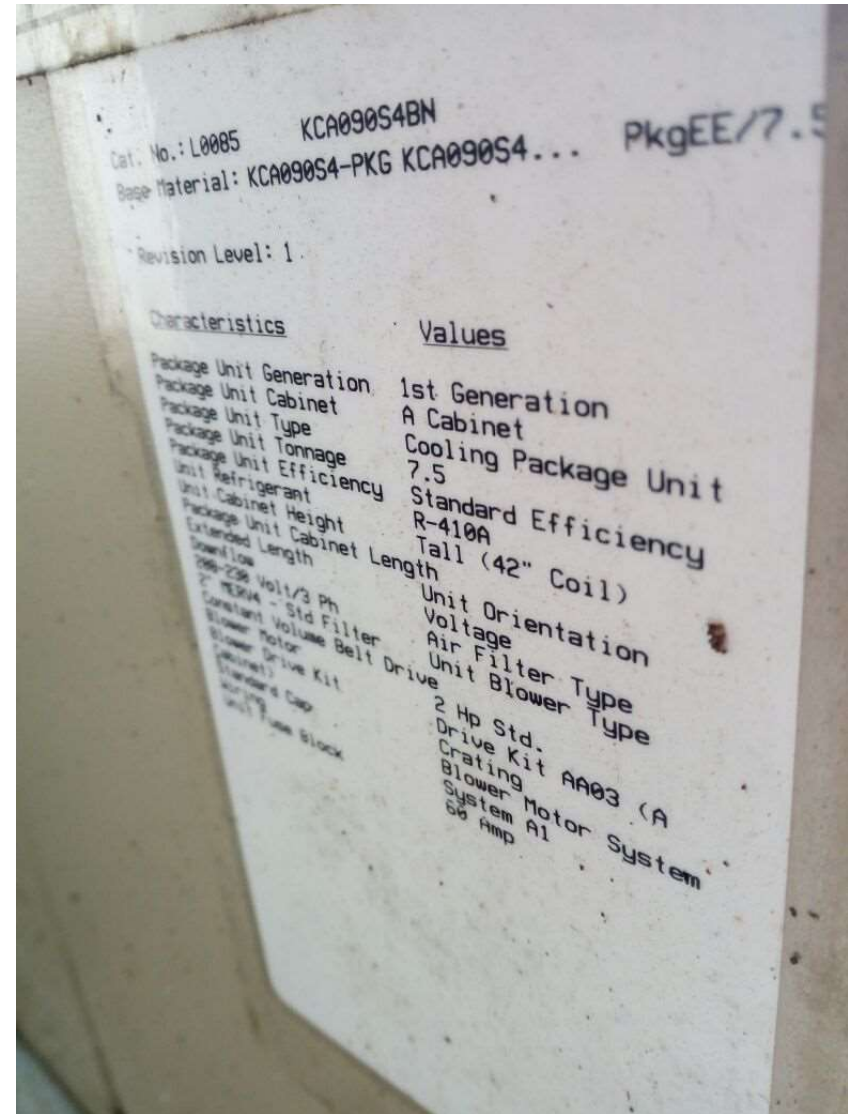
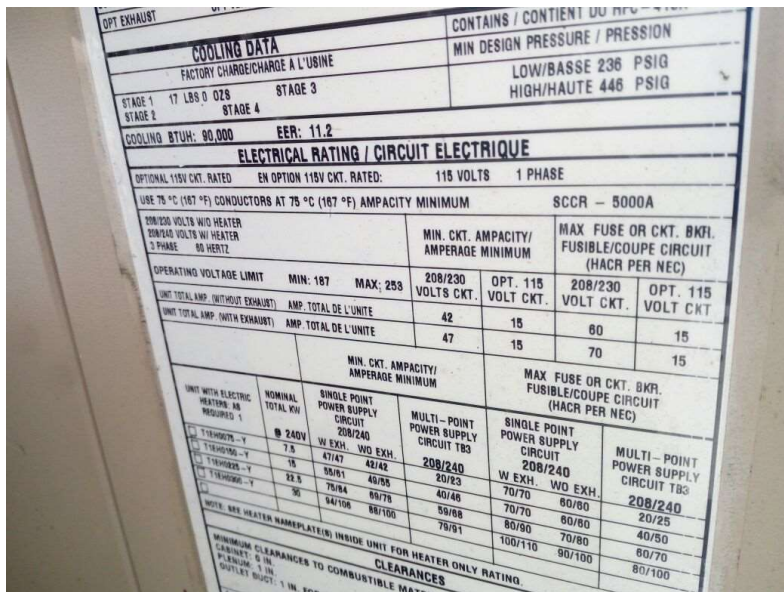
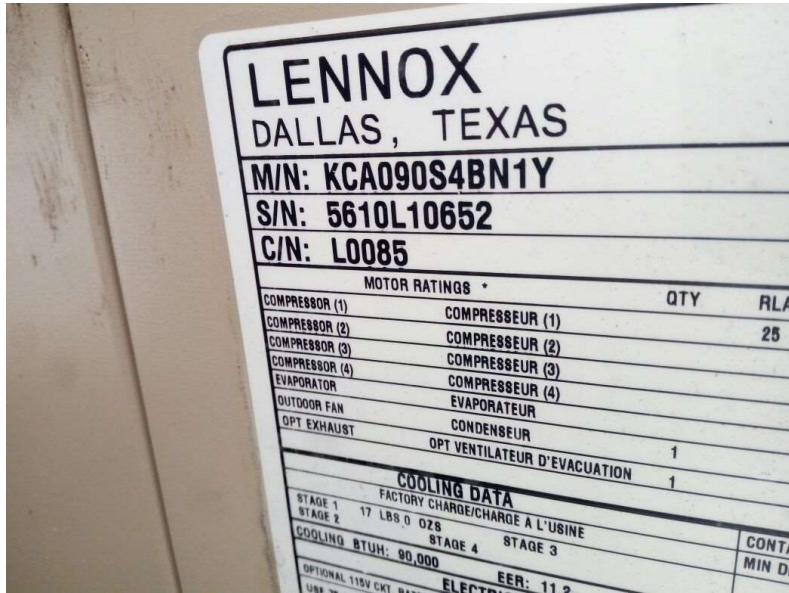
System size		18	24	30	36
Indoor unit model		42KHC018-7	42KHD024-7	42XP090C7	42XP100C7
Outdoor unit model		38HKC018US70	38HKC024US70	38XP090C7	38XP100C7
Cooling capacity	Btu/h	18000	24000	30000.0	35500.0
Cooling capacity	kW	5.28	7.03	8.8	10.4
Power input (Outdoor + Indoor)	W	2400	3000	3308	4160
E.E.R.	Btu/Hr/w	7.5	8	9.1	8.5
Indoor unit model		42KHC018-7	42KHD024-7	42XP090C7	42XP100C7
Dehumidification	l/h	2.2	2.8	3.7	4.2
Nominal air flow (low/med/high)	CFM	413/472/536	489/539/594	530/630/730	630/730/830
Sound pressure (low/med/high)	dB(A)	38/41/44	44/46/48	43/45/47	45/47/49
Sound power (low/med/high)	dB(A)	51/54/57	51/54/57	48/51/53	48/51/53
Dimensions (LxHxD)	mm	1080x295x196	1080x295x106	1460x340x240	1460x340x240
Weight	kg	14	14	23	23
Power supply	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230/1/50	230/1/50
Outdoor unit model		38HKC018US70	38HKC024US70	38XP090C7	38XP100C7
Compressor type		Reciprocating	Reciprocating	Rotary	Reciprocating
Refrigerant type		R22	R22	R22	R22
Maximum pipe length	m	20	20	25	25
Maximum height difference	m	10	10	15	15
Sound pressure @ 1,5 m	db(A)	55	57	64	64
Sound power	db(A)	67	69	69	69
Dimensions (LxHxD)	mm	918x705x387	918x705x387	800x800x300	800x1065x300
Weight	kg	56	63	69	81
Outdoor Fan Motor Type		Totally enclosed	Totally enclosed	Totally enclosed	Totally enclosed
Pipe Connection type		Flare	Flare	Flare	Flare
Pipe Connection Size	Liquid	3/8"	3/8"	1/4"	3/8"
	Suction	5/8"	5/8"	5/8"	3/4"
Power supply	V-ph-Hz	200-240/1/50	200-240/1/50	200-240/1/50	200-240/1/50

✓ Carrier Floor/Ceiling Unit

System size		14	18	24
Indoor unit model	Heat pump	42VMC14-H	42VMC18-H	42VMC24-H
Outdoor unit model	Heat pump	38QG15-H	38QG18-H	38QG24-H
Cooling capacity	kW	4.10	5.42	7.03
Cooling capacity	Btu/hr	14000	18500	24000
Power input (Outdoor + Indoor)	W	1235	1830	2520
E.E.R.	W/W	3.27	2.96	2.79
E.E.R.	Btu/hr/w	11.34	10.11	9.52
Heating capacity	kW	3.52	5.27	7.03
Heating capacity	Btu/hr	12000	18000	24000
Power input (Outdoor + Indoor)	W	1130	1695	2480
C.O.P	W/W	3.11	3.11	2.84
Indoor unit model		42VMC14-H	42VMC18-H	42VMC24-H
Dehumidification	l/h	1.7	2	2.2
Nominal air flow (low/med/high)	CFM	275/320/360	288/343/422	348/428/528
Sound Pressure (low/med/high)	dB(A)	41/42/43	41/44/48	44/47/52
Sound Power (low/med/high)	dB(A)	45/46/47	45/48/52	48/51/56
Dimensions (LxHxD)	mm	1000x598x200	1000x598x200	1000x598x200
Weight	kg	18	18	20
Indoor Fan Motor Type	PSC - Totally Enclosed			



✓ LENNOX Single Packaged Unit



✓ Comfort-Aire – Portable AC Unit

**PS- 81B & PS-101B**



- 8,000, 10,000 BTUH cooling only models
- Auto operation and sleep mode
- Single air filters
- 48" single hose
- Automatic louver swing

**PS-121B**



- 12,000 BTUH cooling only models
- Auto operation and sleep mode
- Two air filters
- 48" single hose
- Automatic louver swing

**PSH-141A**



- 14,000 BTUH cooling, 11,000 BTUH heating
- Cooling and heating in a single unit
- Auto operation, sleep mode
- Two air filters
- 48" single hose
- Automatic louver swing

**Portable Air Conditioner**

**Power 115-1-60**

Model	Cooling (Heating) BTUH	Approx. Sq. Ft. Cooling	EER (COP)	Humidity Removal Pts/Hr.	Sound Level dBa	Max. CFM	Amps Cooling (Heating)	Cooling Fan Speeds	Dimensions H x W x D (inches)	Shipping weight (lbs)
PS-81B	8,000	300-350	8.9	2.32	56/52	209	8.0	3/3	27 <sup>11</sup> / <sub>16</sub> x 13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> x 14	60
PS-101B	10,000	400-450	9.0	2.74	55/51	206	9.8	3/3	27 <sup>11</sup> / <sub>16</sub> x 13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> x 14	62
PS-121B	12,000	450-550	8.9	3.38	51/49/47	292	11.8	3/3	30 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> x 18 <sup>5</sup> / <sub>16</sub> x 13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	78
<b>Cool and Heat Model</b>										
PSH-141A	14,000 / 11,000	550-700	8.9	2.96	55/54/53	297	11.9 / 10.8	3/3	30 <sup>13</sup> / <sub>16</sub> x 18 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> x 15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	83

Design, specifications and materials subject to change without notice.



## 11.2.2 Propuesta de Diseño

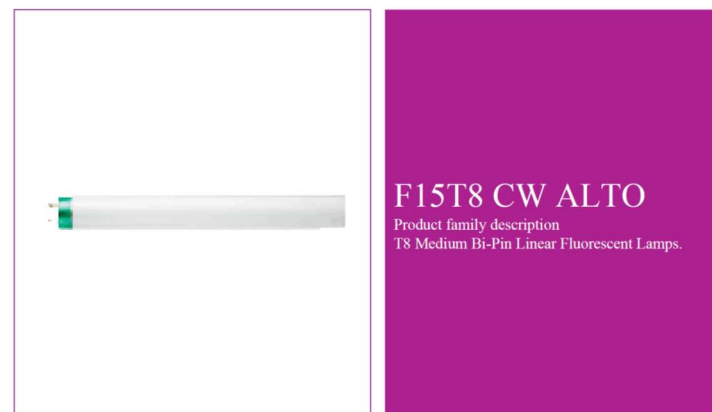
Aquí se presentan las fichas técnicas de los equipos propuestos para la propuesta de diseño.

### Luminarias Fluorescentes

- ✓ PHILIPS F15T8\_CW\_ALTO
- ✓ PHILIPS F32T8 ADV850 EW ALTO 28W

### Luminarias LED

- ✓ LUXLITE LX T8 (AMBAS DE 15W Y 18W)



#### Features/Benefits

- Requires use of starters.

#### Applications

- Offer impressive lighting economics for modernizing, expanding facilities or new construction.

#### Notes

- Rated average life under specified test conditions with lamps turned off and restarted no more frequently than once every 3 operating hours. Lamp life is appreciably longer if lamps are started less frequently. (202)
- Approximate Initial Lumens. The lamp lumen output is based upon lamp performance after 100 hours of operating life, when the output is measured during operation on a reference ballast under standard laboratory conditions. (203)
- For expected lamp lumen output, commercial ballast manufacturers can advise the appropriate Ballast Factor for each of their ballasts when they are informed of the designated lamp. The Ballast Factor is a multiplier applied to the designated lamp lumen output. (204)
- Design Lumens are the approximate lamp lumen output at 40% of the lamp's Rated Average Life. This output is based upon measurements obtained during lamp operation on a reference ballast under standard laboratory conditions. (208)
- Life is based upon household usage of 6 hours average usage per day, 7 days per week. See individual product packaging for details. (240)

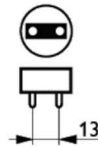
Product data	
Product Number	367201
Full product name	F15T8 CW ALTO
Ordering Code	F15T8/CW/ALTO
Pack type	1 Lamp
Pieces per Sku	1
Skus/Case	24
Pack UPC	046677367206
EAN2US	
Case Bar Code	50046677367201
Successor Product number	
Base	Medium Bi-Pin [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Base Information	Green Base

**PHILIPS**

Product data	
Bulb	T8
Packing Type	ILP [1 Lamp]
Packing Configuration	24
Life with 3h day use [years]	3an
Type	F15T8
Feature	ALTO®
Rated Avg. Life [3 hr Start]	7500 hr
Ordering Code	F15T8.CW.ALTO
Pack UPC	046677367206
Case Bar Code	50046677367201
Watts	15W
Mercury (Hg) Content	1.4 mg
Picogram per Lumen Hour	244 p/LuHr
Color Code	33
Color Rendering Index	62 Ra8
Color Designation	Cool White
Color Description	Cool White Plus
Color Temperature	4100 K
Initial Lumens	870 Lm
Design Mean Lumens	765 Lm
Nominal Length [inch]	18
Product Number	367201



F-T8-PH Med Bipin GB



Base Medium Bi-Pin



## Energy Advantage T8

F32T8 28W ADV850 EW ALTO

Philips Energy Advantage T8 lamps offer high energy savings without sacrificing performance.

### Product data

#### • General Characteristics

Base	Medium Bi-Pin [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Base Information	Green Base
Bulb	T8
Energy Saving	Energy Saving
Rated Avg Life [12-Hr Prog St]	44000 hr
Rated Avg Life [12-Hr Inst St]	38000 hr
Rated Avg Life [3-Hr Prog St]	38000 hr
Rated Avg Life [3-Hr Inst St]	32000 hr

#### • Light Technical Characteristics

Color Code	Advantage 850 [CCT of 5000K]
Color Rendering Index	82 Ra8
Color Designation	Advantage 850
Color Temperature	5000 K
Lumens (Brightness)	2675 Lm
Design Mean Lumens	2595 Lm

#### • Electrical Characteristics

Energy Used	28 W
-------------	------

#### • Environmental Characteristics

Mercury (Hg) Content	1.7 mg
----------------------	--------

Picogram per Lumen Hour	27 p/LuHr
-------------------------	-----------

#### • Product Dimensions

Nominal Length [inch]	48
-----------------------	----

#### • Footnotes

Footnotes Fluorescent/CFL	920 [Circle E- The encircled E means this bulb meets Federal minimum efficiency standards.]
---------------------------	---

#### • Product Data

Order code	927852285103
Full product code	927852285103
Full product name	F32T8 28W ADV850 EW ALTO
Order product name	F32T8/ADV850/EW/ALTO 28W
Pieces per pack	1
Packing configuration	30
Packs per outerbox	30
Bar code on pack - EAN1	46677281052
Bar code on outerbox - EAN3	50046677281057
Logistic code(s) - 12NC	927852285103
Net weight per piece	0.001 kg

# PHILIPS

# PHILIPS



T8

PRODUCT INDEX

LED TUBE



LX-T8

Ra > 70 100LM/W PF > 0.55 2Years

Application



Suitable For Indoor Place

Detailed Parameters

Model Number	LX-T8-6-10	LX-T8-9-14	LX-T8-12-18	LX-T8-15-24
Power	10W	14W	18W	24W
PF	>0.5	>0.5	>0.5	>0.5
Lumens	1000LM	1400LM	1800LM	2400LM
Input Voltage	165-265V/85-265V	165-265V/85-265V	165-265V/85-265V	165-265V/85-265V
CCT	3000K/4000K/6400K	3000K/4000K/6400K	3000K/4000K/6400K	3000K/4000K/6400K
Ra	>70	>70	>70	>70
Beam Angle	270°	270°	270°	270°
Lamp Size(mm)	φ 25*600	φ 25*900	φ 25*1200	φ 25*1500
Package	Cushion	Cushion	Cushion	Cushion
PCS/CTN	30	30	30	30
MEAS(cm)	63*17.5*17	93.5*17.5*17	124*17.5*17	154.5*16.5*18
40HQ	108840	73320	55290	44430



LUXLITE INDUSTRY CO.,LTD

Add: 13rd Hawei Rd, Lane 1 st, Xixian Town, Zhongshan, Guangdong, China  
 WhatsApp/Wechat/Mob: +86-18670403398  
 Fax: +86-0760-22125700  
 Email: export@luxlite.com



Sistemas de HVAC

✓ CARRIER - Unidad de Ventana



Confíe en los Expertos

sensation



- Función de Autoencendido
- Extensa salida de aire
- Control de flujo de aire automático
- Ventilación de aire fresco
- Modelos deslizables



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Modelo		51KWF093030	51KWF0123030	51KWF0183030	51KWF0213030
Fuente de Energía	Ph-V-Hz	208-230V~ 60Hz, 1Ph	208-230V~ 60Hz, 1Ph	208-230V~ 60Hz, 1Ph	208-230V~ 60Hz, 1Ph
Enfriamiento	Capacidad	Btuh	9000	12000	18000
	Consumo	W	850	1170	1760
	Corriente	A	4.0	5.1	7.7
	EER	W/W	3.1	3.1	3.1
Máximo Consumo	W	1100	1500	2100	2450
Máxima Corriente	A	5	6.5	10	12.5
Nivel de sonido interior (Alto/Medio/Bajo)	dB(A)	55/51/47	54/51/46	58/56/52	55/54/53
Nivel de sonido exterior (Alto/Medio/Bajo)	dB(A)	63/60/57	64/61/57	61/59/57	58/57/56
Refrigerante	kg	R410A/0.5	R410A/0.53	R410A/0.75	R410A/1
Diseño de presión	MPa	4.2/1.5	4.2/1.5	4.2/1.5	4.2/1.5
Tipo de control		Control Remoto	Control Remoto	Control Remoto	Control Remoto
Temperatura de funcionamiento		17-43	17-43	17-43	17-43
Área de aplicación	Pies <sup>2</sup>	350-400	450-550	700-1000	1000-1200
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Alto)	mm	600x560x380	600x560x380	660x680x428	660x780x428
Dimensiones del empaque (Ancho x Profundidad x Alto)	mm	685x620x430	685x620x430	746x815x515	770x915x510
Peso Bruto/Neto	Kg	35/40	36/41	53/57	59/63.5
Cantidad en contenedor de 20' / 40'HQ	No. de piezas	135/285/342	135/285/342	113/225/225	72/156/195



Distribuidor Autorizado

www.carriercca.com

✓ CARRIER – Mini Split

### Comfort Lifestyle

### Total Control at your fingertips

Take control even further. Carrier Xpower Blue has an optional Wi-Fi kit to give you the ability to manage your system's comfort and efficiency from your smartphone. The system can be turned on, off, set the desire temperature, and access other features, all from the convenience of your device. Available for Iphone and Android.

In addition, the system has several other control options for a variety of applications. So you can choose the control to best fit your needs.

**Control**

Download app **Carrier Air Conditioner**

#### TECHNICAL SPECIFICATIONS

Nominal Capacity			9K	12K	18K	24K
Model	Carrier brand	IDU	42KHCO90DS	42KHCO12DS	42KHCO18DS	42KHCO24DS
		ODU	38KHCO90SP	38KHCO12SP	38KHCO18SP	38KHCO24SP
Power supply	V-Hz-Ph		208-230V – 60Hz, 1Ph	208-230V – 60Hz, 1Ph	208-230V – 60Hz, 1Ph	208-230V – 60Hz, 1Ph
	Btu/h		9000 (1500-10000)	12000 (1700-12500)	18000 (2800-19500)	24000 (5000-24000)
	Power Input	W	860	1065	1620	2100
	Current	A	3.9	4.9	7.4	9.5
	EER	W/W	3.24	3.24	3.26	3.22
Performance Rating	SEER		16	16	16	16
	Dimension (WxDxH)	mm	730x192x291	812x192x300	973x218x319	1082x225x338
	Packing (WxDxH)	mm	800x273x375	890x275x385	1055x405x305	1165x420x315
	Net/Gross weight	kg	8.0 / 10.5	9.0/12.0	12.0 / 17.0	14.0 / 19.5
	Dimension (WxDxH)	mm	700x275x350	770x300x355	800x333x354	845x363x702
Outdoor unit	Packing(WxDxH)	mm	815x350x615	910x380x605	940x420x615	985x430x760
	Net/Gross weight	kg	21.5 / 25.0	24.5 / 28.5	30.5 / 33.0	36.5 / 39.5
	Indoor noise level (4/1Med/L0/Silent) (sound pressure)	dBA	39/35/30/22	40/36/31/23	44/39/36/25	48/43/38/28
Outdoor noise level (sound pressure)	dBA		54	58	58	
Refrigerant type/Quantity	Type		R410A	R410A	R410A	R410A
	Charged volume	kg	0.53	0.55	0.85	1.10
	Liquid side/ Gas side	mm	ø6.35/ø9.52(1/4"/3/8")	ø6.35/ø9.52(1/4"/3/8")	ø6.35/ø12.7(1/4"/1/2")	ø9.52/ø15.9(3/8"/5/8")
	Refrigerant piping	Max. pipe length	m	25	25	30
	Max. difference in level	m	10	10	20	20
WiFi Kit Part Number (Optional)			1731000A0101			

Note: The ODU's gross weight and packing dimension include 3M piping kits.

[www.carriercca.com](http://www.carriercca.com)

✓ CARRIER – Floor/Ceiling Unit

### Xperience 3

- Diseño compacto
- Multi posición
- Distribución de aire en ambas direcciones
- Auto-filtro-seco-calentación-ventilador
- Ventilador de 3 velocidades
- Temporizador de apagado y encendido
- Conexión de drenaje lado izquierdo o derecho
- Control remoto inalámbrico
- Refrigerante R410A /R32

Deposito de agua				
Modelo #		42KHCO20H	42KHCO48H	42KHCO60H
Potencia de salida	Btu/h	20800-23000-28000 LPM	20800-23000-28000	20800-23000-28000
Capacidad	litros	18000	48000	60000
Caudal de aire (h/h/m³/s)	CFM	3300/1400/1300	2300/1400/1300	2300/1400/1300
Alto de salida (h/h/m³/s)	ft/m	50/15/15	50/15/15	50/15/15
Unidad interior	Dimensiones (PxDxAlto) (mm)	840x420x615	940x420x615	985x430x760
	Peso (Neto/Gross) (kg)	21.5/25.0	24.5/28.5	30.5/33.0
Condición de instalación	Instalación	Indoor/Outdoor	Indoor/Outdoor	Indoor/Outdoor

Distribuidor autorizado

[www.carriercca.com](http://www.carriercca.com)

# Equipo de Cómputo

## ✓ Computadoras

17/7/2017 Computadora Dell Inspiron 3647, Procesador Pentium G 3220 (3.0 GHz), Memoria de 4 GB DDR3, D.D. de 500 GB, DVD±R/RW DL, Video Int...

**PCEl**

Búsqueda

Síguenos en: [f](#) [t](#)

Computadoras Hardware Accesorios Almacenamiento Electrónica Redes Software Servidores Impresión Especiales

[Inicio](#) > [Computadoras](#) > [Desktops](#) > [DELL G3220 3.0GHz](#)

**Categorías**

- Computadoras
- Laptops
- Desktops
- Tablets
- iPad
- Computadoras Mac
- Arma tu PC

Computadora Dell Inspiron 3647, Procesador Pentium G 3220 (3.0 GHz), Memoria de 4 GB DDR3, D.D. de 500 GB, DVD±R/RW DL, Video Intel HD Graphics, Windows 8.1 (64 Bits), No Incluye Monitor.

0 productos(s) - \$0 [Regístrate](#) [Mi Cuenta](#)

Producto con IVA:

**Producto Agotado**

Sku: 104146  
Modelo: GSFFPDC\_S450BW8C  
**Producto Agotado**

Cantidad:

[Ver Productos Similares](#)  
[Mis Favoritos](#) [Ver Existencias](#)  
[Selecciona para comparar](#)

[¿Tienes alguna duda acerca de este producto?](#)

[0 opiniones](#) | [Escribir Opinión](#)

Recomendados

<p>Monitor LED DELL E1916HV de 18.5\", Resolución 1366 x 768, 5 ms</p> <p><del>\$2,100</del> <b>\$1,799</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>	<p>Regulador Koblenz 1400VA/800W con 8 contactos.</p> <p><del>\$300</del> <b>\$269</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>	<p>Multifuncional Brother DCP-L2540DW: Impresora Láser Monocromática, Copiadora, ...</p> <p><del>\$3,000</del> <b>\$2,699</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>
<p>Mouse Óptico Inalámbrico Microsoft Wireless Mobile 1850, USB.</p> <p><del>\$200</del> <b>\$199</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>	<p>Microsoft Office 365 Hogar Premium (5 PC o Mac, 1 Año de suscripción para un ...</p> <p><del>\$1,400</del> <b>\$1,299</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>	<p>UPS Tripp Lite INTERNET350U de 180W ultra compacto, 6 contactos</p> <p><del>\$1,600</del> <b>\$1,299</b></p> <p><a href="#">Agregar</a></p>

<https://pcel.com/DELL-GSFFPDC-S450BW8C-104146>

1/3



Detalles **Opiniones (0)**

### Especificaciones

<b>Procesador</b>	
Marca	Intel
Línea	Pentium G
Modelo	3220
Velocidad	3 GHz
Cache	3 MB
<b>Memoria</b>	
Capacidad	4GB
Tipo	DDR3
Puertos de Memoria Totales	2
Puertos de Memoria Disponibles	1
<b>Disco Duro</b>	
Capacidad	500GB
<b>Monitor:</b>	
Incluye	-
<b>Gráficos</b>	
Serie	Intel HD Graphics
Tipo	Video Integrado
<b>Audio</b>	
Sonido	Audio de Alta Definición
Bocinas	Estéreo
<b>Puertos Frontales</b>	
USB 2.0	2
USB 3.0	0
Salida para Audífono	SI
Entrada de Micrófono	SI
Lector de Tarjetas	-
Tarjetas de Memoria Soportadas	SD
<b>Puertos Laterales</b>	
Salida para Audífono	-
Entrada de Micrófono	-
USB 2.0	0
USB 3.0	0
VGA	0
Lector de Tarjetas	-
<b>Puertos Traseros</b>	
VGA	SI
USB 2.0	4
USB 3.0	2
HDMI	SI

<b>Procesador</b>	
Mini HDMI	-
DVI	-
RJ-45	SI
Salida para Audífono	SI
Entrada de Micrófono	SI
PS/2 (Teclado)	-
PS/2 (Mouse)	-
IEEE1394	0
eSATA 6.0Gb/s	-
Audio Óptico Digital	-
Serial	-
DisplayPort	-
Paralelo	-
<b>Ranuras de Expansión</b>	
PCI Express x16	1
PCI Express x1	1
PCI Express x4	0
PCI Convencional	0
<b>Unidad Óptica</b>	
Unidad Óptica	DVD±R/RW DL
<b>Dispositivos de Entrada</b>	
Teclado	SI (USB estándar)
Mouse	SI (USB estándar)
<b>Comunicación</b>	
Red	Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbps
Red Inalámbrica	802.11 b/g/n
Bluetooth	Bluetooth
<b>Energía</b>	
Fuente de Poder	220 Watts
<b>Sistema Operativo</b>	
Sistema Operativo	Windows 8,1 (64 Bits)
<b>Especificaciones Físicas</b>	
Dimensiones	110 x 275 x 400 mm

**PCEL**

- Quiénes Somos
- Ubicación
- Garantía de Compra
- Aviso de Privacidad
- Términos y Condiciones
- Bolsa de Trabajo

**MI Cuenta**

- Mi Cuenta
- Historial de Órdenes
- Mis Favoritos
- Boletín de Noticias

**Servicio al Cliente**

- Contáctanos
- Facturación en Línea
- Opciones de Pago
- Información de Envío
- Devoluciones
- Mapa del Sitio





## Equipo Preparación de Comida

- ✓ Microondas



MCM770W1 / MCM770B1

### SPECIFICATIONS

POWER SUPPLY		120V AC, 60Hz SINGLE PHASE WITH GROUNDING
MICROWAVE	INPUT POWER	1050 W
	ENERGY OUTPUT	700 W
	FREQUENCY	2,450MHz
OUTSIDE DIMENSIONS (W x H x D)		440x257.6x355 mm (17.3x10.2x14.0 in)
CAVITY DIMENSIONS (W x H x D)		306x208.2x 306.6 mm (12.0x 8.2 x12.1in)
CAVITY VOLUME		0.7 cu.ft
NET WEIGHT		APPROX. 22.0 lbs.
TIMER		99 min, 99 sec.
POWER LEVELS		10 Levels

\* Specifications are subject to change without notice.

