



SECCIÓN DE POSTGRADO

**SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN Y
SU RELACIÓN CON EL AHORRO ELÉCTRICO EN EL
PABELLÓN DE ESTUDIOS GENERALES DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE SAN
MARTÍN DE PORRES, AV. LA FONTANA, LA MOLINA, LIMA,
2018.**

TESIS

PARA OPTAR AL GRADO ACÁDEMICO DE:
MAESTRA EN EDIFICACIONES INTELIGENTES Y DIRECCIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN.

PRESENTADA POR
TORRES VARGAS, MARÍA CECILIA

ASESOR: Mg. EGOAVIL LA TORRE, VICTOR

LIMA- PERÚ

2019

Dedico esta Tesis a Dios por darme un espíritu vivaz, luchador y creyente.

Agradezco a mis padres por darme tantas oportunidades y facilidades para llegar a concluir mis metas.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 Descripción de la Situación Problemática	20
1.2 Formulación del Problema	21
1.3 Objetivos de la Investigación	22
1.4 Justificación de la Investigación	23
1.5 Importancia de la Investigación	25
1.6 Viabilidad de la Investigación	25
1.7 Limitaciones del Estudio	26
1.8 Enfoque y Tipo de Diseño	27
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	29
2.1 Antecedentes de la Investigación	29
2.2 Casos Nacionales e Internacionales de Arquitectura con Sistemas de Automatización	34
2.3 Bases Teóricas	42
2.4 Marco Normativo	56
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.	59
3.1 Tipo	59
3.2 Diseño Metodológico	59
3.3 Técnicas de Recolección de Datos	62
3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	63

3.5	Diseño Muestral	64
3.6	Matriz De Consistencia	64
3.7	Población de Estudio	65
3.8	Aspectos Éticos	66
3.9	Cronograma de Actividades	66
3.10	Presupuesto	67
	CAPÍTULO IV. DESARROLLO.	68
4.1	Objetivo General	68
4.2	Objetivos Específicos	68
4.3	Variables	69
4.4	Dimensiones	69
4.5	Indicadores	70
4.6	Estado Actual del Pabellón de Estudios Generales	71
4.7	Auditoría Energética (Iluminación) en el Pabellón de Estudios Generales	74
4.8	Sistema Automatizado de Control de Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales	86
4.9	Especificaciones Técnicas para el Acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de Iluminación para el Pabellón de Estudios Generales.	100
	CAPÍTULO V. RESULTADOS.	129
5.1	Dimensión X1: Sistema Automatizado de Control de Ocupación.	129
5.2	Dimensión X2: Sistema Automatizado de Control de Tiempo.	130
5.3	Dimensión X3: Sistema Automatizado de Control de Aprovechamiento de la Luz Diurna.	130
5.4	Dimensión X4: Sistema Automatizado de Gestión de la Iluminación.	131
5.5	Variable Y1: Consumo Lumínico Automatizado Semestre 2017-I y 2017- II.	131
5.6	Consumo Eléctrico Automatizado o Controlado en una Semana Normal y en una Semana de Exámenes p Congreso durante los Semestres 2017-I y 2017-II	140

5.7	Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, por Día, por Ambiente de una Semana Normal, Semestres 2017-I Y 2017-II. (Ver Tablas 27-33)	149
5.8	Estudio Económico	166
5.9	Calidad de la Iluminación en los Ambientes del Pabellón de Estudios Generales y la Normatividad Vigente	168
	CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	170
	CONCLUSIONES	172
	RECOMENDACIONES	174
	GLOSARIO	175
	FUENTES DE INFORMACIÓN	179
	ANEXOS	188

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Proyección De Crecimiento De la Demanda De Energía.	31
Tabla 2. Tecnologías Disponibles En Sensores De Presencia.	50
Tabla 3. Modelo Probabilístico.	55
Tabla 4. Clima En El Distrito De La Molina- Lima Durante El Año.	73
Tabla 5. Temperatura Máxima Y Mínima.	74
Tabla 6. Cantidad y tipo de Lámparas por Ambiente- Primer y Segundo Nivel en el Pabellón de Estudios Generales.	77
Tabla 7. Cantidad y tipo de Lámparas por Ambiente- Sótano y Tercer Nivel, Pabellón de Estudios Generales.	78
Tabla 8. Programación De Clases De Una Semana Normal 2017-I y 2017-II.	84
Tabla 9. Tabla frecuencias para el Tiempo de exceso en el encendido de luminarias por tipo de ambiente.	85
Tabla 10. Tabla 11. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Lunes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	133
Tabla 11. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Martes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	134
Tabla 12. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Martes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	135
Tabla 13. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Miércoles En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	136

Tabla 14. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Jueves En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	137
Tabla 15. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Viernes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	138
Tabla 16. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Sábado En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	139
Tabla 17. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Domingo En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.	140
Tabla 18. Resumen Del Consumo Programado (Sistema Automatizado).	140
Tabla 19. Tabla frecuencias para el Tiempo de exceso en el encendido de luminarias por tipo de ambiente.	141
Tabla 20. Tabla 20. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Lunes.	142
Tabla 21. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Martes.	143
Tabla 22. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día miércoles.	144
Tabla 23. Horas de Encendido Simulado	145
Tabla 24. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Viernes.	146
Tabla 25. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día sábado.	147
Tabla 26. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Domingo	148
Tabla 27. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día lunes, Semestres 2017-I Y 2017-II.	149
Tabla 28. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Martes, Semestres 2017-I Y 2017-II.	150
Tabla 29. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día miércoles,	151
Tabla 30. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Jueves, Semestres 2017-I Y 2017-II.	152
Tabla 31. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Viernes, Semestres 2017-I Y 2017-II.	153

Tabla 32. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Sábado, Semestres 2017-I Y 2017-II.	154
Tabla 33. Tabla 33. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día domingo, Semestres 2017-I y 2017-II	155
Tabla 34. Resumen consumo semanal con exceso, (Sistema Convencional) Semana Normal, Semestres 2017-I y 2017-II.	155
Tabla 35. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día lunes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	156
Tabla 36. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Martes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	157
Tabla 37. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día miércoles, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	158
Tabla 38. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Jueves, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	159
Tabla 39. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Viernes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	160
Tabla 40. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Sábado, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	161
Tabla 41. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día domingo, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	161
Tabla 42. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, en una Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.	162
Tabla 44. Distribución Triangular Para Simulación Del Consumo Eléctrico con Exceso.	163

Tabla 45. Simulación Del Consumo Con Exceso Desde El 2017 Hasta 25 Años Posteriores.	163
Tabla 46. Gráfica de la Simulación Del Consumo Eléctrico Con Exceso En 25 Años Por Periodo Académico.	164
Tabla 47. Simulación del Consumo Eléctrico Por Año Académico Desde El 2017 Hasta 25 Años Y Su Promedio. Fuente Propia.	164
Tabla 48. Simulación Del Consumo Eléctrico De Luminarias En Kwatts Por Año Académico.	165
Tabla 49. Costo diferencial Promedio o Ahorro Eléctrico.	166
Tabla 50. Punto de Equilibrio.	167
Tabla 51. Conexiones En Media Tensión- Nuevos Soles	167
Tabla 52. Tiempo de Retorno de la Inversión.	167
Tabla 53: Confort Lumínico.	169
Tabla 54. Fracción De Poder De Luz Controlado Por Sensores De Luz En Los Prototipos De Zonas De Los Modelos De Edificios.	206
Tabla 55. Fracción De Cada Perímetro De Zona Bajo Control De Luz De Día En Prototipos De Edificios De Oficinas.	207

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Consumo Energético Para Servicios En Países Pertencientes Y No Pertencientes A La OCDE.	30
Figura 2. Tendencia Global En Conectividad.	32
Figura 3. Trafico Anual Global Del Internet, 1997-2017.	33
Figura 4. Esquema del Uso Final Y Áreas De Aplicación Basadas En Datos Del Internet De Las Cosas.	33
Figura 5. Banco Interbank- Sede La Victoria.	35
Figura 6. Complejo R.P. Felipe Mac Gregor, S.J.	36
Figura 7. Banco de Crédito del Perú. Sede San Isidro.	37
Figura 8. Sede Principal Banco Continental.	38
Figura 9. Mejoras Potenciales Y Estimación Del Ahorro En Sistemas De Equipamiento.	46
Figura 10. Esquema Gráfico Del Building Management System.	48
Figura 11. Esquema De Funcionamiento De Un Sistema De Control.	49
Figura 12. Control De Iluminación.	52
Figura 13. Características de las Tecnologías de Automatización y Protocolos.	53
Figura 14. Arquitectura De La Red Lon.	54
Figura 15. Fotografía Aérea De Localización De Campus FÍA-USMP.	71
Figura 16. Mapa de Lima y sus distritos.	72
Figura 22. Luminarias Encendidas Sin Gente Aulas 201 Y 204.	191
Figura 23. Luminarias Encendidas Sin Gente Aula S-02.	192

Figura 24. Luces de los pasillos de los niveles 1,2 y3 encendidas desde las 5.30pm.	192
Figura 25. Baños Con Luces Encendidas Durante Todo El Día.	193
Figura 26. Iluminación Deficiente En Escaleras Hacia El Sótano.	194

ÍNDICE DE ANEXOS.

	Página
Anexo 1. Indicios De Uso Inadecuado De La Iluminación En Los Ambientes Del Pabellón De Estudios Generales De La Universidad San Martín De Porres.	190
Anexo 2. Entrevista A La Agente Del Pabellón De Estudios Generales. (Fuente Propia).	195
Anexo 3. Planos De Arquitectura Del Pabellón De Estudios Generales.	196
Anexo 4. Planos De Instalaciones Eléctricas En El Pabellón De Estudios Generales.	197
Anexo 6. Presupuesto Del Acondicionamiento Del Sistema Automatizado Del Control De La Iluminación En El Pabellón De Estudios Generales.	199
Anexo 7. Normatividad Peruana.	200
Anexo 8. Normatividad Europea.	201
Anexo 9. Normatividad Americana.	202
Anexo 10. Gestión De Mantenimientos.	208

LISTAS ESPECIALES

Lista de Símbolos

Símbolo	Significado
K	Energía cinética
Kwh	kilowatt hora
KW	Kilowatts
M	Metro
m ²	Metro cuadrado
%	Porcentaje
U	Unidad
Watt	Unidad de potencia
W	Watts

RESUMEN

El año 2017 se observa indicios de desperdicio eléctrico en el uso del sistema de iluminación del pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura con consumos de Iluminación innecesarios; al no contar con un recibo eléctrico independiente por pabellón, se desconoce su consumo real.

Analizando la demanda de electricidad actual, por el uso de aparatos electrónicos inteligentes con carga eléctrica, existe la necesidad de generar ahorro eléctrico.

La tesis busca demostrar el ahorro eléctrico a alcanzar mediante el acondicionamiento de un sistema automatizado de control de la iluminación, sin contar con la información exacta sobre el consumo real, aplicando un modelo de simulación, que acerque al uso probable durante el año 2017-I y 2017-II, para comparar dichos resultados con el sistema automatizado y así determinar el ahorro eléctrico, además del tiempo de recuperación de la inversión, considerando para ello, una auditoría lumínica (Mediciones pasivas y activas en aparatos de iluminación), el cálculo del consumo lumínico, y el modelo de simulación con el uso probable de la Iluminación en el pabellón universitario.

Se propone el acondicionamiento de un sistema automatizado de control de la iluminación a nivel de proyecto, con especificaciones técnicas y presupuesto, para comparan ambos sistemas, el convencional simulado, y el automatizado, obteniendo así el ahorro eléctrico; se demuestra su rentabilidad

mediante un indicador con el que se llega a la conclusión de una recuperación de la inversión en 5 años aproximadamente.

Palabras Clave: Automatización, simulación, ahorro, inmótica.

ABSTRACT

The year 2017 shows signs of electrical waste in the use of the lighting system of the Pavilion of General Studies of the Faculty of Engineering and Architecture with unnecessary lighting consumption; not having an independent electric bill, its actual consumption is unknown.

Analyzing the demand for current electricity, by the use of intelligent electronic devices with electric charge, there is a need to generate electricity savings.

The thesis seeks to demonstrate the electrical savings to be achieved by conditioning an automated lighting control system, without having the exact information on the actual consumption, applying a simulation model, which approaches the probable use during the year 2017-I and 2017-II, to compare these results with the automated system and thus determine the electrical savings, in addition to the investment recovery time, considering for this, a light audit (Passive and active measurements in lighting devices), the calculation of light consumption, and the simulation model with the probable use of lighting in the university hall.

It is proposed the conditioning of an automated lighting control system at the project level, with technical specifications and budget, to compare both systems, the simulated conventional, and the automated, thus obtaining the electrical savings; its profitability is demonstrated by means of an indicator that concludes a recovery of the investment in approximately 5 years.

Keywords: Automation, simulation, saving, inmotic.

INTRODUCCIÓN

El año 2017 se observa, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, indicios de un desperdicio en el uso del sistema de Iluminación lo que produce un consumo de Iluminación excesivo; luces encendidas innecesariamente en: Pasadizos, servicios higiénicos y/o aulas, sin considerar el factor de iluminación natural, no existiendo posibilidades de gradación. Así mismo no se han encontrado estudios sobre el uso de la iluminación en las aulas de dicho pabellón quedando la duda de si el indicio de desperdicio de Iluminación, es real.

En cuanto a la antigüedad, este pabellón constituye el segundo pabellón en haber sido construido en el campus (1994), por ello, no cuenta con ningún grado de Inteligencia como en otros pabellones (Pabellón de Especialidades, que utiliza la dimerización de áreas comunes generando un ahorro considerable).

Analizando los avances tecnológicos de esta era, se ha incrementado notablemente la demanda de electricidad por el uso de aparatos electrónicos inteligentes como *Smartphones, laptops, tablets, etc.* que requieren carga eléctrica y funcionan con conexión a Internet desde donde se controlan múltiples sistemas, así surge la necesidad de aunarse y avanzar con la tecnología, para facilitar a la Universidad el control del sistema de Iluminación, de manera remota .

Estas entre otras razones motivan al desarrollo de la presente tesis, investigación que busca demostrar el ahorro eléctrico a generar; creando un

Modelo probabilístico para determinar el uso probable de la Iluminación en el Pabellón, para ello se simulan diversos escenarios aleatorios sobre el uso de la Iluminación, en los ambientes requeridos del pabellón hasta tener el panorama completo sobre el consumo aproximado de la Iluminación total del pabellón.

La tesis propone el acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación sobre el sistema de iluminación existente en el pabellón de Estudios Generales, haciendo únicamente, las modificaciones indispensables para lograr su funcionamiento, mas no efectúa acciones sobre el tipo o características de las luminarias, ya que centra en el tema del control de Iluminación.

Se comparan ambos sistemas de control de iluminación: El actual simulado y, el propuesto automatizado, determinando así el ahorro lumínico, obteniendo además el período de recuperación de la inversión, convirtiéndose a la vez una herramienta de toma de decisiones.

Acerca el conocimiento sobre las características, componentes, funcionamiento e integración de un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación a un sistema eléctrico existente en un pabellon universitario, a los profesionales interesados e involucrados en este tipo de Sistemas no convencionales, como profesionales arquitectos, ingenieros electricos, ingenieros electrónicos, así como técnicos, estudiantes, docentes, etc.

Incentiva el consumo responsable o eficiente de la energía, al ser un sistema que funciona únicamente bajo presencia humana o en periodos de tiempo consignados previamente, evitando el desperdicio de electricidad.

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.1 Descripción de la Situación Problemática

El Pabellón de Estudios Generales ubicado dentro del campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad San Martín de Porres, cuenta con una iluminación convencional, caracterizada por el encendido y/o apagado de luminarias de forma manual, estando el control supeditado al factor humano (personal de mantenimiento, de limpieza, administrativo, docentes y alumnos) y , al estar supeditado a decisiones personales (tarea compleja en la que intervienen numerosos procesos cognitivos), es difícil predecir el comportamiento de cada individuo, sin embargo se han visto indicios de un uso desmedido de la iluminación¹ -Aulas, servicios higiénicos y pasillos con luminarias encendidas sin gente- sin embargo no se cuenta con un estudio preciso que lo determine.

El recibo de electricidad de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad San Martín de Porres es general, muestra un consumo eléctrico total que incluye a todos los pabellones y el campus exterior, no permitiendo conocer el consumo eléctrico independiente de cada pabellón y corroborar los indicios de mal uso y consumo excesivo de Iluminación en Pabellón de Estudios Generales.

Los sistemas automatizados de control de iluminación en el Perú son poco conocidos, aunque los últimos años el mercado de automatización ha

¹ N del A. Ver Anexo 1.

crecido, como señala el Diario El Peruano, (2017), en el que menciona que, el mercado de automatización ha crecido 20% y se estiman un crecimiento del 50% en el 2018.

Hacen falta estudios, implementaciones a infraestructuras existentes, y profesionales integradores y/o especialistas en sistemas de automatización.

Se cree que los sistemas automatizados de control de Iluminación son costosos, tal como señala, Redacción Gestión (2016), refiriéndose a los productos tecnológicos para domotizar el hogar que pueden ser costosos, sin embargo, se puede comprar el cerebro y paulatinamente integrar los demás actuadores o sensores.

Hacen falta estrategias y planes que demuestren la rentabilidad de dichos sistemas automatizados, así como los beneficios sociales y medio ambientales.

A sugerencia de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad San Martín de Porres, que facilita el acceso a la información, documentación e instalaciones, la presente tesis desarrolla el caso del Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad San Martín de Porres para proponer un sistema de control de iluminación para el ahorro eléctrico.

I.2 Formulación del Problema

I.2.1 Problema Principal

Cabe preguntarse:

¿Mediante que sistema de control de luminación se puede generar un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad San Martín De Porres, Lima, para el año 2018, aún cuando se desconoce el uso real de la iluminación?.

I.2.2 Problemática Derivada

¿Mediante que sistema automatizado de control de ocupación, se puede generar un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?

¿Mediante que sistema automatizado de control de tiempo se puede generar un un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?

¿Mediante que sistema automatizado de aprovechamiento de la luz diurna se puede generar un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?

¿Mediante que sistema automatizado de gestión de la iluminación, se puede generar un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

I.3 Objetivos de la Investigación

I.3.1 Objetivo General

Destinar un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

I.3.2 Objetivos Específicos

Designar un sistema automatizado de control de ocupación, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la

Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de control de tiempo, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de aprovechamiento de la luz diurna, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de gestión de la iluminación, que genere ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.

I.4 Justificación de la Investigación

I.4.1 Conveniencia

Es una herramienta capaz de influir en la toma de decisiones, de inversiones económicas considerables, sobre sistemas automatizados de control de la iluminación, llegando a determinar el ahorro eléctrico además de mostrar el proceso de integración de estos sistemas a pabellones universitarios existentes, haciéndolos vigentes y acordes con las necesidades de los estudiantes de ésta época.

I.4.2 Relevancia social

Acercar el conocimiento a futuros especialistas, integradores e interesados en especializarse en sistemas de control de la iluminación, al describir sus componentes, su forma de instalación, así como su funcionamiento.

Incentiva el consumo responsable de la energía, haciendo uso de la energía únicamente en la intensidad y medida de la necesidad.

I.4.3 Implicaciones Prácticas

Busca la optimización del tiempo de las personas al excluir tareas repetitivas, manuales y mecánicas, y sustituirlas por un sistema automatizado de control de la iluminación, permitiendo aprovechar ese tiempo en el desarrollo de actividades al nivel de su capacidad pensante.

Acerca al uso de la tecnología para usar eficientemente la energía.

I.4.4 Valor Teórico

Especifica las características, funcionamiento y procedimiento actual para integrar un sistema automatizado de control de la iluminación sobre las instalaciones existentes en el Pabellón de Estudios Generales, sirviendo de guía para desarrollar otros casos similares.

Demuestra la necesidad de apoyarse en múltiples disciplinas, como la Arquitectura, la Informática, la Electrónica, las Comunicaciones, las Matemáticas, la Estadística, entre otras, articulándolas, para alcanzar un fin, la “Eficiencia Energética”, además de constituir un tema de actualidad en el que se aplican “Tecnologías de Información y Comunicación” (TIC); al respecto EnerTIC (2013), explica sobre el uso de las TICs que serían la clave para la mejora de la competitividad energética y el modelo de implantación serían las comunidades “smart” en edificios, ciudades, etc.

I.4.5 Utilidad Metodológica

Describe el procedimiento de integración de un sistema automatizado de control de la iluminación a una instalación existente.

Brinda una herramienta axiomática de comprobación del ahorro lumínico de un sistema automatizado de control de la iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, basada en probabilidades al someter, cada

caso, el convencional y el automatizado, a una serie de comportamientos aleatorios del factor humano (variable no determinística, impredecible) hasta llegar al comportamiento más cercano a la realidad.

Influye en la toma de decisiones al demostrar el ahorro eléctrico que puede generar un sistema automatizado de control de la iluminación.

Los resultados obtenidos llevarán a generar conclusiones y recomendaciones con respecto al sistema automatizado de control de la iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, sobre el ahorro energético.

I.5 Importancia de la Investigación

Está enmarcada dentro de la “Visión Compartida de Futuro para el Siglo XXI”, CEPLAN (2016), menciona que, la economía es dinámica, equilibrada, diversificada y con un nivel de tecnología alto, además el país busca inversión privada e innovación al invertir en educación y tecnología para considerar las oportunidades de la economía mundial (p. 69).

De esta manera el estado incentiva el consumo eficiente de la energía y el uso de la tecnología en todos los ambitos.

I.6 Viabilidad de la Investigación

La investigación considera los datos facilitados por el area de administración de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres referentes al control del uso, a la programación de clases anual, semestral, semanal y diaria, en los cuatro niveles del pabellón de Estudios Generales, durante los ciclos académicos 2017-I y 2017-II, al personal a cargo del control de la iluminación, al personal administrativo y al personal de mantenimiento y limpieza, así como sus funciones y horarios. Esta información posibilitara la veracidad de la investigación.

Para el cálculo del consumo lumínico del sistema de Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, se trabajará con la información obtenida el

año 2017 y el estado actual de las instalaciones de los diferentes ambientes del Pabellón de Estudios Generales, recurriendo a mediciones pasivas durante el año 2017 con los cálculos de iluminación a través de fórmulas y la información contenida en los aparatos de iluminación existentes y por proponer.

La investigación se inscribe en la normatividad peruana sobre iluminación y eficiencia energética analizando, además, en caso de requerirse, considera la normatividad internacional, europea y/o americana.

I.7 Limitaciones del Estudio

La investigación reconoce que para desarrollar una Estrategia Tecnológica se requieren abordar todos los subsistemas de automatización, tal como señala eBD Peru, (2015), sin embargo, por la emvergadura, se ceñirá únicamente al desarrollo del subsistema de Iluminación.

eBD Peru (2015), explica que, a través de la implementación de la Integración del Sistema del Edificio o *Building Management System*, se agrega valor al edificio, al requerir menores costos operativos, contando con seguridad y eficiencia energética al integrar todos los subsistemas de seguridad electrónica: Aire acondicionado (HVAC), iluminación, control de accesos, CCTV, sistemas eléctricos, gestión de energía, sistemas sanitarios (Electrobombas), detección de incendios, los que en conjunto forman parte de una “Estrategia Tecnológica”(Parr. 3).

Sin embargo, se limita al desarrollo del subsistema de “Control y Regulación de la Iluminación”, por la escasez de tiempo para ahondar en el estudio de cada subsistema, y por haber encontrado el problema en este subsistema (Ver Anexo 1).

La investigación busca determinar el ahorro eléctrico a alcanzar con un “Sistema Automatizado de Control de la Iluminación” en un pabellón universitario, para ello requiere conocer el uso de la iluminación, antes y después del Acondicionamiento del sistema, pero, al no contar con un recibo

de electricidad independiente para cada pabellón dentro del campus universitario de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, ni contar con un estudio detallado sobre el comportamiento de los involucrados, en el encendido y apagado de luces, tanto en aulas como en oficinas, durante el año 2017, entonces se recurre a la creación de un “Modelo de Simulación”, el mismo que brindará la información mas cercana a la realidad, basado en posibles usos de la iluminación, en los ambientes del Pabellón de Estudios Generales.

Los problemas encontrados al hacer la auditoria lumínica del Pabellón de Estudios Generales, serán reportados en la investigación, sin embargo, se busca solucionar únicamente aquellos implicados en el sistema automatizado de control y regulación de la iluminación, que aseguren un funcionamiento eficiente.

La propuesta no incluye la implementación real y tangible del sistema de automatización, por la magnitud y costos que constituye adquirir un sistema de dicha envergadura, motivo por el cual llega al proyecto de “Acondicionamiento del Sistema Automatizado de Control de Iluminación”, con los componentes y circuitos necesarios plasmados en planos, memoria descriptiva, especificaciones técnicas y presupuesto, así como en el análisis económico sobre el retorno de la inversión.

La investigación utiliza los datos facilitados por la Universidad de San Martín de Porres, sobre programación de clases de los semestres académicos 2017- I y 2017- II, y se basa en éstos, para su desarrollo.

I.8 Enfoque y Tipo de Diseño

Tipo: Por su finalidad es aplicada, por su carácter en la medida es cuantitativa, por su profundidad es exploratoria, descriptiva y explicativa, según el marco en que tiene lugar es de campo.

Diseño de investigación: Descriptivo - correlacional.

Enfoque de investigación: Es cuantitativa, por que busca mediciones exactas para generalizar los resultados a otras poblaciones.

Técnica: Documental y de Campo.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

II.1 Antecedentes de la Investigación

Los últimos años, han habido cambios significativos en la sociedad gracias a los avances tecnológicos, las comunicaciones y el internet, que para un mejor entendimiento se describen a continuación,

Morales, Manchón, & Tous, (2016), menciona que “Durante el acelerado cambio tecnológico (cambio de siglo), y su crecimiento, la sociedad de la información, se ha materializado a través de tres estadios diferenciados”, al respecto,

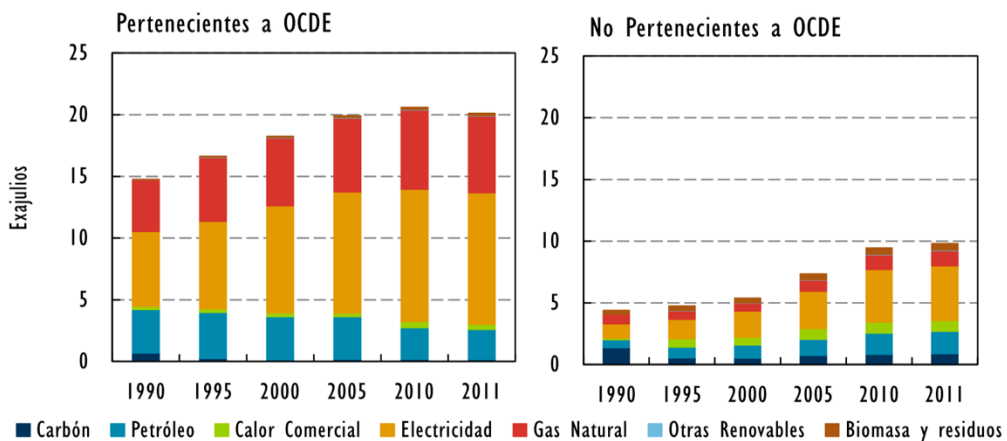
Hall (2011), sostiene que la web 1.0 se desarrolló con el rápido incremento en velocidades de descarga de datos por Internet, la democratización de las computadoras y la rápida alfabetización digital de la población en distintos ámbitos; denominada como Sociedad Red, logrando la interconexión de documentos, a escala planetaria y en tiempo real, mediante buscadores y correo electrónico; sobre la Web 2.0., se realiza el intercambio de documentos, incluyendo los audiovisuales y el uso de dispositivos inteligentes convirtiéndose en una red de personas conectadas por diversos criterios, en distintas plataformas, personales, sociales, culturales, laborales, etc. siendo la comunicación la que estabiliza estas comunidades, finalmente sobre la Web 3.0. señala la tendencia hacia la gestión automática inteligente de redes, según las necesidades de cada individuo, con los datos disponibles en diferentes comunidades, lo que corresponde a la gestión inteligente del Big Data o red del futuro, la que incluye además la interacción con

objetos de la vida real que anteriormente no se consideraban entidades de computación (p. 70).

Estos cambios se han visto reflejados en un mayor uso de la electricidad convirtiéndose en una de las fuentes principales que potencian estos medios, habiendo un incremento exponencial en su consumo los últimos años; al respecto,

International Energie Agency (2015), “señala un incremento de la participación global del recurso de Electricidad, en 50% el 2011 (Ver figura 6), que constituye mas del doble del año 1990, siendo el principal factor de aumento global de consumo energético” (p. 61), mencionando además que el principal factor que de aumento global del consumo energético está en el incremento de los equipamientos eléctricos de oficina, servicios de iluminación y aire acondicionado, que adquieren un valor añadido respecto a los recursos humanos y al capital.

Figura 1. Consumo Energético Para Servicios En Países Pertencientes Y No Pertencientes A La OCDE.

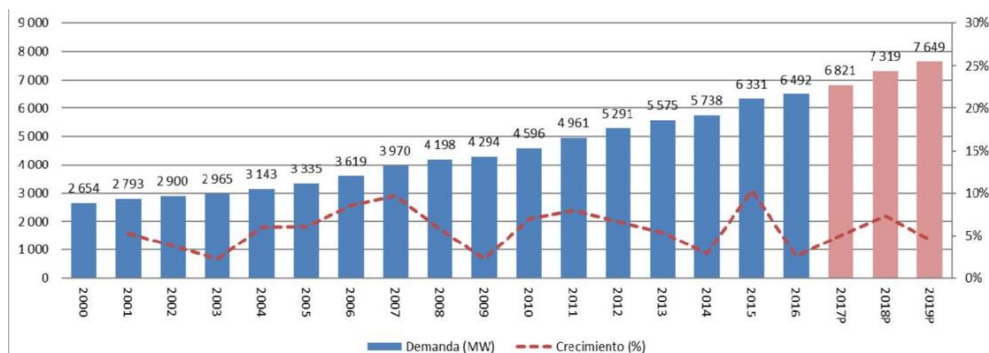


Fuente: International Energie Agency. (2015). Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas., 182.

Si analizamos el crecimiento de la demanda eléctrica, según Osinergmin (2017), el promedio es de 5.6 % con una proyección ascendente (Ver Ilustración 1), debiendo buscarse maneras de estabilizar la demanda, y

reducir el consumo energético, pudiendo ser mediante el uso eficiente de la electricidad.

Tabla 1. Proyección De Crecimiento De la Demanda De Energía.



Fuente: Osinergmin (2017). Fijación de Precios en Barra.

Los sistemas automatizados de control de la Iluminación, aun poco difundidos en nuestro medio, buscan constituirse en un producto sustituto de ahorro energético, así según,

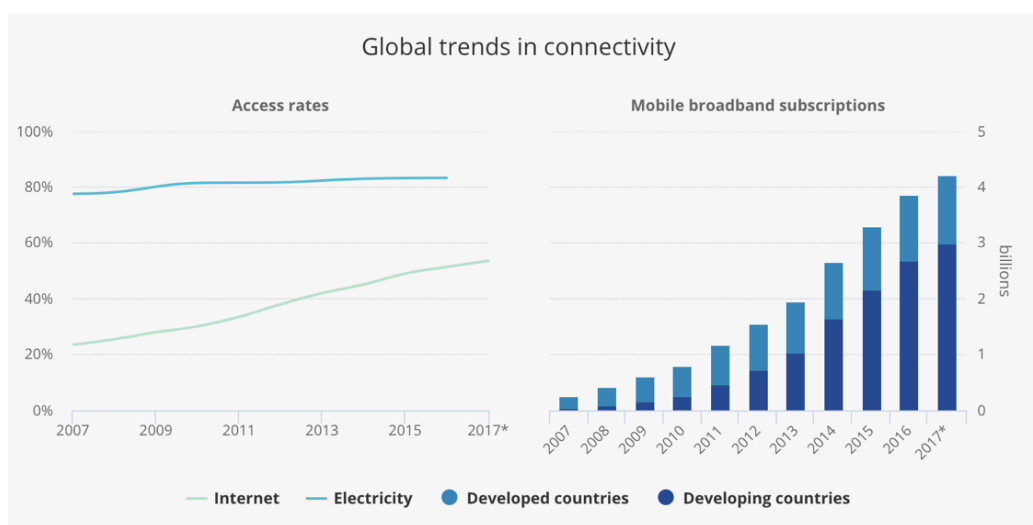
OECD/ International Energy Agency (n.d.), señala sobre los sistemas automatizados de control que éstos pueden accionarse desde un dispositivo móvil, con conexión a internet, lo que permite aumentar las tendencias de ubicuidad de datos y conectividad (Ver figura 2).

Muestra además, el crecimiento exponencial de datos de las tendencias de digitalización, al respecto,

OECD/ International Energy Agency (n.d.), menciona que “El tráfico de internet se triplicó en los últimos cinco años y alrededor del 90% de los datos en el mundo de hoy, se crearon en los últimos dos años”...y además detalla el crecimiento exponencial con el uso de unidades de medida cada vez más grandes (Ver figura 3).

OECD/ International Energy Agency (n.d.), además explica que el tráfico mundial anual de Internet superó el umbral exabyte en 2001 y es posible que supere el umbral zettabyte el 2017 (Ver figura 3), a la vez, compara el incremento de personas y dispositivos conectados al internet, de quinientos millones en 2001 a más de 3.5 billones de personas o casi la mitad de población mundial que ahora usan internet.

Figura 2. Tendencia Global En Conectividad.



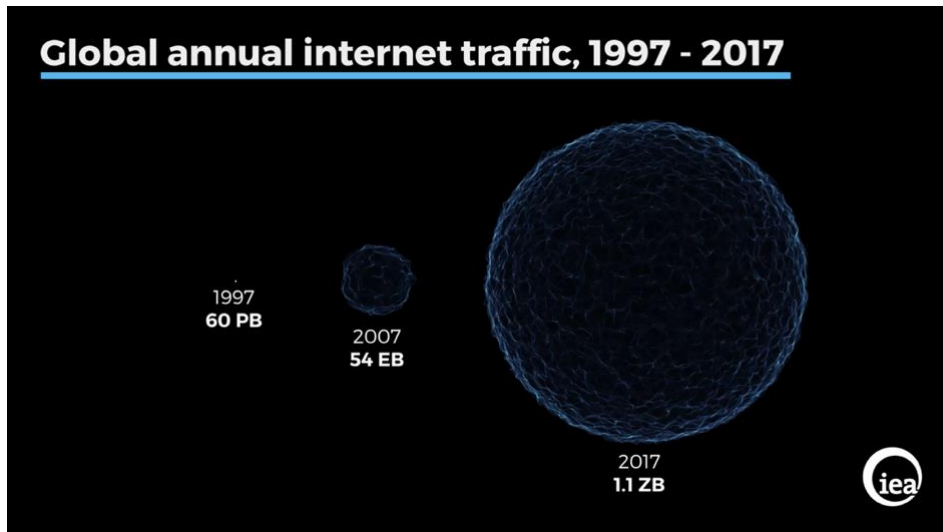
Fuente: ITU(2017) Facts and figures 2017; IEA(2017, Energy Access Outlook: From poverty to Prosperity.

OECD/ International Energy Agency (n.d.) señala que el 54% de los hogares tienen acceso a internet en sus hogares, habiéndose triplicado, los últimos cinco años, las suscripciones globales de banda ancha móvil superando, el 2017, los 4.000 millones de suscripciones activas, así mismo señala que actualmente existen más suscripciones de teléfonos móviles (7.700 millones) en el mundo, que personas. (Ver Figura 2).

OECD/ International Energy Agency (n.d.), define el Internet de las cosas (IoT) como la “conexión de objetos cotidianos, relojes, electrodomésticos y/o automóviles, a redes de comunicación que proporcionan servicios y aplicaciones novedosas, especificando que se conectan objetos cotidianos a redes de comunicación, conocido como el "Internet de las cosas" (IoT), para dar servicios y brindar aplicaciones, como,

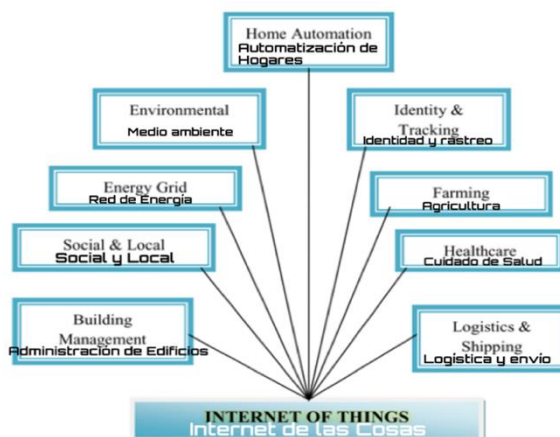
redes eléctricas inteligentes, vigilancia, domótica, transporte inteligente, entre otros; el pronóstico de los dispositivos IoT conectados, va en incremento, de 8.400 millones en 2017, a más de 20.000 millones para el 2020.

Figura 3. Trafico Anual Global Del Internet, 1997-2017.



Fuente: OECD/ International Energy Agency. (n.d.). Digitalization and Energy 2017. Retrieved February 11, 2018, from <http://www.iea.org/digital/#section-1-4>

Figura 4. Esquema del Uso Final Y Áreas De Aplicación Basadas En Datos Del Internet De Las Cosas.



Fuente: Kiranpreet, K., & Komalpreet, K. (2017). Role of Rfid Technology in Internet of Things (pp. 166–174).

Sobre la cantidad de dispositivos conectados a internet Kiranpreet & Komalpreet (2017), señalan que los analistas estiman que 50 billones de dispositivos estarán conectados a internet para el 2020, haciendo además un esquema de la conformación del Internet de las Cosas (Ver figura 4).

II.2 Casos Nacionales e Internacionales de Arquitectura con Sistemas de Automatización

En este entorno tecnológico, los Sistemas de control Automatizado para diversos equipamientos², adquieren relevancia a nivel mundial y en el Perú recientemente, por su probada eficiencia energética, un aliciente que ha generado en parte, su crecimiento. Se muestran algunas -Investigaciones y Casos Nacionales e Internacionales- que han desarrollado Grados de Automatización dentro de distintas infraestructuras, a través de los años, enfatizando su aplicación en Universidades, por ser el objeto de estudio, aunque en el Perú se han encontrado mayor cantidad de casos de aplicación en edificios financieros y corporativos; se describen a continuación:

II.2.1 Casos de Arquitectura con Sistemas de Automatización en el Perú

a) Sede Principal Banco Interbank

El año 1998, se concluye la sede del Banco Interbank en el distrito de La Victoria, Lima, (Ver figura 5), que constituye un Hito, por sus características físico espaciales (Altura y formas que vencen la gravedad) y por los sistemas inteligentes internos y de la fachada, siendo uno de los primeros en mostrar niveles de automatización en sus instalaciones, al respecto, COSAPI (1998), menciona que en la gerencia de obras de terminación, incluyeron la instalación de ventilación mecanizada, cableado estructural para telefonía, cómputo y CCTV, estructuras especiales, grupos electrógenos, seguridad

² Equipamientos como edificios corporativos, edificios financieros, centros comerciales, centros educativos, etc.

física y electrónica, una fachada exterior con pantalla de titanio de 5,000 m², subestaciones internas, y un sistema de control inteligente, entre otros.

Figura 5. Banco Interbank- Sede La Victoria.



Fuente: COSAPI. (2020). Nueva Sede Interbank. Extraído de <https://www.cosapi.com.pe/site/index.aspx?aid=357> (Consulta: 15 de Octubre del 2016)

b) El Complejo Rector de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Felipe Estanislao Mac Gregor, Sacerdote Jesuita

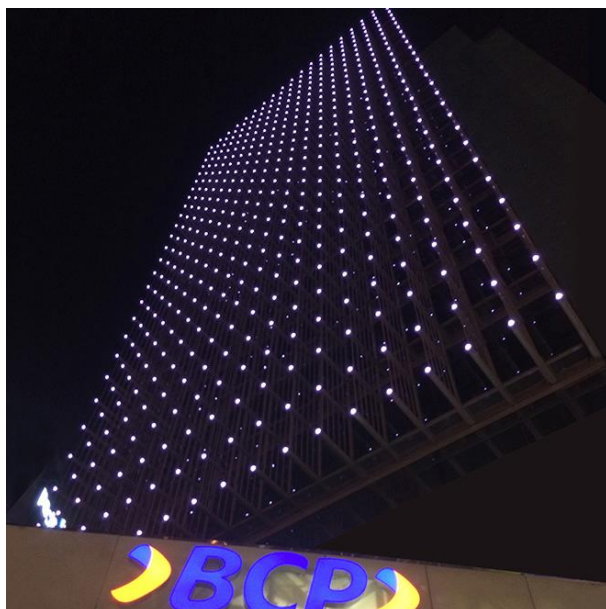
El año 2009, la Pontificia Universidad Católica del Perú, desarrolla un complejo tecnológico con altos niveles de automatización en su campus universitario, al respecto, Belaunde, Llosa, Cortegana, & Reiser (2010), mencionan que se han aplicado tecnologías que optimizan el uso de sus recursos... se ahorra 50% de energía eléctrica en iluminación en este complejo, al trabajar con sensores de detección y medidores de luz conectados al sistema de control de iluminación inteligente que se activan y regulan el nivel necesario de iluminación para ese momento, así mismo

c) Sede Principal Banco de Crédito del Perú

El año 2015, con motivo del 125 aniversario, se inaugura la remodelación de la sede principal del Banco de Crédito en el distrito de San Isidro, Lima; EOM GRUPO (2015), menciona que se consideró la implementación de la nueva imagen de la fachada del edificio con tecnología y materiales de vanguardia... consta de una estructura metálica tridimensional que sobresale de la fachada generando una serie de efectos lumínicos tridimensionales, con luces a distintas profundidades, dándole un efecto de cascada lumínica en la noche.

La obra terminada de la Torre BCP San Isidro, fue galardonada a nivel internacional, al respecto, Diario La República (2015), menciona que fue elegida por el jurado entre las 7 finalistas, de 2000 iniciativas por categoría a nivel mundial, el reconocimiento se debió a el gran impacto cultural y social para Lima.

Figura 7. Banco de Crédito del Perú. Sede San Isidro.



Fuente: Diario La República. (2015). Torre BCP, Mejor Proyecto de Iluminación en Certamen Internacional. Recuperado de <https://larepublica.pe/empresa/867180-eligen-a-torre-bcp-como-el-mejor-proyecto-de-iluminacion-en-certamen-internacional> (Consulta: 14 de Octubre del 2018)

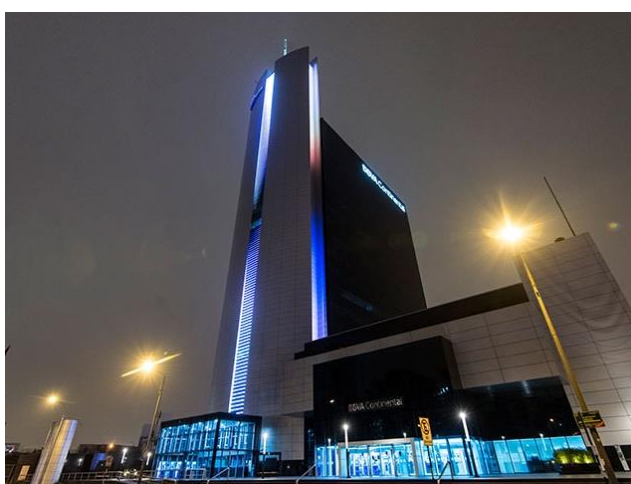
d) Sistema Automatizado Controlado por Dispositivo Móvil, de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Lanao (2015), menciona que “El objetivo de un sistema de iluminación automatizado es que sea diseñado y desarrollado para ser manejado desde un dispositivo móvil mejorando además la administración del sistema eléctrico, proponiendo el protocolo de comunicación Zigbee, comunicando inalámbricamente distintas partes del sistema”(p.1).

e) Sede San Isidro del BBVA Banco Continental

Se busco un cambio de imagen e integración se sistemas automatizados sobre sus instalaciones existentes, al respecto, Desarrollo Peruano (2015), menciona que se buscó reorientar la dirección del volumen de Norte-sur a Oeste, para permitir los accesos al complejo desde la avenida República de Panamá, el aporte es buscar abrirse a la ciudad incorporando 14000 m2. de espacio público, convirtiéndose en un nuevo hito urbano, prolongando verticalmente el volumen de las cajas de ascensores a una altura sobresaliente con un pináculo sobre el nuevo volumen esbelto en forma de “aguja” para distinguirse en la ciudad, empleando una iluminación automatizada al igual que el *Building Management System*.

Figura 8. Sede Principal Banco Continental.



Fuente: Extraído el (2016, 15 de Octubre) de http://edificiosdelperu.blogspot.pe/2015_12_01_archive.html

II.2.2 Casos de Arquitectura con Sistemas de Automatización en el Mundo

a) Sede Nueva York del New York Times

El año 2010, esta sede implementa un sistema automatizado de control de la iluminación.

EBSA, (2010), menciona que se logró un aumento de 5-10% en la productividad, al contar con regulación de luz individualizada, las personas ajustan la luz sobre su espacio; la sala de reunión y aulas cuentan con interfaces amigables para generar escenas; las oficinas y sala de conferencias cuentan con control automatizado para obtener niveles de iluminación según tareas dando flexibilidad y reduciendo el costo de readecuación del espacio (eventos, nuevos inquilinos, o diseños); el sistema de control Quantum, detalla el uso de energía y el ahorro, mediante costos bajos al usar una estrategia de control para iluminación "Lutrón", con sensores luz-día y sensores de ocupación; obteniendo un ahorro mayor que el 70% en iluminación que corresponde a USD \$ 600,000 en costos de electricidad, por año (p.19).

b) Sistema Eficiente de Control de Iluminación en la Escuela Politécnica Nacional de Quito

El año 2011, se realiza una investigación para la implementación de un laboratorio de 200 m². en un edificio de la Escuela, al respecto Celi & Chica,(2011), menciona que, "se considera el control inteligente de un sistema de iluminación con luminarias de alta eficiencia para estudiar el aprovechamiento eficiente de la energía" (p. 8).

c) Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

El año 2013, se realiza una investigación para diseñar un Prototipo de Aula para el campus, al respecto,

Ramirez, (2013), hace un diagnóstico del consumo lumínico antes de la instalación de dicho sistema, desarrollando una encuesta para corroborar la problemática de daño visual producto del efecto

estroboscópico de las lámparas fluorescentes, para reducir el consumo energético mediante la domótica en iluminación, y sistemas automatizados con tecnologías más eficientes como la tecnología de Diodos Emisores de Luz conocida como iluminación LED, activados por sensores de presencia, evitando el daño visual a estudiantes y catedráticos por el efecto estroboscópico de las lámparas de fluorescencia (p.1-2).

d) Campus Universitario de la Pontificia Universidad Católica de Quito

El año 2015, se realiza un estudio para la Implantación de un Sistema Inmótico en el Campus Universitario En Nayón.

Gallegos (2015), menciona que, aplica técnicas y métodos de control de sistemas retroalimentados, a un estudio de maximización de energías renovables en una habitación, para automatizar y controlar la luz solar, a través de la domótica, de manera que el consumo de luz eléctrica disminuya y se aproveche óptimamente (p.4).

Gallegos (2015), además controla servicios como alarmas de intrusión, detección de incendios, controles de acceso, CCTV, que por lo general funcionan independientemente, y como integrarlos a una red IP, gestionados y monitoreados por un solo sistema central (p.7).

e) Campus de la Universidad de Alcalá de Henares, Madrid

El año 2015, se desarrolla la instalación automatizada de las zonas comunes de treinta y cinco edificios de los tres Campus de la Universidad. Al respecto Lonmark International (2016), refiere que para lograr la eficiencia energética del campus la Universidad Alcalá de Henares (UoA), se trabajó por etapas, siendo la etapa inicial la de la iluminación eficiente en 35 edificios, en los 3 campus de la universidad conjuntamente con la Ingeniería cumpliendo con: El cambio de lámparas por led en cada edificio, un sistema de control de iluminación en áreas comunes (980 circuitos de iluminación a lo largo de 35 edificios aproximadamente), sirviendo de base para implementar futuros sistemas de control para iluminación y clima, en oficinas y aulas y; analizadores de energía, en un período de 10 años, que muestran la evolución

de la red eléctrica de cada edificio, pudiendo plantear mejoras para la eficiencia energética durante ese periodo.

Sobre los resultados obtenidos desde la finalización del proyecto de la Universidad Alcalá de Henares, Camacho (2015), explica que cada sistema de control instalado en cada edificio funciona como una columna vertebral, pudiendo agregarse más sistemas de control como clima y control de iluminación dentro de cada oficina y aula, integrándolos al sistema de control principal; si mismo, nombra la base de datos empleada LNS, que sirve para comunicar los 35 sistemas de control de los edificios, brindando facilidades de mantenimiento y comunicación en tiempo real, con almacenamiento de datos; en cuanto al retorno de la inversión (ROI), explica la reducción de costos de instalación y cableado al aprovechar la red de comunicación existente en cada edificio, ahorrando un 45% al reemplazar todas las lámparas y 15% adicional, con los sistemas de control de iluminación, considerando: Horas de trabajo guardadas para conserje y personal de mantenimiento con el estado de cada circuito de iluminación desde el SCADA o página web con gestión amigable y sencilla.

f) Escuela Politécnica superior del Campus Leganés de la Universidad Carlos III de Madrid

El año 2017, se realiza una investigación sobre Sistemas Automatizados de Control de Iluminación, en la que Becerril (2017), menciona que, para mejorar la iluminación, eficiencia energética y control del flujo luminoso del alumbrado interior y exterior debe haber un cambio a tecnología LED, junto con nuevos sistemas de control y regulación del flujo luminoso, desarrollando un estudio de iluminación con el programa DIALux evo 7.

g) Edificio Puerto de Administración de Lázaro Cárdenas, Sociedad Anónima de Capital Variable, México

El año 2018, se desarrolla una Mejora en la Eficiencia Energética del Edificio en México en el que ISDE (2018), menciona sobre el galardón de “Mejor Proyecto del año 2017” que éste se debe a la mejora del Building

Management System, a su eficiencia energética, Iluminación, climatización y monitorización de sistemas eléctricos, aprovechando la infraestructura para el cableado del sistema de control, y para la obtención de una topología libre se utiliza el transceiver FTT-10 en el protocolo abierto ISO/IEC 14908-2, facilitando la instalación de nodos de control cerca de los equipos a controlar, reduciendo así, el uso de cable eléctrico. Los resultados se vieron desde su implementación habiéndose obtenido un retorno de la inversión, desde el inicio.

II.3 Bases Teóricas

Se muestra información relevante de tesis, artículos de investigación científica, revistas, periódicos y libros sobre funcionamiento, componentes, cálculos, fórmulas, simulaciones y procedimientos necesarios para poder desarrollar la Propuesta de Acondicionamiento del Sistema Automatizado de Control de la Iluminación, según usos probables³ durante el año académico 2017.

II.3.1 Auditoría Energética del Sistema de Iluminación

Sobre la auditoria energética general, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que “Se debe realizar un inventario de los equipos existentes, la potencia nominal de cada uno de ellos y su forma de utilización” (p. 22).

Para una auditoria energética, se recomienda estudios y medición de resultados de Eficiencia Energética, así según,

Arsham (1996), se debe realizar un diagnóstico energético bianualmente sobre la infraestructura representativa del Estado: Universidades, hospitales, etc. estableciendo bases de datos con indicadores de eficiencia energética, como ejemplo para el resto de entidades, buscando una reducción de la demanda y de

³ Usos probables 2017-2018 como resultado de la Modelación Estocástica mediante Simulación Montecarlo.

la energía, además de emisiones evitadas y beneficio/costo para el Estado (p. 70).

Con respecto a los equipos y sistemas que consumen energía en oficinas. Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que “La auditoría tiene por objeto conocer si el funcionamiento de los equipos y sistemas, es eficiente y en caso contrario, definir las acciones para corregir esta situación” (p. 35).

Sobre los sistemas principales de consumo energético en instalaciones, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), considera que “el propósito es conocer la potencia máxima utilizada, y establecer si modificando el régimen de funcionamiento de determinados equipos puede disminuirse dicho valor” (p. 22).

Sobre el mantenimiento, compras de material o sustitución, según, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), “Debe tenerse en cuenta la actividad desarrollada, el número de horas y el tipo de jornada, diurna, nocturna o mixta, y los aspectos relativos a su eficiencia energética” (p. 8).

II.3.2 Consumo Energético

Sobre la evaluación del consumo energético, según,

Comunidad de Madrid & INTECO (2014), menciona que la energía consumida en una instalación de iluminación depende de la potencia del sistema instalado y del tiempo que está encendida, además del consumo de energía sí se considera el coste-efectividad como medidas para mejorar su eficiencia energética, las que requerirán una inversión económica, pero reducirán el consumo de energía en el futuro (p. 8).

Sobre el cálculo del consumo energético de una instalación, Comunidad de Madrid & INTECO (2014), menciona que, “el consumo energético se calcula multiplicando la potencia Instalada por las horas de uso,

que dependen de la forma de ocupación del espacio, la luz natural y el sistema de control usado” (p. 8).

Sobre los sistemas principales de consumo energético, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que, “los sistemas principales de consumo energético son: Iluminación, calefacción y aire acondicionado, y equipamiento específico: Ordenadores, fotocopiadoras, faxes, equipamiento general: Neveras, cafeteras, y equipamiento compartido: Ascensores, motores” (p. 59).

II.3.3 Eficiencia General de los Sistemas de Iluminación

a) Mediante el Sistema de Control de Iluminación

Sobre el aseguramiento de iluminación de calidad mediante un sistema de control, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que “un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea necesario y durante el tiempo preciso, combinando sistemas de control de ocupación, de tiempo, aprovechamiento de luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación” (p. 48).

Sobre los medios de control o mecanismos de Gestión y Control, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), asevera: “los medios de control o mecanismos de gestión y control, sirven para apoyar la correcta utilización de los equipos complementando la implantación del Plan de Utilización” (p. 48).

Sobre el eficiente consumo lumínico mediante al uso de la automatización, Junta de Andalucía (2011), explica que, mediante el sistema de control es posible adaptar la iluminación según actividad en los distintos espacios del edificio, controlando la luminosidad, pudiendo recurrirse a sistemas como: Detectores de control de presencia y movimiento, sensores de luminosidad, y sistemas de iluminación de bajo consumo, como la tecnología LED (p.35).

b) Mediante el Diseño de la Iluminación

Sobre la Eficiencia General de los Sistemas, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que “la estructura física, orientación, materiales de construcción y ubicación física de los elementos de iluminación o climatización, influyen positiva o negativamente en los sistemas de ventilación, iluminación natural y de control (p. 30).

Sobre la Contratación de Suministros, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que, la garantía y la calidad de la energía, dependen de la calidad de la red de distribución por zona (p. 31).

Para optimizar en las instalaciones, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que “hay que tener en consideración tres aspectos, sobre la electricidad, iluminación y climatización, que mayor consumo de energía concentran, para optimizar el coste: Detección de puntos de mejora, realización de planes de mejora y valoración económica de la mejora”(p. 36).

Sobre los parámetros de eficiencia energética, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que, “Se conseguirá un grado de eficiencia óptimo cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada” (p. 40).

En cuanto a mejoras potenciales y estimación del ahorro, Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), desarrolla un cuadro con sistemas de equipamiento y su medidas de ahorro energético” (p. 41). (Ver Figura 9).

Figura 9. Mejoras Potenciales Y Estimación Del Ahorro En Sistemas De Equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica.	15
Iluminación: zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas dicroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	80
Iluminación exterior	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	40
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	85
Agua	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15

Fuente: Dirección general de industria - Energía y Minas. (2007). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos. Madrid.

Sobre los tipos de Sistemas de control y regulación, Ministerio de Fomento de España (2011), menciona que “existen 4 tipos fundamentales: Regulación y control bajo demanda del usuario, regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural, control de encendido y apagado según presencia en la zona y, regulación y control por sistema centralizado de gestión” (p. 48).

II.3.6 Integración de Sistemas (*Building Management System*).

Sobre el valor agregado que se logra al implementar un BMS, eBD Peru (2015), menciona que, se le brinda valor agregado al edificio, demandando menores costos operativos.

Sobre la seguridad y eficiencia energética, eBD Peru,(2015), menciona que, se alcanza integrando todos los subsistemas de seguridad electrónica presentes: Aire Acondicionado (HVAC), iluminación, control de accesos, CCTV, sistemas eléctricos, gestión de Energía, sistemas sanitarios (Electrobombas), detección de incendios...los mismos que deben conocerse a detalle para poder desarrollar una estrategia tecnológica (Ver Figura 10).

II.3.7 Los Sistemas de Gestión

Los sistemas de Gestión se utilizan para controlar el consumo de energía mejorando los parámetros con un mínimo coste energético, requiriendo de un sistema comunicación capaz de soportar estas acciones.

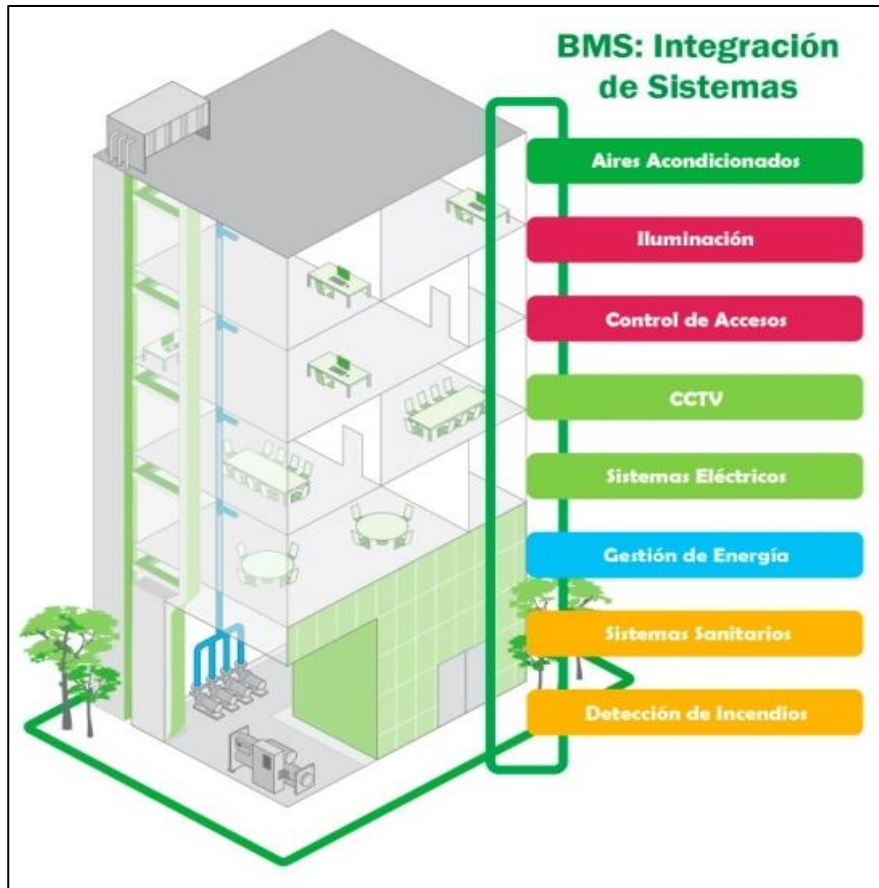
Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), menciona que se requieren nuevos sistemas de comunicación para la implantación de sistemas de gestión de energía y otros con gran cantidad de datos y control de instalaciones; al instalar estos sistemas, se consigue un uso racional de las instalaciones, ahorro de energía, reducción de mano de obra, reducción de averías y prolongación de la vida útil de los equipos además de controlar el consumo de energía, optimizando los parámetros, reduciendo el coste energético (p. 55).

Sobre el sistema de gestión, según Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), “ se basa en un ordenador y en un software de gestión, pero la gestión energética en gran parte depende del operador. Los resultados obtenidos oscilan entre el 10 % y el 30 %” (p. 55).

Sobre el grado de inteligencia, según, Martinez, (2014), “se relaciona con los sistemas automatizados y con su estructura; para valorar el **grado de**

inteligencia existen tres niveles: Sistema Técnico, usuarios del edificio, diseño arquitectónico” (p. 20).

Figura 10. Esquema Gráfico Del Building Management System.



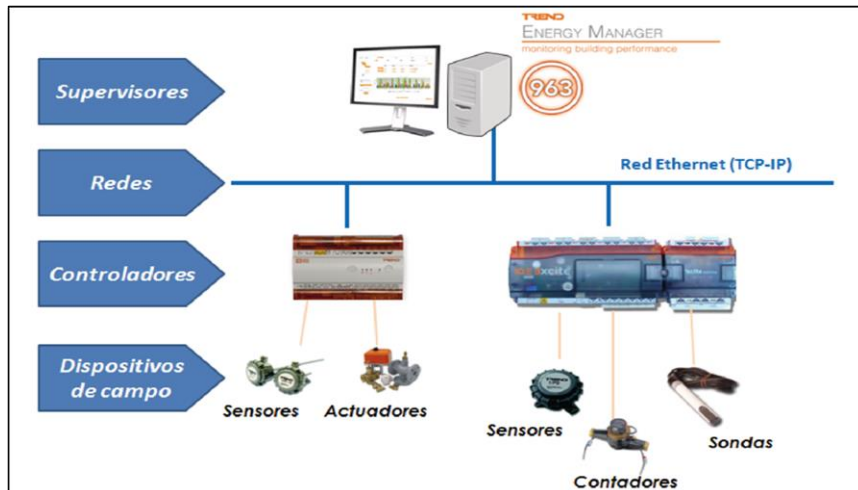
Fuente: eBD Peru. (2015). Control y Automatización (BMS). Retrieved May 8, 2018, from <https://www.ebdperu.com/solucion/automatizacion-2/>

II.3.8 Componentes Principales de un Sistema De Control.

Sobre los componentes principales de un sistema de control, TREND (2007), los dividen en: “Controladores que reciben señales de dispositivos de campo (p.ej. sensores) y según la programación, toman medidas para controlar los equipos, supervisores o interfaces de usuario que modifican datos del sistema, y proporcionan funciones de análisis energético y de mantenimiento, redes que comunican dispositivos a distancia, local o de forma remota y, dispositivos de campo, como sensores, actuadores, que envían o

reciben datos directamente de los controladores para el control y la supervisión” (p. 3).

Figura 11. Esquema De Funcionamiento De Un Sistema De Control.



Fuente: TREND. (2007). Sistema de Control como herramienta de eficiencia energética. Retrieved from https://www.trendcontrols.com/es-ES/Documents/Sistema_de_Control.pdf

II.3.9 Dispositivos de Campo y Regulación de la Iluminación

Viakon (2017), menciona que los dispositivos de campo como: Sensores, transductores y actuadores de la red industrial, miden los parámetros del proceso o actúan realizando acciones para dirigir el buen funcionamiento del proceso.

Sobre la ubicación de un sensor de luz para la regulación de Iluminación, Ministerio de Fomento de España (2011), menciona que se debe manejar el sistema de aprovechamiento de luz natural, en función del flujo luminoso natural, y la regulación de forma automática en la instalación de iluminación, además divide la regulación en 2 tipos: Regulación todo/nada, regulación progresiva (p. 48).

II.3.10 Dispositivos de Detección de Presencia

Ministerio de Fomento de España (2011), menciona que, son el conjunto de dispositivos, cableado y componentes que controlan de forma automática, el encendido y apagado de la iluminación en un espacio de acuerdo a la presencia o ausencia de personas (p. 12).

Ministerio de Fomento de España, (2011), divide en 4 tipos fundamentales la detección: “Infrarrojos, acústicos por ultrasonido, por microondas, híbrido de los anteriores” (p.12).

Contreras (2011), muestra una tabla comparativa sobre las “características de los sensores de presencia” (p. 12). (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Tecnologías Disponibles En Sensores De Presencia.

TECNOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
Tecnología PIR	· Denominado infrarrojo pasivo
	· Reaccionan solo ante determinadas fuentes de energía como el cuerpo humano.
	· Captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor.
	· Cuando se da un cambio de temperatura en alguno de estos radios o zonas, se detecta la presencia y se acciona la carga.
Tecnología Ultrasónica	· Son detectores de movimiento volumétricos que utilizan el principio Doppler.
	· Los sensores emiten ondas de sonido ultrasónico hacia el área a controlar, las cuales rebotan en los objetos presentes y regresan al receptor del detector
	· El movimiento de una persona en el área provoca que las ondas de sonido regresen con una frecuencia diferente a la cual fue emitida, lo cual es interpretado como detección de presencia
Tecnología Dual	· Combina las tecnologías PIR y Ultrasónica.
	· Proporcionan el control de iluminación en áreas donde sensores de una sola tecnología pudieran presentar deficiencias en la detección.
	· Los sensores de Tecnología Dual actúan prendiendo las luces cuando tanto PIR como las tecnologías ultrasónicas detectan ocupación
	· Una vez las luces están prendidas, solo se necesita detección de una sola tecnología para mantenerlas prendidas

Fuente: Contreras, A. (2011). Diseño de un Sistema de Automatización para el Sistema de Iluminación de una Planta Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/518>

II.3.11 Sensores Fotoeléctricos

Contreras (2011), menciona que, es un dispositivo electrónico que actúa según cambio en la intensidad de la luz, detecta el nivel de luz y produce una señal de salida sobre la cantidad de luz detectada, se recomienda su uso

en lugares que cuenten con flujo de luz natural para iluminar un área, solo si el nivel de luz es insuficiente (p. 12).

II.3.12 Sistema de Temporización

Ministerio de Fomento de España (2011), menciona que, es el “conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el apagado de una instalación de iluminación en función de un tiempo de encendido prefijado”(p. 49).

II.3.13 Transmisión De Datos

Junta de Andalucía (2011), menciona que “la solución mezcla diversos medios de transmisión de los datos: fibra óptica, bus DALI, bus KNX; sobre sus características, considera la configuración flexible de la instalación eléctrica, sin cambiar cableado al realizarse en la pantalla de un PC; simplificando y facilitando el proceso, porque las acciones se configuran a través de un PC, desde la central de control, permitiendo la comunicación mediante TCP/IP a la red local e internet y así, llevar un telecontrol de la instalación (Ver figura 12), finalmente permite un mantenimiento preventivo en la iluminación por que los datos de potencia, horas de uso, etc. se almacenan en una base de datos (p. 35).

II.3.14 Redes

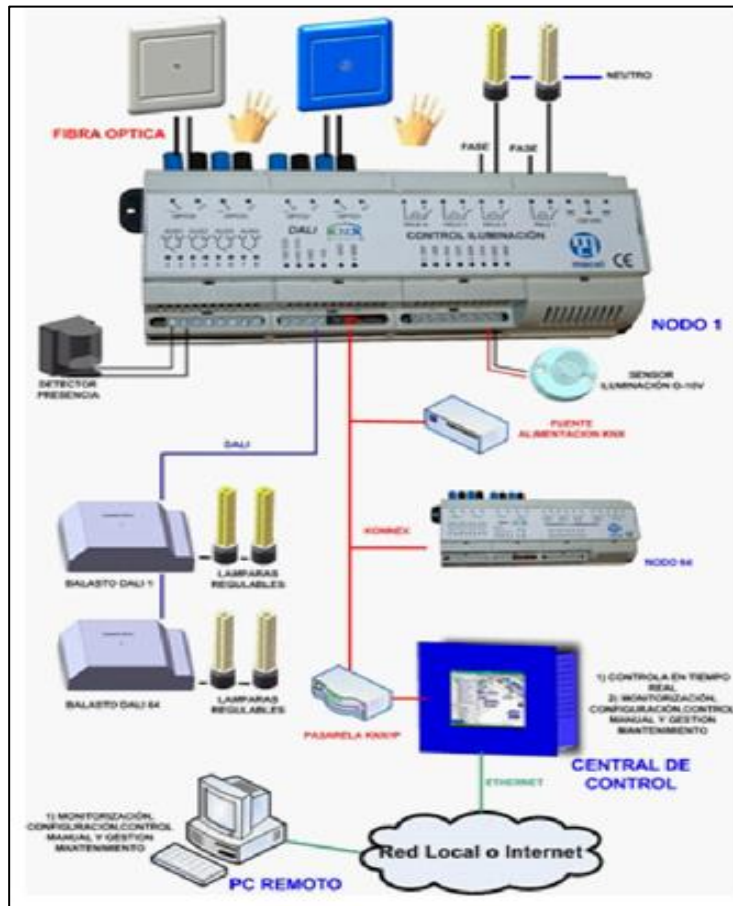
Topología de red. Según EcuRed (n.d.), es el arreglo físico o lógico en el cual los dispositivos o nodos de una red (e.g. computadoras, impresoras, servidores, hubs, switches, enrutadores, etc.) se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación; Topología física: Disposición real de los cables (los medios) y, topología lógica: *Hosts*⁴ que acceden a los medios.

⁴ Host: Computadores, laptops, o dispositivos que permiten acceder a la red.

a) Red Bus Lineal

Según EcuRed (n.d.), la topología de bus tiene todos sus nodos conectados directamente a un enlace y no tiene ninguna otra conexión entre nodos... físicamente, además cada host está conectado a un cable común. En esta topología, los dispositivos clave permiten que el host se "una" o se "conecte" al único medio compartido, una ventaja es que todos los hosts están conectados entre sí, pudiendo comunicarse directamente.

Figura 12. Control De Iluminación.



Fuente: Junta de Andalucía. (2011). Estado del Arte de las TIC Aplicadas a Edificación Inteligente. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Las_TIC_aplicadas_edificacion_inteligente.pdf

II.3.15 Protocolos de Comunicación

Figura 13. Características de las Tecnologías de Automatización y Protocolos.

Tecnología	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Distancia máxima de dispositivos	Fortalezas	Costo
LonWorks	Par trenzado. Power Line. Fibra Óptica. Ethernet.	TP: 78 kbps. Troncal: 1,25 Mbps.	1500 – 2700 m.	Excelente como bus doméstico y como backbone. Protocolo estándar distribuido.	Medio.
KNX	Par trenzado. Power Line. Fibra Óptica. Ethernet. Radio.	TP: 9600 bps.	2100 – 3600 m.	Excelente como bus doméstico. Protocolo estándar distribuido.	Medio.
ZigBee	Inalámbrico.	20 – 250 kbps.	10 – 75 m.	Inalámbrico, distribuido, muy bueno en obras de pequeño tamaño, sus dispositivos requieren de baterías.	Medio.
X10	Power Line.	60 bps (América).	185 m2.	Usa Power Line, muy bueno en obras de pequeño tamaño, soporta un máximo de 256 aparatos interconectados.	Muy bajo.
Bacnet	Par trenzado. Fibra óptica.	1 – 100 Mbps.	Ethernet: 100 m.	Principalmente dedicado a HVAC, actualmente trabaja en conjunto con LonWorks.	Medio.
DALI	Par de cable.		200 m.	Únicamente usado en iluminación, trabaja en conjunto con la mayor parte de los demás protocolos domésticos.	Medio.

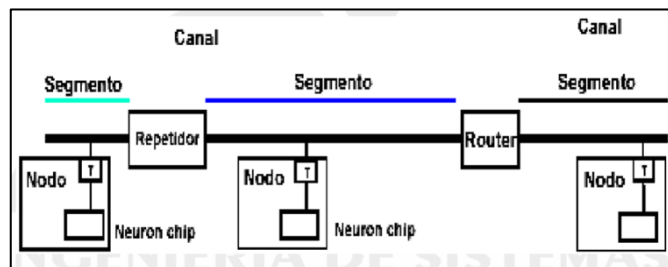
Fuente: Moya, V. (2012). Diseño de una aplicación inmótica en el edificio Carlos Crespi de la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Cuenca – Ecuador. ESPAÑA / Universidad Politécnica de Madrid / 35692. Retrieved from

Moya (2012), hace una comparación sobre los protocolos de comunicación y tecnología inmótica, indispensables en un sistema automatizado de control de iluminación (Ver Figura 13).

Sobre el Sistema LonWorks y sobre los componentes de la Arquitectura de red LON (Ver Figura 14), señala:

AldeE (n.d.), “cada unidad de comunicación en la red se llama nodo, el protocolo de comunicación para el nodo está almacenado en un Neuron chip, el nodo está conectado al medio físico a través de un transceiver⁵, cada nodo está conectado a un canal, medio físico de comunicación, que puede dividirse en segmentos (porción de cable), y los Routers conectan canales entre sí” (p. 12).

Figura 14. Arquitectura De La Red Lon.



Fuente: AldeE. (n.d.). Principales Sistemas Domóticos e Inmóticos. Recuperado de <http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/genera- lidades.pdf>

II.3.16 Modelos Probabilísticos y de Análisis Decisional.

Se consideran como parte fundamental de la investigación ya que permitirán simular el comportamiento humano sobre el uso de las luces en los distintos ambientes durante el año 2017, para acercarse al consumo lumínico más cercano a la realidad, para, a partir de esta información, poder comprobar el ahorro lumínico de instalar el sistema Automatizado de Control de Iluminación, Garriga, (2015), menciona que el método Montecarlo es un método de simulación que permite calcular estadísticamente el valor final de

⁵ Transceiver: Según (Viakon, 2017), “es un dispositivo que se encarga de realizar funciones de recepción de una comunicación, contando con un circuito eléctrico que permite un procesamiento para también realizar la transmisión de esta información, sin importar su diseño o formato”.

una secuencia de sucesos no deterministas (sujetos a variabilidad) y por su complejidad, se realiza con algún programa informático.

Hossein (2015), menciona que “el dominio de los modelos de análisis de decisiones está dos casos extremos, según el grado de conocimiento del resultado de nuestras acciones” (Ver Tabla 3):

Tabla 3. Modelo Probabilístico.

Ignorancia	Situación de riesgo	Conocimiento completo
Modelo de incertidumbre pura	Modelo probabilístico probabilístico	Modelo determinista determinista

Fuente: Hossein, A. (2015). Tools for Decision Analysis. Recuperado de <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/opre/partIX.htm> Consulta: 7 de Marzo del 2018

Así mismo, menciona que, cuando se usa probabilidad se expresa la incertidumbre, el lado determinista tiene una probabilidad de uno o cero, mientras que el otro extremo tiene una probabilidad plana (todas igualmente probables). La información para resolver un problema de decisión reduce la probabilidad plana desplazando la ubicación de un problema desde el "polo" de la pura incertidumbre hacia el "polo" determinista. La información relevante reduce y maneja la incertidumbre.

Arsham, H. (1996), sobre el concepto de Análisis decisional señala que, el concepto de Análisis decisional consiste en evaluar alternativas complejas en términos de valores y de incertidumbre, muestra las diferencias entre alternativas definidas, y genera sugerencias nuevas y mejores.

El año 2012, se realiza una investigación aplicada de un modelo de simulación MonteCarlo sobre las propiedades locales electrónicas de un sistema bidimensional distorsionado,

Feng, Sun, Li, Gao, & Zhang (2012), menciona que usando el método de simulación de MonteCarlo, estudiaron la influencia del desorden, la autogeneración y el ancho de banda en la longitud de la localización en un sistema desordenado. Los resultados revelan que los estados electrónicos del sistema exhibieron fenómenos

de localización con el aumento del grado de distorsión, además se encontró que la longitud de la localización se puede reducir al aumentar el grado de distorsión; finalmente, el rango incremental de longitud de localización tuvo una tendencia a descender con el aumento del ancho de banda (p. 379).

II.3.17 Estudio Económico

El Periodo del retorno de la Inversión es un indicador que permitirá saber el tiempo de recuperación de la inversión, valor útil para tomar decisiones.

ESAN, (2017), alcanza una fórmula del período de retorno de la Inversión:

$$PRI = a + (b - c) / d$$

Donde: a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión. b = Inversión Inicial. c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión. d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

II.4 Marco Normativo

Sobre la Normatividad Peruana es necesario conocer los alcances y reglamentos a los que se ceñirá la investigación, y de no existir se recurrirá a la Normatividad Europea y/o Americana, al respecto, se tiene.

II.4.1 Normatividad Peruana ⁶

Ministerio de Energía y Minas. (1978). Norma de Conexiones para Suministro de Energía Eléctrica hasta 10 Kw.. Retrieved from http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/DisposicionesElectricas_p1.html

⁶ N. del A.Ver Anexo 6

Presidencia de la República. (2007). Decreto Supremo N° 053-2007-EM - Reglamento de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.

Presidencia de la República. (2018). Decreto Supremo N° 034-2008-EM, Dictan Medidas para el Ahorro de Energía en el Sector Público.

Ministerio de Energía y Minas. (2009). Resolución Ministerial N° 469-2009-MEM/DM, Aprueban el Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009-2018.

Presidencia de la República. (2006). Norma Técnica EM.010. Instalaciones Eléctricas Interiores. Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA. (Ver Anexos)

Presidencia de la República. (2015). Código Técnico de Construcción Sostenible. Decreto Supremo N° 015-2015-VIVIENDA.

Ministerio de Energía y Minas (2009), menciona que el proyecto la iluminación representa gran parte del consumo de la energía total, debiendo existir un sistema de ahorro y eficiencia energética en iluminación, para ello nombra tres campos claves: Eficiencia de la iluminación, ahorro y gerencia del sistema y, sistemas de control de iluminación (p. 16).

II.4.2 Normatividad Europea ⁷

Ministerio de Fomento de España. Boletín Oficial Del Estado (2011), Pub. L. No. Orden FOM/1635/2013, 690 (17 de Marzo 2006). Ley 38/1999/ Actualización del Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», de l Código Técnico de la Edificación. Recuperado de <https://doi.org/BOE-A-2012-5403> (Ver Anexos).

Sobre las exigencias básicas para lograr un ahorro de energía ,

⁷ N. del A. Ver Anexo 7

Becerril (2017), menciona sobre la exigencia básica HE 1, que los edificios deben tener una envolvente que limite adecuadamente la demanda energética para alcanzar el bienestar térmico, aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar (p. 55).

Sobre la Exigencia básica HE 3, señala:

Becerril, (2017), que “se debe buscar la eficiencia energética en las instalaciones de iluminación, mediante edificios con sistemas de control que permitan ajustar el encendido y la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural” (p. 54).

Becerril (2017), además señala sobre la Norma Europea UNE EN 12464-1, que ésta define las **exigencias para alcanzar** sus objetivos en términos de **cantidad y calidad de iluminación**, además de proporcionar indicaciones para su buen uso (p. 61).

II.4.3 Normatividad Americana ⁸

Halverson (2014), detalla sobre la normatividad ANSI/ASHRAE/IES Standard 90. 1-2013. Determination of Energy Savings: Quantitative Analysis, la determinación cuantitativa de la energía guardada, en el tema de Iluminación, mediante Addendum. (Ver Anexo).

⁸ N del A. Ver Anexo 8

Capítulo III

METODOLOGÍA.

III.1 Tipo

Por su finalidad es aplicada, por que busca la aplicación o utilización de conocimientos existentes, además depende de los resultados y avances vinculados a la investigación básica; por su carácter en la medida es cuantitativa, por su profundidad es exploratoria por que combina procesos (Modelo de simulación para obtener el uso del sistema de iluminación) poco aplicados al tema, es descriptiva y explicativa, por que analiza las propiedades y características del Sistema Automatizado de Control de Iluminación propuesto, además pretende medir y recoger información de los conceptos y variables a las que se refiere; según el marco en que tiene lugar es de campo.

III.2 Diseño Metodológico

Descriptivo – correlacional, descriptivo porque corresponde a un estudio de casos, en el que se compara dos sistemas de control de Iluminación, el existente que es el Convencional y el propuesto, que es el Automatizado, que al compararse permitirán generalizar los resultados; es correlacional por que busca medir el grado de relación existente entre 2 conceptos que para el caso constituyen el Sistema automatizado de control de Iluminación y el Ahorro eléctrico.

Enfoque de investigación: Es cuantitativa, ya que su intención es buscar la exactitud de mediciones con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabaja con datos cuantificables.

3.3. Instrumentos

Consumo lumínico automatizado, considerando el factor humano eficiente, sin errores de encendido o apagado, y los resultados de mediciones pasivas sobre cantidad, tipo, consumo en watts, de luminarias por ambiente, y la Programación de clases semanal, semestral y por año académico 2017-I y 2017 -II.

Consumo lumínico convencional, considerando un factor de exceso, por el factor humano, capaz de dejar encendidas las luces sin gente, en los ambientes de mayor concurrencia, y los resultados de mediciones pasivas sobre cantidad, tipo, consumo en watts, de luminarias por ambiente, y la Programación de clases semanal, semestral y por año académico 2017-I y 2017 -II, utilizando un modelo probabilístico, mediante simulación.

Para el cálculo del consumo lumínico en exceso en el pabellón de Estudios Generales se utilizó dos funciones, una Función Probabilista de Distribución Discreta, y otra de distribución triangular;

(Epidat, 2014), menciona que “éste modelo proporciona una primera aproximación cuando hay poca información disponible, sólo se necesita conocer el mínimo (valor pesimista), el máximo (valor optimista) y la moda (valor más probable), parámetros de la distribución triangular, denotados por a , b y c , respectivamente. Ejemplo: Análisis del riesgo: campo de variación: $a \leq x \leq b$
Parámetros: a : mínimo, $-\infty < a < \infty$ c : moda, $-\infty < c < \infty$
con $a \leq c \leq b$ b : máximo, $-\infty < b < \infty$ con $a < b$ ” (p. 39).

Se elige la distribución discreta sencilla por que los valores graficados no son continuos. En este tipo de distribución se utiliza una variable Aleatoria que corresponde al Tiempo en exceso, y la frecuencia, que es un factor propio de dicha variable. Utilizando la fórmula para una Distribución Discreta que incluye los números random, los que se igualan a F , y según el valor, aumentan el tiempo de exceso o permanecen sin modificarse, actuando dicha fórmula sobre las horas de actividad en los ambientes donde se produce el

escenario de de luces encendidas sin gente (ambientes recurrente como Aulas y SSHH).

Una vez obtenido el consumo en exceso, al reemplazar las horas por las del exceso, obteniendo 2 resultados, el consumo de una semana del 2017-I y el consumo de una semana del 2017-II, logrando obtener la media de ambos, que

dados los datos escasos, y su cantidad, se encuentra la aplicación de la formula de Distribucion Triangular para crear el modelo que funcione de manera similar para determinar el consumo lumínico simulado en años (25 años).

Para obtener el valor semanal simulado se utiliza nuevamente un número Random (aleatorio) que se nivela al valor de la Función triangular de la probabilidad. Los números Random van de 0 a 1, y las variables utilizadas para este nuevo cálculo corresponden a:

Variable 1: Tiempo en exceso: Se estimó a través de una distribución discreta sencilla de probabilidad.

Variable 2: Consumo semanal: Se estimó a través de una distribución triangular continua de probabilidad.

Ahorro lumínico de la comparación entre ambos sistemas, el automatizado y el Simulado.

Iluminación de calidad de la comparación entrelluminancia, con luxes permitidos según normatividad y medición activa con Luxometro, en el Pabellón de Estudios Generales.

Análisis de rentabilidad, considerando el tiempo de recuperación de la inversion, Según Ahorro Eléctrico Anual y Presupuesto Económico Total del Acondicionamiento del Sistema Automatizado de Control de Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, (obtenido de los metrados de los Planos),

considerando la inversión total del presupuesto en el año 0 y la amortización de la deuda en años, con el monto correspondiente al ahorro eléctrico, multiplicado por el costo del Kw-Hora (para julio del 2019) para convertirlo en una cantidad monetaria, llegando al punto de equilibrio en el que la inversión se paga completamente y se empieza a obtener un beneficio económico.

Conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos.

III.3 Técnicas de Recolección de Datos

a) Documental y de Campo

Para la recolección de datos se desarrollan mediciones pasivas y activas; así para la verificación del estado actual de la documentación obtenida en la Universidad San Martín de Porres, sobre los planos arquitectónicos, se realizan mediciones de dimensionamiento mediante wincha laser (aparato de medición electrónico de alta precisión), registro fotográfico y de video para la ubicación del mobiliario y de los planos de instalaciones eléctricas, la verificación de los circuitos e interruptores, tipo de aparatos lumínicos o luminarias y su rendimiento en watts; para determinar el nivel de intensidad lumínica se utilizan mediciones activas, mediante Luxómetro laser (aparato de medición electrónico de alta precisión).

Para el desarrollo del marco teórico se recurre a fuentes primarias, secundarias y terciarias utilizando libros, y bases de datos digitales como Ebsco, e-libro, Sciencedirect, Scopus, Mendeley entre otros.

Para el procesamiento de la información se desarrolla trabajo de gabinete, para la contrastación y corrección de planos se utiliza el programa graficador informático AutoCAD, al igual que para crear los planos de automatización; para hacer los cálculos de consumo, potencia instalada, etc. se utiliza el programa informático Excel.

Para obtener el consumo lumínico a partir del comportamiento del personal involucrado en el uso de la iluminación, se aplica un modelo

estocástico mediante simulación de Montecarlo desarrollado en el programa Excel.

Para la redacción de la tesis se utiliza el programa informático Word y para su presentación el programa informático Prezi o Power Point.

III.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

Se aplica la estadística descriptiva, considerando a Hernández (2006), quien menciona que, la estadística descriptiva permite organizar y clasificar indicadores cuantitativos obtenidos en la medición, encontrando propiedades, relaciones y tendencias del fenómeno, que en ocasiones, tardan en percibirse.

La investigación no presenta hipótesis, por ser un caso de una investigación técnica, en la que se aplica estadística descriptiva y explicativa sin embargo la hipótesis esta contenida de manera tácita en el objetivo principal y los secundarios, tanto en el objetivo principal como en los específicos que contienen las variables e indicadores; para un mejor entendimiento se adjunta la Matriz de consistencia.

Se utiliza además un método predictivo, por desconocer el comportamiento del factor humano con respecto al encendido de luces sin gente, siendo no determinista, y del que dependerá el consumo lumínico, utilizando para ello una función aleatoria que ayude a generar el tiempo en exceso de la iluminación encendida sin gente, al ser manejada por factor humano, y a partir de los resultados escasos, encontrar la distribución a la que responde para poder generar el modelo, para el caso una Distribucion triangular, que simule un comportamiento similar al encontrado pero que por la misma condicion imperfecta o indeterminada, varíe en los años acercándose mas a un funcionamiento real.

III.5 Diseño Muestral

Por ser un pabellón universitario de regular capacidad (4 niveles con 4 aulas por nivel) se recurre a toda la población que constituyen todos los ambientes del pabellón de Estudios Generales.

III.6 Matriz De Consistencia

Matriz de Consistencia					
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL.	ABLE INDEPENDIE	DIMENSIONES DE X.	INDICADORES.	DISEÑO METODOLÓGICO E INSTRUMENTOS
¿Mediante que sistema de control de iluminación se puede generar un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad San Martín De Porres, Lima, para el año 2018, aún cuando se desconoce el uso real de la iluminación?	Destinar un sistema automatizado de control de la iluminación que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.	XI. Acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.	XI-1. Sistema automatizado de control de ocupación.	Sensores infrarojos. Sensores de presencia	Tipo: Por su finalidad es aplicada, por su carácter en la medida es cuantitativa, por su profundidad es exploratoria, descriptiva y explicativa, según el marco en que tiene lugar es de campo.
PROBLEMÁTICA DERIVADA.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		XI-2. Sistema automatizado de control de tiempo.	Sensores de presencia e infrarojos regulados con dimmers.	Diseño de investigación: Descriptivo - correlacional.
¿Mediante que sistema automatizado de control de ocupación, se se puede generar un Ahorro Eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?	Designar un sistema automatizado de control de ocupación, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.		XI-3. Sistema automatizado de Aprovechamiento de luz diurna.	Sensores de luminosidad con regulación de intensidad (fotocélulas). Antena de clima conectada a sensor de luminosidad y controlador de persianas.	Enfoque de investigación: Es cuantitativa, su intención es buscar la exactitud de mediciones con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabaja con datos cuantificables.
			XI-4. Sistema automatizado de Gestión de la iluminación.	Punto de acceso externo o supervisión remota. Supervisión y gestión local con Interfaces sencillas, amigables y según jerarquía.	Técnica: Documental y De Campo.
¿Mediante que sistema automatizado de control de tiempo se puede generar un Ahorro Eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?	Designar un sistema automatizado de control de tiempo, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.	VARIABLE DEPENDIENTE.	DIMENSIONES DE Y.	INDICADORES.	Instrumentos: Consumo lumínico preciso (considerando el factor humano eficiente, sin errores de encendido o apagado), mediante mediciones pasivas (cantidad, tipo y consumo de luminarias por ambiente y, la programación de clases semanal y por semestre académico 2017-I y 2017-II. -II. Consumo lumínico probable de la iluminación convencional, considerando el factor humano sujeto a errores, durante los semestres 2017-I y 2017-II, mediante modelo estocástico con simulación Montecarlo. Presupuesto económico del sistema Automatizado de Control de Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales (Planos con ubicación de componentes, circuitos y especificaciones técnicas) para análisis de rentabilidad con índices VAN y TIR. Demostración del Ahorro eléctrico mediante comparación de consumo lumínico convencional (probable, considerando el factor humano sujeto a errores) versus el automatizado (Consumo lumínico preciso, considerando el factor humano sin errores). Conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos
¿Mediante que sistema automatizado de aprovechamiento de la luz diurna se puede generar un Ahorro Eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?	Designar un sistema automatizado de aprovechamiento de la luz diurna, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.	YI: Ahorro eléctrico.	YI-1: Comparación de consumo lumínico convencional versus automatizado, con uso probable 2017-2018, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima.	Utilización (Condiciones externas e internas del edificio). Medios de control. Mantenimiento. Eficiencia de los equipos (Inventario de los equipos y su ubicación). Eficiencia general del sistema (Potencia nominal e instalada de los equipos existentes). Contratación de suministros (calidad de la red de distribución de cada zona).	
¿Mediante que sistema automatizado de gestión de la iluminación, se puede generar un Ahorro Eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018?	Designar un sistema automatizado de gestión de la iluminación, que genere ahorro eléctrico simulado, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, 2018.		YI-2: Confort lumínico.	Requisitos mínimos de iluminación y calidad según normatividad vigente.	Población: todos los ambientes del el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, Lima, que cuenten con iluminación (aulas, servicios higiénicos de damas y de varones, pasillos, escaleras, oficinas académicas, depósitos y azotea).
			YI-3. Valoración económica del ahorro eléctrico	Indicadores de Rentabilidad. Van TIR	Muestra: Poblacion total.
Métodos de Análisis de Datos: Estadística descriptiva.					

III.7 Población de Estudio

La Población que se considera en el estudio, corresponde a la totalidad de los ambientes del Pabellón de Estudios Generales.

El Pabellón cuenta con 04 pisos -01sótano, 03 niveles y la Azotea-
conteniendo:

En el sótano: 04 aulas, 01 pasillo, 04 patios, 01 oficina administrativa, 01 sala de profesores, 01 depósito, 01 cuarto de máquinas, 01 tanque cisterna y la caja de escaleras.

En el primer nivel: 04 aulas, 01 pasillo, 01 oficina de bienestar estudiantil, 01 tópico, 02 servicios higiénicos diferenciados, para hombres y para mujeres, y 01 depósito de limpieza.

En el segundo nivel: 04 aulas, 01 pasillo, 01 oficina de psicología, 01 oficina complementaria, 02 servicios higiénicos diferenciados, y 01 depósito de limpieza.

En el tercer nivel: 04 aulas, 01 pasillo, 02 oficinas complementarias, 02 servicios higiénicos diferenciados, y 01 depósito de limpieza.

En la Azotea: 01 terraza con el tanque elevado, 03 depósitos.

Así mismo existe una población de “Involucrados en el Uso de la Iluminación” que constituyen: El personal de mantenimiento del Pabellón, los agentes de Programación, el personal de Seguridad, los docentes, los alumnos, el personal de Limpieza y el personal Administrativo que laboran en el Pabellón de Estudios Generales, sobre los cuales, se desarrolla el modelo de simulación, para acercarse a su comportamiento real sobre el uso de la iluminación valiéndose de las evidencias encontradas.

III.8 Aspectos Éticos

Se considera que la información facilitada por la Universidad, para el desarrollo de la presente investigación, es confiable y verídica.

Al no contar con estudios sobre el comportamiento real del personal, estudiantes ni docentes, con respecto al uso de la iluminación, ni con mediciones activas con aparatos de medición específicos, se recurre a mediciones pasivas y se trabaja en base a la información facilitada por la Universidad, además se crea un modelo que simule la realidad, de tal manera que una vez que la universidad cuente con la información real, se ingrese al modelo y este muestre un resultado mas cercano a la realidad.

La información alcanzada por la Universidad es netamente para el desarrollo de la tesis, por lo que se utilizara únicamente para dichos fines.

III.9 Cronograma de Actividades

Descripción	Cronograma de Actividades																																								
	Año 2017												Año 2018												Año 2019																
	Ener	Febr	Mar	Abril	May	Juní	Julio	Ago	Setie	Octu	Nov	Dici	Ener	Febr	Mar	Abril	May	Juní	Julio	Ago	Setie	Octu	Nov	Dici	Ener	Febr	Mar	Abril	May	Juní	Julio										
Diseño detallado del proyecto																																									
Actualización y elaboración del Marco Teórico			x	x	x	x	x	x	x	x	x																														
Diseño del Modelo de Simulación.																																									
Trabajo de campo, levantamiento del estado actual del pabellón de Estudios Generales, mediciones activas en los ambientes principales con Luxómetro, entrevistas.																																									
Procesamiento de los datos cuantitativos.																																									
Análisis de datos.																																									
Desarrollo del Anteproyecto del sistema automatizado de control de Iluminación, mediciones pasivas c/ formulas para el cálculo lumínico.																																									
Redacción del informe final																																									
Revisión del manuscrito																																									
Preparación																																									
Defensa Tesis																																									

III.10 Presupuesto

DESCRIPCION	COSTO
Papelería, impresiones	S/. 500.00
Wincha Laser	S/. 400.00
Fluxómetro	S/ 200.00
Planos eléctricos contrastados.	S/. 600.00
Planos de Automatización.	S/. 1500.00
Fotocopias	S/. 200.00
Levantamiento de Estado actual	S. 350.00
EEGG	
Gastos generales	S/.800.00
Anteproyecto de Sistema Automatizado de Control de Iluminación.	S/. 3500.00
Asesoría particular	S/. 2400.00
Pagos de Derechos y autorizaciones	S/. 3000.00
TOTAL	S/. 9950.00

Capítulo IV

DESARROLLO

IV.1 Objetivo General

Destinar un sistema automatizado de control de la iluminación que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

IV.2 Objetivos Específicos

Designar un sistema automatizado de control de ocupación, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de control de tiempo, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de aprovechamiento de la luz diurna, que genere un ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

Designar un sistema automatizado de gestión de la iluminación, que genere ahorro eléctrico, en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, Av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

IV.3 Variables

IV.3.1 Variable Independiente

X-1. Acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, av. La Fontana, La Molina, lima, 2018.

IV.3.2 Variable Dependiente

Y-1: Ahorro eléctrico.

IV.4 Dimensiones

IV.4.1 Dimensiones de X-1

X1: Sistema automatizado de control de ocupación.

X2: Sistema automatizado de control de tiempo.

X3: Sistema automatizado de control de aprovechamiento de la luz diurna.

X4: Sistema automatizado de gestión de la iluminación.

IV.4.2 Dimensiones de Y-1

Comparación de consumo lumínico convencional versus automatizado, con uso probable 2017- I, 2017- II, en el pabellón de Estudios Generales.

Y1-2: Confort lumínico.

Y1-3: Valoración económica de ahorro eléctrico.

IV.5 Indicadores

IV.5.1 Indicadores de

Sistema automatizado de control de ocupación: Sensores de presencia. Sensores infrarrojos.

Sistema automatizado de control de tiempo: Sensores de presencia o infrarrojos.

Sistema automatizado de control de aprovechamiento de la luz diurna: Sensores de luminosidad (fotocélulas) con antena de clima. Sensores de regulación en intensidad de iluminación.

Sistema automatizado de gestión de la iluminación: Ordenador y software de gestión.

IV.5.2 Indicadores de Y

Y-1-1: Utilización. Medios de control. Mantenimiento. Eficiencia de los equipos (Inventario de equipos y ubicación). Eficiencia General del sistema (Potencia y consumo. Contratación de suministros (Calidad de la red de distribución de cada zona.

Y-1-2: Calidad de Iluminación contrastada entre medición con Luxómetro en ambientes del Pabellón de Estudios Generales y la Normatividad vigente sobre cantidad de iluminación mínima según actividad.

Y-1-3: Ahorro lumínico anual, tiempo de retorno de la inversión, Indicadores de Rentabilidad: Van, TIR.

IV.6 Estado Actual del Pabellón de Estudios Generales

IV.6.1 Ubicación y Localización

El Pabellón de Estudios Generales se ubica dentro del Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, ubicado en la Av. La Fontana N° 1250, Distrito de La Molina, Departamento de Lima, con una latitud Sur $12^{\circ} 04' 14.88''$ y una Longitud Oeste $76^{\circ} 56' 34.08''$. (Ver figura 15).

Figura 15. Fotografía Aérea De Localización De Campus FÍA-USMP.



Fuente: Google Earth (2019). *Facultad de Ingeniería y Arquitectura*.
Recuperado de <https://earth.google.com/web/@-12.0720238,-76.9421609,246.20411822a,1030.43967389d,35y,0h,0t,0r/data=CmkaZxJhCiUweDkxMDVjNmU3OTAzNGRjNjM6MHgzOTM2MTBiZGM1MDY3MThiGTorRs03gJCjAIXIEO11MPFPAKiZGYWN1bHRhZCBkZSBjbmllbmlcsOtySB5IEFycXVpdGVjdHVyYRgCIAE> (Consulta 11 Enero del 2019).

El Distrito de La Molina pertenece a la zona denominada como Lima Este de la Provincia de Lima y se encuentra ubicada prácticamente al centro del mapa, dando algunas ventajas particulares en cuanto al clima por esta condición. (Ver Figura 16).

Figura 16. Mapa de Lima y sus distritos.

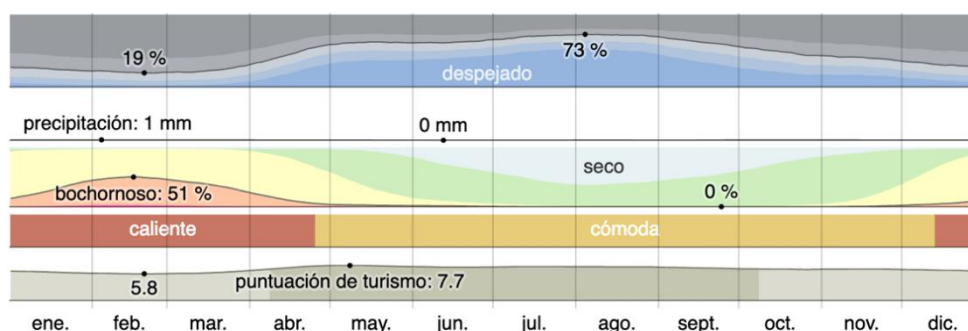


Fuente: Wikipedia. (n.d.). Mapa Lima Metropolitana Distritos.
Retrieved March 11, 2019, from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Mapa_Lima_Metropolitana_Distritos.JPG

IV.6.2 Clima.

El clima en La Molina varía según las estaciones, Según Weather Spark, (2019), los veranos son calientes, húmedos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos y mayormente despejados. la temperatura varía de 15 °C a 27 °C. (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Clima En El Distrito De La Molina- Lima Durante El Año.



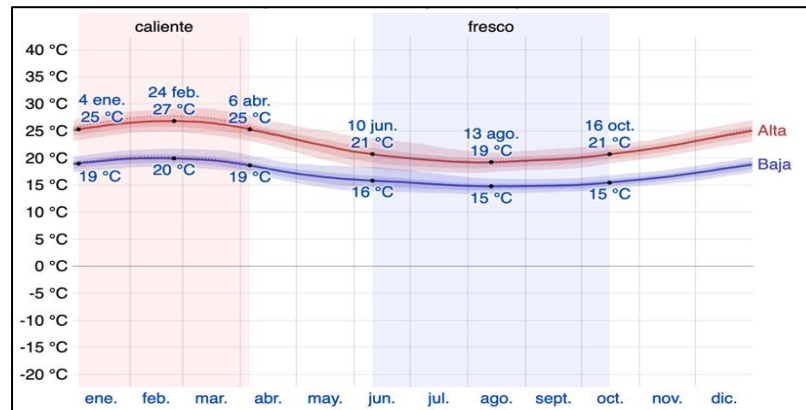
Fuente: Weather Spark. (n.d.). Clima promedio en La Molina, Perú, durante todo el año - Weather Spark. Retrieved January 31, 2020, from <https://es.weatherspark.com/y/21290/Clima-promedio-en-La-Molina-Perú-durante-todo-el-año>

IV.6.3 Temperatura

La temperatura media anual en la ciudad de Lima es de 20 °C, con una temperatura máxima promedio de 23 °C y una mínima promedio de 17 °C. La temperatura máxima registrada en los últimos años, según El Comercio, (2010), ha sido de unos 32 °C y la mínima ha sido de 8.8 °C (Ver Ilustración 7).

La humedad relativa máxima promedio durante el año según TuTiempo, (2010), varía entre 72% y 90%, dependiendo de la hora del día.

Tabla 5. Temperatura Máxima Y Mínima.



Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25 °C a 75 °C y 10 °C a 90 °C. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: Weather Spark. (2019). Clima promedio en La Molina. Retrieved March 5, 2019, from <https://es.weatherspark.com/y/21290/Clima-promedio-en-La-Molina-Perú-durante-todo-el-año>

IV.7 Auditoría Energética (Iluminación) en el Pabellón de Estudios Generales

IV.7.1 Contrastación De Planos

Se hizo un levantamiento de las especialidades de Arquitectura e Instalaciones Eléctricas en el Pabellón de Estudios Generales, a partir de los planos facilitados por la Universidad San Martín de Porres, contando:

En la especialidad de Arquitectura, con la distribución arquitectónica de los espacios arquitectónicos, circulaciones y estructuras, las dimensiones, los niveles, las funciones por ambiente, el mobiliario y los vanos (dimensiones de puertas, ventanas y mamparas). (Ver Anexos: Planos de Arquitectura).

En la especialidad de Instalaciones eléctricas, con la ubicación, distribución y conexiones entre las luminarias y los circuitos de iluminación,

los tableros de distribución, el tablero general, los sub tableros, los tableros electromagnéticos, la ubicación de los interruptores y sus características. (Número de golpes, circuito de encendido o apagado), y los diagramas unifilares (Ver Anexos: Planos de Instalaciones Eléctricas).

IV.7.2 Estado Actual de los Circuitos de Iluminación en Ambientes del Pabellón de Estudios Generales

Las aulas, del primer al tercer nivel, cuentan con seis circuitos de iluminación cada una, con los interruptores distribuidos en los extremos laterales de las puertas de ingreso al aula (02 puertas abatibles de 02 hojas c/u), contando con 01 interruptor de 03 golpes a cada lado (cada golpe enciende seis cajas y cada caja cuenta 3 entradas para tubos fluorescentes o Leds, habiendo 30% de tubos tipo led y los demás, fluorescentes. En total cada aula cuenta con 36 cajas para tubos fluorescentes y Leds, (Ver Anexos: Planos de Instalaciones eléctricas).

Los talleres, del sótano, cuentan con 06 circuitos de iluminación, con los interruptores distribuidos en 04 sectores, 02 en los laterales de las puertas de ingreso y los otros 02 al medio de cada ambiente, contando con 01 interruptor de 02 golpes a cada lado (cada golpe enciende 04 cajas y cada caja cuenta con 03 entradas para tubos fluorescentes o Leds, siendo el 100% tubos tipo Led. En total cada aula cuenta con 36 cajas para tubos Leds, (Ver Anexos: Planos de Instalaciones eléctricas).

Las oficinas administrativas cuentan con interruptores de 1 y 2 golpes para encender el circuito de iluminación, funcionando de manera manual, ubicados al costado de la puerta de ingreso.

Los depósitos y cuarto de máquinas del sótano, primer, segundo y tercer nivel, cuentan con interruptores de 1 golpe para encender el circuito de iluminación, funcionando de manera manual, ubicándose al costado de la puerta de ingreso, encendiendo una lámpara fluorescente.

El depósito 01 de la Azotea, cuenta con un interruptor de 2 golpes para encender el circuito de iluminación, funcionando de manera manual, ubicándose al costado de la puerta de ingreso.

El depósito 2 de la Azotea, cuenta con un interruptor de 2 golpes para encender el circuito de iluminación, funcionando de manera manual, ubicándose al costado de la puerta de ingreso.

El depósito 3 de la Azotea, cuenta con un interruptor de 1 golpe para encender el circuito de iluminación, funcionando de manera manual, ubicándose al costado de la puerta de ingreso.

Tabla 6. Cantidad y tipo de Lámparas por Ambiente- Primer y Segundo Nivel en el Pabellón de Estudios Generales.

Nivel y Ambientes	Suma de Total Watts	Suma de Número de lámparas por circuito	Suma de Tubos por lámpara
⊗ Azotea	2292	17	8
⊗ Deposito 1	1872	9	4
Rejilla empotrable 04 fluorescentes 4x18W=52W. 60cm.x60cm	1872	9	4
⊗ Depósito 2	276	6	2
Foco Ahorrador Ecohome Philips 23W E27	276	6	2
⊗ Depósito 3	144	2	2
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	144	2	2
⊗ Primer Nivel	19548	116	90
⊗ Aula 101	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 102	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 103	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 104	3402	18	12
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	972	9	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Depósito de limpieza c/lavadero	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
⊗ Escaleras	216	4	3
TLD Philips 18 W 60cm.	216	4	3
⊗ Oficina Representación Estudiantil	216	2	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	216	2	3
⊗ Pasillo	1512	28	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1512	28	6
⊗ SSH Docentes	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
⊗ SSH Mujeres	324	3	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	324	3	6
⊗ SSH Varones	324	3	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	324	3	6
⊗ Topico	216	2	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	216	2	3
⊗ Segundo Nivel	19548	116	90
⊗ Aula 201	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 202	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 203	4374	18	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1944	9	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Aula 204	3402	18	12
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	972	9	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	2430	9	9
⊗ Depósito de limpieza c/lavadero	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
⊗ Escaleras	216	4	3
TLD Philips 18 W 60cm.	216	4	3
⊗ Oficina A 205	216	2	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	216	2	3
⊗ Oficina Bienestar Universitario	216	2	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	216	2	3
⊗ Pasillo	1512	28	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1512	28	6
⊗ SSH Docentes	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
⊗ SSH Mujeres	324	3	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	324	3	6
⊗ SSH Varones	324	3	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	324	3	6

Fuente: Propia

Tabla 7. Cantidad y tipo de Lámparas por Ambiente- Sótano y Tercer Nivel, Pabellón de Estudios Generales.

☐ Sotano	10250	191	80
☐ Aula S-1 Taller de Arquitectura	1944	36	12
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1944	36	12
☐ Aula S-2 Taller de Maquetas libre	1944	36	12
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1944	36	12
☐ Aula S-3 Taller de Arquitectura	1782	33	12
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1782	33	12
☐ Aula S-4 Taller de Arquitectura	1944	36	12
Tubos Led Philips 18W 120cm.	1944	36	12
☐ Aula S-5	324	6	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	324	6	3
☐ Cuarto de Maquinas- Tanque Cisterna	54	1	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	54	1	3
☐ Escaleras	486	9	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	486	9	3
☐ Oficina Coordinación Académica	378	7	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.	378	7	6
☐ Oficina Impresiones- Ritti	108	2	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	108	2	3
☐ Pasillo	216	4	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	216	4	3
☐ Patio Taller de maquetas libre	368	8	2
Foco Ahorrador Ecohome Philips 23W E27	368	8	2
☐ Sala de docentes	702	13	9
Tubos Led Philips 18W 120cm.	702	13	9
☐ Tercer Nivel	15012	85	90
☐ Aula 301	3402	14	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1512	7	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	1890	7	9
☐ Aula 302	3402	14	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1512	7	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	1890	7	9
☐ Aula 303	3402	14	15
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	1512	7	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	1890	7	9
☐ Aula 304	2646	14	12
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	756	7	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.(3)/Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.(6)	1890	7	9
☐ Depósito de limpieza c/lavadero	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
☐ Escaleras	216	4	3
Tubos Led Philips 18W 120cm.	216	4	3
☐ Oficina	432	4	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	432	4	6
☐ Pasillo	756	14	6
Tubos Led Philips 18W 120cm.	756	14	6
☐ SSH Docentes	108	1	3
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	108	1	3
☐ SSH Mujeres	216	2	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	216	2	6
☐ SSH Varones	324	3	6
Fluorescente Philips 36W/865 NG 120cm.	324	3	6
Total general	66650	525	358

Fuente: Propia

IV.7.3 Uso de la Iluminación, Actividades y Características Espaciales en Ambientes del Pabellón de Estudios Generales

En el primer, segundo y tercer nivel:

Aulas.- Existen 4 Aulas por piso, normalmente se dictan cursos generales y/o compartidos por varias escuelas, ya que son bastante amplias, y algunos cursos de maestrías.

De lunes a sábado, se dictan cursos generales según la programación académica del semestre (Ver Tabla Día-Ambientes/ Cantidad de horas); los domingos, se utilizan algunos ambientes del pabellón para el dictado de cursos de acuerdo con la programación.

El uso de computadoras en las Aulas dependen del docente y del curso, pero al haber un sistema que exige marcación docente así como un sistema con contenido didáctico digital complementario, su uso es casi obligatorio. Sobre el uso de la Iluminación, por lo general, El/la docente encuentra la luz encendida durante su llegada y la apaga al terminar el curso, salvo que haya programada otra sección, situación en la que queda la luz encendida.

La probabilidad en la efectividad del sistema de encendido y apagado de luces se muestra más adelante.

Oficinas Administrativas.- Existen 02 oficinas por piso, el apagado y encendido de luces depende netamente de los trabajadores quienes cumplen con horario administrativo, al salir cierran la puerta desconociendo si se dejó prendida o apagada la luz.

Servicios Higiénicos.- Son diferenciados, uno para varones, otra para damas, y otro, de menores dimensiones, para docentes, distribución que se repite del primer al tercer nivel. En los baños de varones y damas, las luces se encienden mediante 2 interruptores ubicados, uno al lado de la puerta de ingreso y el otro al medio del espacio para encender la segunda lámpara. A

pesar de contar con vanos grandes para la iluminación natural, aprovechando la altura prominente que los caracteriza, se ha encontrado muchas veces las luces encendidas sin gente y en pleno día.

En el Sótano:

Talleres de Arquitectura.- Se cuenta con 04 talleres para los cursos de Representación y Diseño, y 01 taller de maquetas libre; estos talleres utilizan bastante iluminación artificial ya que la iluminación natural es deficiente, encendiendo todas las luces casi siempre. El funcionamiento interno de los talleres de arquitectura es similar al de las aulas.

Taller de maquetas libre.- Corresponde a uno de los Talleres el S-2, sus luces son encendidas y/o apagadas por los estudiantes indistintamente, la forma de utilización de las luces es similar al de un aula o taller.

Patios.- Se cuenta con 02 patios a los costados de 02 de los talleres que dan iluminación natural al pasillo del sótano y gracias a sus jardines en gradería crean una atmósfera agradable para desarrollar actividades. Se utilizan para la realización de trabajos al aire libre, utilizando iluminación artificial desde la tarde y durante la noche, a través de unos braquetes que se encienden directamente del sub tablero de distribución, siendo potestad del personal de vigilancia y del conserje. Los estudiantes solicitan permiso a la administración para quedarse hasta altas horas de la madrugada o hasta el día siguiente, para concluir sus trabajos, en este caso los patios se quedan con las luces encendidas desde las 5.00pm en adelante.

Oficina de Coordinación académica.- Cuenta con 03 oficinas para 02 coordinadores y una secretaria, los que tienen un horario administrativo. El mayor porcentaje de luces se encienden con las luces del pasillo directamente del sub tablero, por el vigilante. Las demás luces dependen del personal administrativo.

Sala de profesores.- El ambiente es usado por docentes, cuenta con 3 divisiones con escritorios independientes y un espacio para computadoras, cuenta con dos ventanas altas, pequeñas, con iluminación natural deficiente. El encendido de luces es de manera manual, cumpliendo por lo general en horario similar al administrativo, se han encontrado luces encendidas con o sin docentes al interior.

Depósitos de limpieza.- Ubicados en cada nivel, se utilizan para guardar, lavar y limpiar utensilios de limpieza empleados por el personal de Limpieza cumple con un horario de trabajo de lunes a sábado en dos turnos de 7.00am. a 3.00pm. y de 3.00pm. Y de 11.00pm. Las luces funcionan de manera independiente, encendidas por el personal de mantenimiento, manualmente, para sacar los utensilios y apagándola al concluir.

En la Azotea:

Depósito 1.- Privado, mantiene las luces encendidas durante 5-10 horas aproximadamente, de lunes a viernes.

Depósito 2 y 3.- Sirve para guardar los trabajos y la vestimenta de la Tuna, con acceso restringido. Se encienden y apagan las luces de estos depósitos de manera manual.

IV.7.4 Horarios del Personal Involucrado en el Funcionamiento del Pabellón de Estudios Generales

Personal de mantenimiento: Turnos: 01, ubicación: Fuera del Pabellón; personal designado: 01-02 trabajadores; horario de trabajo: Administrativo, salvo situaciones especiales: De lunes a viernes de 8.00am. A 4.30pm.

Personal de vigilancia: Turnos: 03, ubicación: Primer nivel, costado de escaleras, personal designado: 01 vigilante; horario de trabajo: De 7.00 am. A 3.00pm., de 3.00pm. A 11.00 pm. Y, de 11.00 a 7.00am.

Conserje de seguridad: Turnos: 01, ubicación: Primer nivel, costado de escaleras; personal designado: 01 conserje, horario Administrativo: De lunes a viernes de 8.00am. A 4.30pm.; es la encargada de llevar la programación académica, de acuerdo a los horarios, envía al personal de vigilancia (01 vigilante por pabellón), a abrir las puertas, encender y/o apagar las luces; a su vez, verifica el ingreso de docentes al pabellón dejando constancia de su llegada en un cuaderno y haciéndoles entrega del borrador de pizarra, plumones y control remoto del proyector.

Personal Administrativo Turnos. 01, ubicación: Primer al tercer nivel, frente a las escaleras y al costado de los baños, personal designado: 01- 02 trabajadores administrativos por ambiente, horario: Administrativo, de lunes a viernes de 8.00am. A 4.30pm.

Personal de Limpieza en Aulas y Talleres.- El personal de limpieza, hace la limpieza profunda de pisos, muebles y ventanas por lo menos 2 veces al día, ingresan a los ambientes cuando no hay horario programado y se demoran aproximadamente 02 horas en hacer la limpieza profunda.

Docentes: Turnos. Sujetos a programación, ubicación: En Aulas principalmente, sistema de marcación: En la computadora del aula programada, desde 10 minutos antes y después de la hora de inicio de clases, pasado el tiempo, se cierra el sistema, los docentes deben acercarse a la oficina de Coordinación Académica, ubicada en el sótano, para justificar y solicitar la nueva habilitación del sistema.

IV.7.5 Programación de Clases

La programación de clases se conforma de 17 semanas, las cuales, según el periodo varían; para el semestre 2017-I se conforman de 15 semanas normales y 02 semanas de exámenes (parciales y finales); para el semestre 2017-II se conforman de 14 semanas normales, 02 semanas de exámenes (parciales y finales) y 01 para el Congreso Visión.

Se muestra la programación de clases correspondiente a una “Semana Normal” tanto del semestre 2017-I como del semestre 2017-II. (Ver tabla 8).

IV.7.6 Escenarios Probables de Ocurrencia de “Luces Encendidas sin Gente” (Periodo 2017- I Y 2017-II)

Se incrementa la ocurrencia del escenario de “Luces Encendidas sin Gente” en aulas y baños, por ser los ambientes de mayor concurrencia de personas, por ello se desarrolla una tabla probable de “Luces Encendidas Sin Gente”, considerando el tiempo aproximado que se dejaron las Luces encendidas sin Gente y la frecuencia de veces que éste escenario ocurrió:

En Aulas.- Del 100% de las veces, aproximadamente 40% se dió el escenario de “Luces Apagadas Sin Gente, 30% de las veces, se observó el escenario de “Luces Encendidas Sin Gente”, quedando en este estado durante aproximadamente 1/2 hora, 20 % de las veces, durante 01 hora, y 10 %, durante 02 horas; tiempo despues del cual, el vigilante verifica el estado de las luces en los diferentes ambientes, y las apaga (Ver Tabla 6).

En SSHH.- Del 100% de las veces, aproximadamente 30% se ha observado el escenario de “Luces Apagadas Sin Gente”, 25% de las veces se ha encontrado el escenario de “Luces Encendidas Sin Gente” durante aproximadamente 02 horas, 25% de las veces, durante aproximadamente 01hora y 20% de las veces, durante aproximadamente ½ hora. (Ver Tabla 9).

La variable del Tiempo y la frecuencia de veces que se repite el escenario de “Luces encendidas sin gente”, es factible de ser modificado, una vez que se cuente con el estudio pormenorizado del personal de vigilancia sobre el estado de la luz en los distintos ambientes del Pabellón.

Tabla 8. Programación De Clases De Una Semana Normal 2017-I y 2017-II.

CICLO	2017 - 1	CICLO	2017 - 2
DIA - AMBIENTE	Suma de TOTAL HORAS	DIA - AMBIENTE	Suma de TOTAL HORAS
◉DOMINGO	16:30:00	◉DOMINGO	09:45:00
Aula 102	03:45:00	Aula 101	02:15:00
Aula 104	02:15:00	Aula 102	03:45:00
Aula S-1 Taller Arq.	05:15:00	Aula 103	02:15:00
Aula S-4 Taller Arq.	05:15:00	Aula 104	02:15:00
◉LUNES	09:00:00	Aula 201	03:45:00
Aula 101	09:45:00	Aula S-4 Taller Arq.	05:15:00
Aula 102	08:15:00	Aula S-1 Taller Arq.	05:15:00
Aula 103	07:30:00	◉LUNES	15:00:00
Aula 104	03:45:00	Aula 101	09:45:00
Aula 201	07:30:00	Aula 102	08:15:00
Aula 202	08:15:00	Aula 103	09:00:00
Aula 203	05:15:00	Aula 104	08:15:00
Aula 204	09:45:00	Aula 201	09:00:00
Aula 301	07:30:00	Aula 202	09:45:00
Aula 302	06:45:00	Aula 203	05:15:00
Aula 303	06:45:00	Aula 204	08:15:00
Aula 304	04:30:00	Aula 301	04:30:00
Aula S-1 Taller Arq.	08:15:00	Aula 302	06:45:00
Aula S-2 Taller Arq.	03:00:00	Aula 303	06:00:00
Aula S-4 Taller Arq.	01:30:00	Aula 304	04:30:00
Aula S-5 Taller Arq.	03:00:00	Aula S-2 Taller Arq.	06:45:00
CAD	03:45:00	Aula S-3 Taller Arq.	01:30:00
◉MARTES	19:30:00	Aula S-4 Taller Arq.	01:30:00
Aula 101	11:15:00	Aula S-5 Taller Arq.	01:30:00
Aula 102	12:45:00	Aula S-1 Taller Arq.	08:15:00
Aula 103	12:45:00	CAD	02:15:00
Aula 104	09:45:00	◉MARTES	13:30:00
Aula 201	09:00:00	Aula 101	11:15:00
Aula 202	06:45:00	Aula 102	12:45:00
Aula 203	09:45:00	Aula 103	11:15:00
Aula 204	10:30:00	Aula 104	08:15:00
Aula 301	09:45:00	Aula 201	10:30:00
Aula 302	09:45:00	Aula 202	11:15:00
Aula 303	09:45:00	Aula 203	07:30:00
Aula 304	11:15:00	Aula 204	09:45:00
Aula S-1 Taller Arq.	09:00:00	Aula 301	09:45:00
Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00	Aula 302	08:15:00
Aula S-3 Taller Arq.	09:00:00	Aula 303	09:00:00
Aula S-4 Taller Arq.	09:00:00	Aula 304	09:00:00
Aula S-5 Taller Arq.	03:00:00	Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00
CAD	01:30:00	Aula S-3 Taller Arq.	08:15:00
◉MIÉRCOLES	06:30:00	Aula S-4 Taller Arq.	10:30:00
Aula 101	11:15:00	Aula S-5 Taller Arq.	04:30:00
Aula 102	10:30:00	Aula S-1 Taller Arq.	06:00:00
Aula 103	10:30:00	CAD	00:45:00
Aula 104	12:00:00	◉MIÉRCOLES	09:45:00
Aula 201	09:00:00	Aula 101	09:00:00
Aula 202	06:30:00	Aula 102	11:15:00
Aula 203	07:30:00	Aula 103	10:30:00
Aula 204	07:30:00	Aula 104	09:00:00
Aula 301	06:45:00	Aula 201	09:00:00
Aula 302	12:00:00	Aula 202	08:15:00
Aula 303	07:30:00	Aula 203	06:00:00
Aula 304	08:15:00	Aula 204	04:30:00
Aula S-1 Taller Arq.	08:15:00	Aula 301	09:00:00
Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00	Aula 302	13:30:00
Aula S-3 Taller Arq.	09:00:00	Aula 303	06:45:00
Aula S-4 Taller Arq.	09:00:00	Aula 304	09:45:00
Aula S-5 Taller Arq.	03:00:00	Aula S-2 Taller Arq.	08:15:00
CAD	00:45:00	Aula S-3 Taller Arq.	08:15:00
◉JUEVES	21:00:00	Aula S-4 Taller Arq.	08:15:00
Aula 101	11:15:00	Aula S-5 Taller Arq.	09:45:00
Aula 102	10:30:00	Aula S-1 Taller Arq.	11:15:00
Aula 103	09:30:00	CAD	01:30:00
Aula 104	10:30:00	◉JUEVES	21:00:00
Aula 201	10:30:00	Aula 101	11:15:00
Aula 202	06:45:00	Aula 102	07:30:00
Aula 203	07:30:00	Aula 103	14:15:00
Aula 204	05:15:00	Aula 104	10:30:00
Aula 301	09:45:00	Aula 201	11:15:00
Aula 302	07:30:00	Aula 202	09:45:00
Aula 303	10:30:00	Aula 203	06:00:00
Aula 304	06:30:00	Aula 204	06:00:00
Aula S-1 Taller Arq.	09:00:00	Aula 301	09:45:00
Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00	Aula 302	05:15:00
Aula S-3 Taller Arq.	09:00:00	Aula 303	08:15:00
Aula S-4 Taller Arq.	09:00:00	Aula 304	04:30:00
Aula S-5 Taller Arq.	09:00:00	Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00
CAD	11:15:00	Aula S-3 Taller Arq.	08:15:00
◉VIERNES	11:15:00	Aula S-4 Taller Arq.	09:00:00
Aula 101	07:30:00	Aula S-5 Taller Arq.	04:30:00
Aula 102	09:45:00	Aula S-1 Taller Arq.	04:30:00
Aula 103	09:45:00	CAD	01:30:00
Aula 104	04:30:00	◉VIERNES	04:45:00
Aula 201	03:45:00	Aula 101	07:30:00
Aula 202	05:15:00	Aula 102	08:15:00
Aula 203	01:30:00	Aula 103	09:45:00
Aula 204	06:00:00	Aula 104	07:45:00
Aula 301	04:30:00	Aula 201	03:45:00
Aula 302	03:45:00	Aula 202	06:45:00
Aula 303	03:45:00	Aula 203	01:30:00
Aula 304	05:15:00	Aula 204	06:00:00
Aula S-1 Taller Arq.	08:15:00	Aula 301	09:45:00
Aula S-2 Taller Arq.	07:30:00	Aula 302	05:15:00
Aula S-3 Taller Arq.	08:15:00	Aula 303	08:15:00
Aula S-4 Taller Arq.	08:15:00	Aula 304	04:30:00
Aula S-5 Taller Arq.	08:15:00	Aula S-2 Taller Arq.	09:00:00
CAD	15:45:00	Aula S-3 Taller Arq.	08:15:00
◉SABADO	04:30:00	Aula S-4 Taller Arq.	08:15:00
Aula 101	08:15:00	Aula S-5 Taller Arq.	04:30:00
Aula 102	10:30:00	Aula S-1 Taller Arq.	04:30:00
Aula 103	07:30:00	CAD	00:45:00
Aula 104	09:45:00	◉SABADO	04:30:00
Aula 201	07:30:00	Aula 101	09:00:00
Aula 202	09:00:00	Aula 102	10:30:00
Aula 203	10:30:00	Aula 103	07:30:00
Aula 204	05:15:00	Aula 104	05:15:00
Aula 301	07:30:00	Aula 201	06:00:00
Aula 302	07:30:00	Aula 202	03:45:00
Aula 303	05:15:00	Aula 203	08:15:00
Aula 304	07:30:00	Aula 204	06:45:00
Aula S-1 Taller Arq.	12:00:00	Aula 301	06:45:00
Aula S-2 Taller Arq.	03:00:00	Aula 302	06:45:00
Aula S-3 Taller Arq.	03:45:00	Aula 303	06:45:00
Aula S-4 Taller Arq.	10:30:00	Aula 304	08:15:00
Aula S-5 Taller Arq.	03:45:00	Aula 304	06:45:00
CAD	06:45:00	Aula S-3 Taller Arq.	07:30:00
		Aula S-4 Taller Arq.	10:30:00
		Aula S-5 Taller Arq.	08:15:00
		Aula S-1 Taller Arq.	12:00:00
		CAD	00:45:00

Fuente: Registros Académicos Facultad de Arquitectura e Ingeniería. Universidad San Martín de Porres.

Tabla 9. Tabla frecuencias para el Tiempo de exceso en el encendido de luminarias por tipo de ambiente.

AULAS Y TALLERES				SSH			
Periodo	Tiempo (Hr)	Frec.	Frec.Acum	Periodo	Tiempo (Hr)	Frec.	Frec.Acum
Lunes - Viernes	2.00	10	0.1	Lunes - Viernes	2.00	25	0.25
	1.00	20	0.3		1.00	25	0.5
	0.50	30	0.6		0.50	20	0.7
	0.00	40	1		0.00	30	1
		100			100		
Sábado - Domingo	2.00	10	0.1	Sábado - Domingo	2	25	0.25
	0.00	90	1		0	75	1
		100			100		

Fuente: Propia.

IV.7.7 Programación de Clases en Semana de Exámenes y/o Congreso Visión en el Pabellón de Estudios Generales

Exámenes Parciales y Finales: Se destinan dos semanas, la semana 8 y la semana 16, para la toma de exámenes parciales y finales, durante cada semana se paralizan las clases y las aulas del pabellón, se destinan únicamente a esta función desde las 8.00 am a 1.00pm y de 3.00pm a 9.00pm. para tomar exámenes indistintamente, quedando el sótano fuera de esta programación, sin embargo, coincide muchas veces, con las entregas de los cursos que se dictan en los talleres de Arquitectura, usándose en el horario programado normalmente en los Talleres de Arquitectura.

Congreso Visión: Inicia en Octubre y dura 01 semana, durante este periodo se paralizan las clases en el pabellón, y se desarrolla la programación del congreso que inicia de 9am a 1.00 pm y de 3pm a 7.00pm., durante este periodo se dan conferencias de distintas duraciones en las aulas del Pabellón del 1er al 3er nivel.

En este congreso participan todas las escuelas de Ingeniería y Arquitectura dándose las charlas, conservatorios y conferencias en paralelo, participando los docentes de la USMP y/o invitados profesionales de otras entidades: cabe resaltar que durante esta semana los docentes colaboran durante su horario asistiendo a las charlas, o brindando apoyo al evento.

IV.8 Sistema Automatizado de Control de Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales

IV.8.1 Alcances del Proyecto: Componentes

A pesar de muchas actuaciones que se pueden realizar para mejorar la eficiencia energética del edificio, el presente proyecto sólo se centrará en la implementación de un sistema de control automatizado para la iluminación.

IV.8.2 Sistema de Control

El sistema de control a implementar dentro del edificio se basará únicamente en tecnologías abiertas e interoperables basadas en estándares internacionales ISO.

IV.8.3 Tecnologías

a) ISO/IEC 14908 (*Lonworks*[®])

Normalmente conocido como LON (Local Operating Network – Red de Operación Local), *LONWORKS*[®] es una plataforma tecnológica robusta, basada en el estándar ISO/IEC 14908. Se tomará como plataforma base, para integrarse con la red Dalí, y permitir integrarse de una manera rápida y de forma plana, con otros sistemas de control como climatización, persianas, acceso, etc. para un futuro, permitiendo ser una plataforma ampliable y escalable.

- **Ventajas de un Sistema Abierto para el Propietario.** Un sistema abierto está formado por variedades de productos suministrados por diferentes fabricantes. Puede ser instalado y configurado por diferentes integradores. El mantenimiento puede ser realizado por diferentes proveedores de servicios que hace que el precio sea competitivo. Posibilita la mayor capacidad de integración de sistemas.

El sistema que se propone tiene como objetivo último dotar de inteligencia al edificio, para conseguir los máximos niveles de eficiencia

energética y servir de base para ampliar hacia el control de otros sistemas como climatización, persianas, enchufes, etc.

b) IEC 62386 (DALI).

DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) es una interfaz abierta utilizada para la iluminación, que trabaja bajo estructura Maestro (Controlador) – Esclavo (lámparas).

Es una interfaz sencilla que sólo requiere de un par de cables eléctricos (20 AWG hasta 100 metros, 18 AWG hasta 150 metros y 16 AWG hasta 300 metros) para conectar cada balastro (lámpara) con el controlador, en cualquier topología.

Dentro de una red DALI, se pueden conectar hasta 64 balastos electrónicos (esclavos) hacia un controlador (Maestro) que puede trabajar como pasarela de comunicación hacia otro protocolo de comunicación (en este caso LonWorks®)

IV.8.4 Descripción del Sistema de Control (Infraestructura).

a) Arquitectura del Sistema (Infraestructura de Red).

La arquitectura del sistema constará de una troncal IP para la conexión entre diferentes canales o segmentos de cada planta, que conectará a los diferentes dispositivos de control electrónicos de cada zona.

b) Canal Troncal.

Tipo de Medio: Compartido con la Red de datos.

Medio físico: Cable UTP Cat. 6E. Se recomienda coordinar con el departamento de IT de la Universidad para que se incorpore el sistema de control a la red IP del edificio.

Topología de la red: Bus.

Velocidad de comunicación: La velocidad dependerá de la red IP del edificio

En la troncal se conecta la plataforma de supervisión y control, que consta de una computadora, pantalla plana y un software de supervisión y control desde el que se puede realizar la monitorización y control de los elementos de todo el edificio. No se dota de inteligencia a esta plataforma de tal modo que si se desconecta o apaga, no afecta a la funcionalidad del sistema.

También se conecta un servidor web que trabaja como apoyo a la plataforma de supervisión y control para el control del edificio a través de una página web, explicada más adelante.

c) Canal de Planta.

Tipo de Medio: Privado, es decir, no posee comunicación, ni conexión física con otros tipos de datos como Red de datos.

Medio físico: Cable apantallado que consta de un par trenzado para la comunicación, un par de cables para la tele alimentación a 12V DC de los dispositivos de control y un par uso de retorno que permita realizar una topología de tipo **bus** sin la necesidad de utilizar doble manguera o doble cableado. Insensible a la polaridad.

Topología de la red: Libre.

Velocidad de comunicación: La velocidad será, como mínimo, de 78 kbps⁹ para asegurar un ancho de banda suficiente para la interconexión de los diferentes canales a la troncal.

⁹ Kbps: kilobits por segundo. Unidad utilizada para medir el tráfico de la información por un canal digital, corresponde a 1000 bits.

d) Dispositivos de Control de Sistema.

Dentro del edificio se instalarán diferentes dispositivos electrónicos, con comunicación nativa ISO/IEC 14908-1, los cuales cuentan con las siguientes características principales:

e) Dispositivos Electrónicos para la Infraestructura de Red:

La infraestructura común del edificio cuenta con la troncal y un canal por cada planta.

Las características que deben cumplir son: Aislar el tráfico entre la troncal y cada canal. Colocar uno por planta. Puede ser servidor Web. Se comunica a través de ISO/IEC 14908-2 con el canal de cada planta e ISO/IEC 14908-4 (IP-852) con la troncal hacia el Servidor Web y plataforma de supervisión y control.

f) Dispositivos Electrónicos para el Control de cada Zona.

Consta de dispositivos electrónicos de control con una configuración específica. Cuenta con las siguientes características: Son nativos ISO/IEC 14908-1 e ISO/IEC 14908-2. Cuentan con entradas/salidas para realizar el control específico del área respectiva. Se distribuyen dentro de cuadros a lo largo de la instalación. Se unen por medio del canal de planta. Algunos controladores se comunican con los balastos electrónicos a través de la red DALI. Cuentan con alimentación a 230 VAC ¹⁰ del suministro local de la zona, evitando tirar una línea común de tensión para todo el sistema de control y, distribuyendo la posibilidad de fallo eléctrico. Tienen capacidad de funcionamiento autónomo, de manera que un corte de comunicaciones no afecta al funcionamiento normal de las instalaciones locales.

¹⁰ VAC: Voltios de corriente alterna. Según Isaiah (2017), La energía eléctrica viene en dos tipos básicos: AC y DC. DC fluye continuamente en una dirección, idealmente nunca hay conmutación o fluctuaciones. La corriente alterna (AC) varía de positivo a negativo y de negativo a positivo muchas veces por segundo.

IV.8.5 Herramientas de Instalación y Diagnóstico de Red.

El sistema de control es instalado, configurado y comisionado a través de un software de gestión de red que corre sobre una computadora.

Existen diferentes softwares de gestión de red utilizados por los diferentes integradores, para asegurar que cualquier integrador pueda mantener el sistema, al igual de poder reemplazar un dispositivo dañado ó sustituirlo por otro dispositivo, la herramienta de gestión de red, debe cumplir con las siguientes condiciones:

El software de gestión debe ser estándar, por ejemplo, LonMaker®, LonWatcher, OpenLNS CT o similar.

Debe ser compatible con LNS versión 3.24.048 Service Pack 4 ó superior.

IV.8.6 Interfaces de Usuario.

Son interfaces que permite al usuario interactuar con el sistema de control, pueden ser basados en ordenadores, pantallas táctiles, páginas web, etc.

Para el presente proyecto, se incluye un servidor web donde alojará una página web para que los propios profesores y personal, puedan controlar su respectiva área, a través del móvil o Tablet, sin requerir llamar al personal de mantenimiento o ir hacia los pulsadores. La gestión que se realiza se indica a continuación:

Planos de ubicación de cada una de las áreas a controlar.

Encendido/Apagado/Regulación de los respectivos circuitos de iluminación.

El sistema de control esta preparado para la ampliación añadiendo otros tipos de interfaces de usuario en caso necesario, como pantallas táctiles, teclados, etc. Siendo compatible con diferentes fabricantes.

IV.8.7 Software de Supervisión y Control.

Software de supervisión y control, se instala dentro de una computadora, que permite acceder y gestionar de forma gráfica, los diferentes tipos de áreas del edificio descritos a continuación:

Pasillos: Configuración del horario de encendido/apagado de cada circuito de iluminación. Configuración del umbral del medidor de luz exterior para encendido/apagado según la luz natural. Encendido/Apagado manual de cada circuito de iluminación. Visualización del estado de cada circuito de iluminación.

Exterior: Configuración del horario de encendido/apagado de cada circuito de iluminación. Configuración del umbral del medidor de luz exterior para encendido/apagado según la luz natural. Encendido/Apagado manual de cada circuito de iluminación. Visualización del estado de cada circuito de iluminación.

Aulas: Configuración del umbral de iluminación de cada multisensor de luminosidad y presencia para regulación automática de cada grupo de iluminación. Configuración del tiempo de apagado de cada multisensor de luminosidad y presencia. Encendido/Apagado manual de cada grupo de iluminación. Visualización del estado y nivel de iluminación de cada grupo de iluminación.

Oficinas: Configuración del umbral de iluminación de cada multisensor de luminosidad y presencia para regulación automática de cada grupo de iluminación. Configuración del tiempo de apagado de cada multisensor de luminosidad y presencia. Encendido/Apagado manual de cada grupo de iluminación. Visualización del estado y nivel de iluminación de cada grupo de iluminación.

Cuartos Técnicos: Configuración del tiempo de apagado desde el pulsador. Encendido/Apagado manual de cada circuito de iluminación. Visualización del estado de cada circuito de iluminación.

Servicios Higiénicos: Configuración del tiempo de apagado de cada detector de movimiento. Encendido/Apagado manual de cada circuito de iluminación. Visualización del estado de cada circuito de iluminación.

IV.8.8 Funcionalidad del Sistema de Control.

Estudiando el edificio y sus respectivas áreas, se optó en dividirlo en las siguientes secciones, indicando las funcionalidades del sistema de control a aplicar.

a) Funcionalidades en Pasillos.

Son áreas que permite comunicar los diferentes salones, oficinas, distribuido en las diferentes plantas. Generalmente estas áreas son de poca afluencias de personas, por lo que se suele optar por la instalación de detectores de movimiento, sin embargo, teniendo en cuenta el horario de clases y la cantidad de alumnos, profesores y personales que suele estar dentro del edificio, se estima que el gasto de instalar detectores de movimiento (tubería, cableado, rotura de techos y paredes, y otros gastos requeridos),

no compensa el ahorro de energía que se pueda obtener, ya que se estima que el tiempo de encendido de la iluminación será bastante mayor que el tiempo de apagado de los mismos.

Adicional a esto, si se añade que en las áreas de pasillos hay ventanas que permiten la iluminación natural, durante el día siempre se mantendrá apagada la iluminación por lo que no compensa la instalación de detectores de movimiento. No obstante los controladores a instalar contarán con entradas libre de tensión para conectarse con detectores de movimiento, en caso que haya áreas que si compensen la instalación de los detectores de movimiento.

b) Funcionalidades en Áreas con Ventanas (Presencia De Luz Natural).

El encendido/apagado se realiza a través del medidor de luz exterior que se instala en el techo del edificio.

Se fuerza el apagado a través de un horario que se configura desde el Software de Supervisión y Control.

c) Funcionalidades en Áreas sin Ventanas.

El encendido/apagado se realiza a través de un horario que se configura desde el Software de Supervisión y Control.

Para ambos casos se instalan pulsadores, para que en cualquier momento, se pueda realizar el encendido/apagado de la iluminación, esto especialmente en la noche, en caso requiera el vigilante.

ÁREAS DENTRO DEL EDIFICIO:

Planta	Área
Sótano	Corredor
	Escalera
Primero	Corredor
	Escalera
Segundo	Corredor
	Escalera
Tercero	Corredor
	Escalera

d) Funcionalidades en Exteriores.

Corresponden al exterior del edificio como el área de la garita de vigilancia, y los patios ubicados en el sótano.

El encendido/apagado se realiza a través del medidor de luz exterior que se instala en el techo del edificio.

Se fuerza el apagado a través de un horario a configurar desde el Software de Supervisión y Control.

Áreas dentro del Edificio:

Planta	Área
Sótano	Patio 1
	Patio 2
Primero	Letras
	Vigilancia
	Garita
	Reflector Garita
	Ingreso Fachada
	Garita/Puerta Principal

e) Funcionalidades en Aulas.

Se instalan multisensores de luminosidad y presencia permitiendo cubrir toda el aula completa.

Se configuran los grupos de iluminación según cobertura del multisensor de luminosidad y presencia.

Se realiza la regulación de la iluminación a través del protocolo DALI, siguiendo las siguientes premisas: Al detectar la presencia de los estudiantes/profesor, si el nivel de iluminación medido por el sensor es menor al umbral configurado desde el Software de Supervisión y Control, se encenderá el grupo de iluminación al último nivel que se encontraba antes de apagarse.

Se regula el nivel de iluminación según el umbral de iluminación configurado para asegurar la visibilidad del área.

Si el sensor no detecta movimiento, después de un tiempo configurado desde el Software, se apaga automáticamente el grupo de iluminación, evitando que se quede encendido.

A través de los pulsadores, se sale de la regulación automática, antes explicada y permite al estudiante/profesor encender/apagar/regular la iluminación, se mantiene en ese nivel hasta que se apague el grupo de iluminación, ya sea de forma manual por el pulsador o de forma automática por el multisensor. En ese caso si se enciende por el multisensor pasará al modo automático.

ÁREAS DENTRO DEL EDIFICIO:

Planta	Área
Sótano	01-S1-Taller de Arquitectura
	01-S2-Taller de Arquitectura
	01-S3-Taller de Arquitectura
	01-S4-Taller de Arquitectura
	01-S5-Taller de Arquitectura
Primero	Aula 101
	Aula 102
	Aula 103
	Aula 104
Segundo	Aula 201
	Aula 202
	Aula 203
	Aula 204
Tercero	Aula 301

Aula 302
Aula 303
Aula 304

f) Funcionalidades en Oficinas.

Se instalan multisensores de luminosidad y presencia permitiendo cubrir toda la oficina.

Se configuran los grupos de iluminación según cobertura del multisensor de luminosidad y presencia.

Se realiza la regulación de la iluminación a través del protocolo DALI, siguiendo las siguientes premisas: Al detectar la presencia de los estudiantes/profesor/personal, si el nivel de iluminación medido por el sensor es menor al umbral configurado desde el Software de Supervisión y Control, se encenderá el grupo de iluminación al último nivel que se encontraba antes de apagarse. Se regula el nivel de iluminación según el umbral de iluminación configurado para asegurar la visibilidad del área.

Si el sensor no detecta movimiento, después de un tiempo configurado desde el Software, se apaga automáticamente el grupo de iluminación, evitando que se quede encendido.

A través de los pulsadores, se sale de la regulación automática, antes explicada y permite al estudiante/profesor/personal encender/apagar/regular la iluminación a su gusto, manteniéndose en ese nivel hasta que se apague el grupo de iluminación, ya sea de forma manual por el pulsador o de forma automática por el multisensor. En ese caso si se enciende por el multisensor pasará al modo automático.

ÁREAS DENTRO DEL EDIFICIO:

Planta	Área
Sótano	Sala de Docentes
	Oficinas
Primero	Tópico de Enfermería
	Representación Estudiantil
Segundo	A-205 IIE
	Bienestar Universitario
Tercero	Secretaría
	Psicopedagógica
	Servicio Psicopedagógico

g) Funcionalidades en Cuartos Técnicos.

Son áreas de acceso de personal de la Universidad que es de forma esporádica.

A través de pulsadores, el personal puede encender durante un tiempo configurado desde el Software, evitando que se quede el circuito de iluminación encendido.

Al pulsar de nuevo, mientras se encuentre encendido el circuito de iluminación, permitirá apagarlo de nuevo.

Áreas dentro del Edificio:

Planta	Área
Sótano	Cuarto de Bombas
	Impresiones
Primero	Limpieza
Segundo	Limpieza
Tercero	Limpieza
Azotea	Depósitos (3 en total)

h) **Funcionalidades en Servicios Higiénicos.**

Son áreas esporádicas por lo que se incluyen detectores de movimiento.

Al detectar movimiento de la persona, se enciende el circuito de iluminación respectivo. Después de un tiempo configurado desde el Software sin detectar movimiento se apaga automáticamente.

A través de pulsadores, se puede encender/apagar los circuitos de iluminación respectivos.

Áreas dentro del Edificio:

Planta	Área
Primero	SSHH Hombres
	SSHH Damas
	SH Docente
Segundo	SSHH Hombres
	SSHH Damas
	SH Docente
Tercero	SSHH Hombres
	SSHH Damas
	SH Docente

IV.8.9 Aplicación de Estándares, Códigos y Reglamentos para el Sistema Automatizado de Control de Iluminación.

Para poder mantener los estándares de calidad correspondientes, las especificaciones técnicas de los equipos a instalar deben ser compatibles con cualquiera de los siguientes estándares de calidad.

ANSI – American National Standards Institute.

ISO/IEC 14908-1:2012 – Tecnología de Información – Protocolo de Red de Control – Parte 1: Pila de Protocolo.

ISO/IEC 14908-2:2012 - Tecnología de Información – Protocolo de Red de Control – Parte 2: Comunicación Par Trenzado.

IEC 60929 e IEC 62386 – Interfaz de Iluminación Direccional Digitalmente.

IEEE 802.15.4 Estándar de redes inalámbricas.

G.9959 *International Standard*.

ITU-T *International Telecommunications Institute*.

IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ac, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae: Interface de RED de Datos Ethernet

IP – *Internet Protocol*, RFC 1780

ONVIF Profile S

PoE IEEE 802.3af, PoE+ IEEE 802.3at

ITU-T *Recommendation T-REC-V.11*

Reglamento Nacional de Construcciones del Perú.

Manual de Normas INTINTEC – INDECOPI

Manual de Normas del ACI.

Para el suministro y montajes de los materiales y equipos del presente proyecto se deberá cumplir con las siguientes normas que se indican a continuación:

National Electrical Manufacturers Asociados (NEMA)

Código Nacional de Electricidad (CNE)

Normas IEEE.

Los aspectos existentes sobre seguridad en la instalación, prueba y mantenimiento de los equipos, incluso el sistema de intrusión deben considerar:

NFPA 101: Código de Seguridad Humana

NFPA 72: Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señalización.

También aplica para los sistemas de comunicación de alarma de incendio y de emergencia, incluidos los sistemas de notificación masiva.

IV.9 Especificaciones Técnicas para el Acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de Iluminación para el Pabellón de Estudios Generales.

Corresponde a los elementos necesarios para cumplir las diferentes funcionalidades descritas anteriormente. Compuestos por los siguientes componentes de control:

Controladores.

Periféricos.

Enlace de Comunicación.

Interfaces De Usuario.

IV.9.1 Controladores.

Consta de dispositivos electrónicos de control con una configuración específica, descrita anteriormente, tiene las siguientes características generales:

Cuentan con comunicación nativa ISO/IEC 14908-2.

Se unen por medio del canal de campo.

Se ubican dentro de los tableros de control, distribuidos según especificaciones de los planos.

a) Controlador Dalí (ISO/IEC 14908-2)

Descripción:

Controlador que hace de interfaz entre la red *LonWorks*[®] y el Bus DALI. Dispone de la capacidad para trabajar con hasta 64 balastos DALI y controlar hasta 16 grupos DALI independientes. Incluye los siguientes elementos:

4 entradas para pulsadores, permitiendo realizar el control manual de la iluminación además de automático.

4 entradas de multisensor (luminosidad y presencia).

Reloj en tiempo real.

Pulsador para la búsqueda automática de los balastos y así asignarles una dirección.

Pulsador para realizar el test de la red DALI.

Conmutador que permite realizar el corte físico de la salida de bus DALI, así todas las luminarias conectadas al bus se encienden.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 85-265 V_{AC} y/o 12-24 V_{DC}

Frecuencia: 50 – 60 Hz.

Protección contra sobretensión y sobre corriente Consumo: < 10 W
Reloj en Tiempo Real: Para configuración horaria.

Tipos de Entradas:

4 entradas Libre de tensión

4 Entradas RJ-12 para multisensor de luminosidad y presencia

Canales DALI:

1 Canal

EN-60929 – Anexo E, IEC 62386

Comunicaciones:

Protocolo: ISO/IEC 14908-2

Transceiver: FT-X3

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN 9U

Conectores Extraíbles para facilidad de sustitución

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 0 °C – 50 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Nivel de Protección: IP 20

Elemento adicional que debe incluir el controlador:

Ser Conforme o Certificado LonMark®.

Firmware “.xif”

Fichero de formato (en caso de trabajar con variables de red y propiedades de configuración de tipo Usuario).

Manual que contenga, como mínimo las siguientes informaciones:

Funcionalidades del *firmware*

Variables de Red de entrada y salida usadas: Funcionalidad y tipo (SNVT o UNVT)

Propiedades de Configuración:

Funcionalidad y tipo (SCPT ó UCPT)

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación

Se instalan dentro de los respectivos tableros de control, siguiendo los planos respectivos.

El controlador se alimenta eléctricamente desde el termo magnético a instalar dentro del tablero de control.

Las entradas, bus de comunicación y alimentación eléctrica se cablean hacia los conectores de tipo tornillo, siguiendo los esquemas de conexión

respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

b) Controlador 7 Entradas Libre de Tensión y 4 Salidas Relé (ISO/IEC 14908-2)

Descripción

Son controladores que cuentan con 7 entradas libre de tensión y 4 Salidas de tipo Relé, que según la programación/configuración que se incorpore, permiten realizar diferentes funciones, descritas a continuación:

Controlar el encendido/apagado de los diferentes circuitos de iluminación a través de horarios o por presencia desde los detectores de movimiento.

Capacidad de conectarse con pulsadores, para el control local del circuito de iluminación respectivo.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 100 - 240 V_{AC} y/o 12 V_{DC}

Frecuencia: 50 – 60 Hz.

Protección contra sobretensión y sobre corriente

Consumo: 1 W

Reloj en Tiempo Real: Para configuración horaria.

Tipos de Entradas/Salidas:

Entradas: 7 Libre de tensión

Salidas: 4x 5 A @ 250 V_{AC} cosφ = 1, AgSnO₂

Comunicaciones:

Protocolo: ISO/IEC 14908-2

Transceiver: FT-X3

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN 6U

Conectores Extraíbles para facilidad de sustitución

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Elemento adicional que debe incluir el controlador:

Ser Conforme o Certificado *LonMark*[®].

Firmware “.xif”

Fichero de formato (en caso de trabajar con variables de red y propiedades de configuración de tipo Usuario)

Manual que contenga, como mínimo las siguientes informaciones:

Funcionalidades del firmware

Variables de Red de entrada y salida usadas: Funcionalidad y tipo (SNVT o UNVT)

Propiedades de Configuración: Funcionalidad y tipo (SCPT ó UCPT)

Método de Medición

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totalizará el número de unidades de características similares correctamente

Procedimiento de Instalación.

Se instalarán dentro de los respectivos tableros de control, siguiendo los planos respectivos.

El controlador se alimentará eléctricamente desde el termomagnético a instalar dentro del tablero de control.

Las entradas, salidas, bus de comunicación y alimentación eléctrica se cablearán hacia los conectores de tipo tornillo, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

IV.9.2 Tablero de Control

Descripción

Son tableros distribuidos a lo largo del edificio, según planos respectivos y permiten albergar los siguientes elementos:

Controladores, Interfaces de Usuarios, enlaces de comunicación accesorios eléctricos, etc. Indicados en los planos.

Contactores o Relés para interconexión entre Tablero Eléctrico y Tablero de Control que tengan albergado los controladores.

Elementos Incluidos:

Elementos indicados en los planos.

Termo magnético.

Diferencial.

Cable para conectar los controladores, interfaces de usuarios, etc. Y contactores o relés, de manera interna.

Borneros¹¹ para la conexión de los cables exteriores hacia dentro del tablero.

Características:

Dimensiones: Tendrán como mínimo las siguientes dimensiones, (dependiendo de ubicación física y espacio para albergar dichos tableros):

Planta	Tablero	Dimensiones
Sótano	PS_CC1	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC2	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC3	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC4	3 Filas de 24 U (Total 72U)
	PS_CC5	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC6	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC7	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC8	2 Filas de 24U (Total 48U)
	PS_CC9	2 Filas de 24U (Total 48U)

¹¹ Borne: Cada uno de los terminales metálicos de ciertas máquinas y aparatos eléctricos, destinados a la conexión de hilos conductores.

	PS_CC10	2 Filas de 24U (Total 48U)
--	---------	----------------------------

Planta	Tablero	Dimensiones
Primero	P1_CC1	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P1_CC2	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P1_CC3	4 Filas de 24U (Total 96U)
	P1_CC4	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P1_CC5	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P1_CC6	2 Filas de 24U (Total 48U)
Segundo	P2_CC1	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P2_CC2	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P2_CC3	4 Filas de 24U (Total 96U)
	P2_CC4	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P2_CC5	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P2_CC6	2 Filas de 24U (Total 48U)
Tercero	P3_CC1	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P3_CC2	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P3_CC3	4 Filas de 24U (Total 96U)
	P3_CC4	2 Filas de 24U (Total 48U)

	P3_CC5	2 Filas de 24U (Total 48U)
	P3_CC6	2 Filas de 24U (Total 48U)
Azotea	PAZ_CC1	2 Filas de 24U (Total 48U)

Tipo Superficie con posibilidad de sujeción en la pared.

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und.), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se debe realizar un diagrama de conexión, con la ubicación de los elementos incluidos, así como cableado interno entre dichos elementos y cableado exterior para indicar la conexión entre el bornero y el elemento exterior. Se recomienda que el cableado de fuerza se realice en un lado del cuadro y cableado de comunicación o control se realice en el otro lado del cuadro.

Debe llegar cable de alimentación desde el tablero eléctrico más cercano a conectarse dentro del termo magnético y diferencial, así como cable de comunicación, DALI, periféricos, etc. En los tableros de control PS_CC7, P1_CC4, P2_CC4, P3_CC4, debe llegar cable Ethernet desde el *router* de comunicación hacia el Servidor Web y *Routers* FTT-IP

IV.9.3 Periféricos.

Corresponden a los detectores de presencia, multisensores de luminosidad y pulsadores que permiten controlar los diferentes circuitos de iluminación.

a) **Sensor de Luminosidad y Presencia**

Descripción

A ubicarse en las oficinas y aulas, permitiendo obtener las medidas necesarias de luminosidad y presencia para el control de la iluminación de dichas áreas.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 7 – 28 V_{DC}

Consumo: 100 mW

Luminancia:

Rango: 0 – 400 luxes

Resolución: 0,2 Luxes

Presencia:

Cobertura: 7 x 5 m a una altura de 2,5 metros

Mecánicas:

Instalado en Techo.

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método de Medición

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación

Se instala en el techo, ya sea empotrado en el techo o a través de registro que permita su colocación.

Debe cablearse, a través de cable, FTP, hacia la entrada de los controladores, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

b) Detector de Movimiento.

Descripción

A ubicarse en los aseos, para el control de la iluminación de dichas áreas por movimiento.

Son de tipo Pasivos Infrarrojos.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 9 – 15 V_{DC}

Consumo: 10,6 mA

Presencia:

Tipo: Pasivos Infrarrojos (PIR)

Cobertura: 7 m de diámetro a una altura de 2,5 metros

Mecánicas:

Instalado en Techo.

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instala en el techo, ya sea empotrado o a través de registro que permita su colocación.

Debe cablearse, a través de cable, FTP, hacia la entrada de los controladores, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

c) Pulsador Eléctrico.

Descripción.

Están encargados de Encender/apagar/regular los circuitos de iluminación de forma manual. Deben ser conectados con los controladores.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: Determinado por el propio controlador

Mecánicas:

Instalado en Pared

Estética: Determinado entre el contratista y la universidad.

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instala en la pared, ya sea a través de tornillos o a través de registros que permitan su colocación.

Se debe cablear hacia el tablero de control más cercano, según planos. Se cablea hacia las entradas de los controladores, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

d) Contactor 25 A con Mando Automático/Manual.

Protecciones de Carga Eléctrica para Controladores.

Descripción

Son elementos que aumentan la capacidad de conmutación, evitando dañar la salida de los controladores. A través de las protecciones de carga eléctrica se minimiza el arco de sobretensión al conmutar la bobina.

El contactor incluye un selector de modo automático (activado desde el controlador) y modo manual (fuerza el encendido/apagado en caso necesario).

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 220 V_{AC}

Frecuencia: 50 – 60 Hz.

Corriente en Contacto: 25 A

Capacidad de conexión de cable: 2 – 25 mm²

Norma Internacional: IEC61095

Tipo de Contactos: 2 Normalmente Abierto

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN

Actuaciones Mecánicas: Mínimo 200.000

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método de Medición. Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instalan dentro de los respectivos tableros de control, siguiendo los planos respectivos.

Se conecta entre la salida del controlador y alimentación eléctrica del controlador, permitiendo conmutar su bobina . En la bobina deberá conectarse la protección de carga eléctrica.

Se cableará hacia los conectores de tipo tornillo, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

IV.9.4 Enlace de Comunicación.

Corresponde a los elementos que permiten la comunicación entre los controladores. Tendrán las siguientes características:

Cuenta con comunicación nativa ISO/IEC 14908-2.

Se une por medio del canal de campo.

Se ubican dentro de los tableros de control o en la pared, distribuidos según especificaciones de los planos.

a) Router de Comunicación (ISO/IEC 14908-2) E IP (ISO/IEC 14908-4)

Descripción

Permite enlazar los controladores de las diferentes plantas a través de la red IP, evitando el cableado entre las diferentes plantas.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 100 - 240 V_{AC}

Frecuencia: 50 – 60 Hz.

Protección contra sobretensión y sobre corriente

Consumo: 15 W

Comunicaciones:

Protocolo: ISO/IEC 14908-2

Transceiver: FTT-10

Protocolo: ISO/IEC 14908-4

Conector: 1 Puerto Ethernet 10/100 Base T, RJ-45

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN 9U

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Elemento adicional que debe incluir el controlador:

Ser Conforme o Certificado LonMark®.

Firmware “.xif”

Fichero de formato (en caso de trabajar con variables de red y propiedades de configuración de tipo Usuario)

Manual que contenga, como mínimo las siguientes informaciones:

Funcionalidades del firmware

Variables de Red de entrada y salida usadas: Funcionalidad y tipo (SNVT o UNVT)

Propiedades de Configuración: Funcionalidad y tipo (SCPT ó UCPT)

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instala dentro del tablero de control 01, siguiendo los planos respectivos.

El controlador se alimenta eléctricamente desde el termo magnético a instalar dentro del tablero de control.

El servidor requiere una conexión de red Ethernet para acceder a la página web a incluir dentro del mismo.

Las entradas, salidas, bus de comunicación y alimentación eléctrica se cablean hacia los conectores de tipo tornillo, siguiendo los esquemas de

conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

b) Cable de Comunicación (ISO/IEC 14908-2)

Descripción

Cable utilizado para la comunicación y tele alimentación a 12 V_{DC} del sistema de control y automatización.

Características Principales:

Conductores:

Alimentación: 2x1 mm² Cobre flexible Clase V Pu

Comunicación: 2x0,22 mm² trenzado Cobre Flexible 7x0,22 Sn

Reserva: 2x0,22 mm² trenzado Cobre Flexible 7x0,22 Sn

Libre de Halógenos

No propagador de la llama (retardante a la llama)

Material de aislamiento: Poliolefina.

Cubierta exterior: Termoplástica

Método de Medición.

Unidad de Medición: por metros de cable, siendo necesario totalizarse por rollos de cable

Procedimiento de Instalación.

Se instalan por las canaletas de comunicación que pasan por todo el pabellón de Estudios Generales. En Topología Libre conectar un máximo de 450 metros de cable.

c) Cable de Comunicación DALI

Descripción

Cables utilizados para la comunicación entre el controlador y las luminarias por DALI.

Características Principales:

Conductores:

Comunicación:

2x20 AWG hasta 100 metros

2x18 AWG hasta 150 metros

2x16 AWG hasta 300 metros

Flexible.

Material de aislamiento: Poliolefina.

Cubierta exterior: Termoplástica

Método de Medición.

Unidad de Medición: por metros de cable, siendo necesario totalizarse por rollos de cable

Procedimiento de Instalación.

Se instalan por las canaletas de comunicación o eléctricas que pasa por todo el pabellón. Se deben considerar los máximos metros que se pueden instalar hacia un controlador.

DALI: hasta 300 metros.

d) Cable FTP

Descripción

Cable utilizado para la conexión de sensores de luminosidad y presencia, así como pulsadores, hacia los controladores.

Características Principales:

Conductores:

Comunicación: 3 pares 24/26 AWG

Material: Cobre Trenzado

Apantallado por aluminio laminado

Cubierta exterior: Termoplástica Libre de Halógenos retardante a la llama

Método de Medición.

Unidad de Medición: por metros de cable, siendo necesario totalizarse por rollos de cable.

Procedimiento de Instalación

Se instalan por las canaletas de comunicación que pasan por el pabellón, conectando los periféricos y los controladores siguiendo los planos y diagramas de conexión.

e) Terminación de Red para Iso/Iec 14908-

Descripción

Pensado para la protección de la red de comunicación del sistema de control.

Características Principales:

Eléctricas:

Pico Máximo de Potencia: 600 W

Impedancia: 100 Ohmios (2 en paralelo para topología libre) ó 50 Ohmios (1 para topología libre).

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instalan dentro de los respectivos tableros de control, siguiendo los planos respectivos.

Si la impedancia es de 100 Ohmios, se instalan 2 en paralelo en el cable de comunicación ISO/IEC 14908-2. Si la impedancia es de 50 Ohmios, se instala uno en el cable de comunicación ISO/IEC 14908-2. Preferiblemente

instalarlo en uno de los conectores de comunicación de uno de los controladores para facilidad de ubicación.

f) Fuente de Alimentación 12 V_{dc}

Descripción.

Fuente de alimentación para controladores, interfaces, accesorios que requieran de alimentación únicamente de 12 V_{DC} y no pueden alimentarse a 220 V_{AC}

Características Principales.

Eléctricas:

Alimentación: 100 - 240 V_{AC} Frecuencia: 50 – 60 Hz. Rango de Tensión de Salida: 13,5 – 16,5 V_{DC}

Potencia Suministrada: Las necesarias para alimentar los elementos de 12 V_{DC}

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Método De Medición

Unidad de Medición.

La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instalan dentro de los respectivos tableros de control, siguiendo los planos respectivos.

El controlador se alimenta eléctricamente desde el termo magnético a instalar dentro del tablero de control.

Se conecta al par de 1 mm² del cable de comunicación ISO/IEC 14908-2 para evitar lanzar otro cable para la alimentación de los equipos de 12 V_{DC}.

IV.9.5 Interfaces de Usuario.

Consta de dispositivos electrónicos que trabajan como interfaces para el usuario con una configuración específica, descrita anteriormente y tiene las siguientes características generales:

Cuentan con comunicación nativa ISO/IEC 14908-2

Se unen por medio del canal de campo explicado más adelante.

Se ubican dentro de los tableros de control, distribuidos según especificaciones de los planos.

IV.9.6 Servidor Web Avanzado (ISO/IEC 14908-2).

Descripción

Es un servidor donde alberga la página web para el control del sistema de control y automatización por parte de los usuarios desde una Tablet, computadora, etc. según descrito anteriormente.

La gestión que se realiza se indica a continuación:

Planos de ubicación de cada una de las áreas a controlar.

Encendido/Apagado/Regulación de los respectivos circuitos de iluminación.

Características Principales:

Eléctricas:

Alimentación: 100 - 240 V_{AC}

Frecuencia: 50 – 60 Hz.

Protección contra sobretensión y sobre corriente

Consumo: 15 W

Reloj en Tiempo Real: Para configuración horaria.

Tipos de Entradas:

Entradas: 2 Optoaisladas (30 V_{AC}/V_{DC})

Salidas: Relé 240 V_{AC} @ 10 A ó 24 V_{DC} @ 10 A

Comunicaciones:

Protocolo: ISO/IEC 14908-2

Transceiver: FTT-10

Protocolo Internet: TCP, PPP, NAT, SMTP, DHCP, FTP, DNS, MD5 y HTTP.

Conector: 1 Puerto Ethernet 10/100 Base T, RJ-45

RS-485: ModBUS/RTU

Interface de Servicios Web: SOAP/XML

Mecánicas:

Montaje en Carril DIN 9U

Características Ambientales:

Temperatura de Trabajo: 15 °C – 40 °C

Humedad Relativa: 0% - 90 % sin condensación.

Elemento adicional que debe incluir el controlador:

Ser Conforme o Certificado *LonMark*[®].

Firmware “.xif”

Fichero de formato (en caso de trabajar con variables de red y propiedades de configuración de tipo Usuario)

Manual que contenga, como mínimo las siguientes informaciones:

Funcionalidades del firmware.

Variables de Red de entrada y salida usadas: Funcionalidad y tipo (SNVT o UNVT)

Propiedades de Configuración: Funcionalidad y tipo (SCPT ó UCPT)

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Procedimiento de Instalación.

Se instala dentro del tablero de control 01, siguiendo los planos respectivos.

El controlador se alimenta eléctricamente desde el termo magnético a instalar dentro del tablero de control.

El servidor requiere una conexión de red Ethernet para acceder a la página web a incluir dentro del mismo.

Las entradas, salidas, bus de comunicación y alimentación eléctrica se cablean hacia los conectores de tipo tornillo, siguiendo los esquemas de conexión respectivos, a ser realizados por el instalador/integrador/suministrador del sistema de control y automatización.

IV.9.7 Servicios de Instalación y Configuración del Sistema de Control y Automatización.

Unidad de Medición.

La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

a) Configuración y Puesta en Marcha del Sistema de Control.

Descripción

Es realizado por un personal técnico calificado y se recomienda que cuente con la certificación "*LonMark Certified Professional*" (Profesional Certificado por LonMark), incluye los siguientes trabajos:

Visitas de obra para establecer los puntos de trabajo y aclarar dudas entre la instalación y lo descrito en el presente proyecto.

Programación y configuración de los controladores, enlaces de comunicaciones y dispositivos para cumplir con lo descrito anteriormente.

Realización de trámites y gestiones ante Organismos Oficiales, Colegios Profesionales y de la Compañía Suministradora, para la legalización y puesta en servicio de las instalaciones.

Una vez culminados todos los trabajos, se debe proporcionar las siguientes documentaciones como certificación de culminación de obra:

Planos con la topología de cableado real de la instalación.

Planos con la ubicación de los elementos.

Diagramas de conexión de los equipos y periféricos.

Listado de materiales instalados en obra (referencia y fabricante).

Confección de una lista de repuestos recomendables.

Manual de Instrucciones y Mantenimiento de acuerdo con la información de los fabricantes de los diferentes equipos.

Base de datos de configuración de los equipos.

Firmwares de cada uno de los nodos de control instalados.

Manual de Usuario.

Plugins de configuración de los equipos, en caso de haber

Licencia indefinida del software de configuración y algoritmo en caso de trabajar con Nodos Libremente Programables.

Método de Medición.

Unidad de Medición: La Unidad (und), se totaliza el número de unidades de características similares correctamente ejecutadas y aprobadas por la supervisión.

Capítulo V

RESULTADOS.

En el desarrollo de la variable independiente “Propuesta de Acondicionamiento de un Sistema Automatizado de Control de la Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad San Martín de Porres, av. La Fontana, La Molina, lima, 2018”, se muestran las dimensiones de dicha variable, de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 3 “Propuesta de Acondicionamiento de un Sistema Automatizado en el Pabellón de Estudios Generales”.

V.1 Dimensión X1: Sistema Automatizado de Control de Ocupación.

V.1.1 Multisensor de Luminosidad y Presencia:

En Aulas y oficinas, se instala el Multisensor de Luminosidad y presencia para lograr una regulación automática de cada grupo de iluminación, además cuenta con la posibilidad de encendido/Apagado manual de cada grupo de iluminación. Se realiza la regulación de la iluminación a través del protocolo DALI, siguiendo las siguientes premisas:

Se regula el nivel de iluminación según el umbral de iluminación configurado para asegurar la visibilidad del área. Si el sensor no detecta movimiento, después de un tiempo configurado desde el Software, se apaga automáticamente el grupo de iluminación, evitando que se quede encendido.

V.1.2 Detector de Movimiento.

En Servicios Higiénicos, se instala un detector de movimiento; al detectar movimiento de la persona, se enciende el circuito de iluminación respectivo. Después de un tiempo configurado desde el *Software* sin detectar movimiento, se apaga automáticamente.

A través de pulsadores, se puede encender/apagar los circuitos de iluminación respectivos.

V.2 Dimensión X2: Sistema Automatizado de Control de Tiempo.

V.2.1 Multisensor de Luminosidad y Presencia.

En Aulas y oficinas, permite la configuración del tiempo de apagado de cada multisensor de luminosidad y presencia.

V.2.2 Detector de Movimiento.

En Servicios Higiénicos, permite la configuración del tiempo de apagado de cada detector.

V.3 Dimensión X3: Sistema Automatizado de Control de Aprovechamiento de la Luz Diurna.

V.3.1 Multisensor de Luminosidad y Presencia.

En Aulas y oficinas, permite la visualización del estado y nivel de iluminación de cada grupo de iluminación; permite cubrir toda el aula completa ya que éstos se configuran por grupos de iluminación según cobertura.

V.3.2 Medidor de Luz Exterior.

En aulas y oficinas, el encendido/apagado se realiza a través del medidor de luz exterior que se instala en el techo del edificio. Se fuerza el apagado a través de un horario que se configura desde el *Software* de Supervisión y Control.

En Patios, a través del medidor de luz exterior que se instala en el techo del edificio, se fuerza el apagado a través de un horario a configurar desde el Software de Supervisión y Control.

V.4 Dimensión X4: Sistema Automatizado de Gestión de la Iluminación.

V.4.1 Multisensor de Luminosidad y Presencia.

Como parte de la gestión de iluminación estos sensores permiten la Visualización del estado y nivel de iluminación de cada grupo de iluminación. Se instalan pulsadores, para que en cualquier momento, se pueda realizar el encendido/apagado de la iluminación, esto especialmente en la noche, en caso requiera el vigilante. A través de los pulsadores, se sale de la regulación automática, antes explicada y permite al estudiante/profesor encender/apagar/regular la iluminación, se mantiene en ese nivel hasta que se apague el grupo de iluminación, ya sea de forma manual por el pulsador o de forma automática por el multisensor. En ese caso si se enciende por el multisensor pasará al modo automático, sin embargo éstos se encuentran restringidos, para evitar su uso inadecuado.

V.4.2 Componentes Necesarios para el Cumplimiento de Funcionalidades.

A continuación, se nombran los elementos o Componentes de Control necesarios para cumplir con las diferentes funcionalidades, los mismos que se detallan en el Capítulo 3: Controladores. Periféricos. Enlace de Comunicación Interfaces de Usuario.

V.5 Variable Y1: Consumo Lumínico Automatizado Semestre 2017-I y 2017- II.

Considerando que la tecnología de Automatización sobre el uso de la iluminación planteada, permite un uso eficiente de la iluminación, al encenderse de manera automática, sin intervención humana, únicamente ante una presencia activa, en la intensidad requerida según la actividad, o de

acuerdo a la programación establecida por la Institución, según horario en consigna, se ha considerado para su cálculo, “El Consumo Programado, Sin Exceso” o el “Consumo Automatizado”, durante las clases programadas durante el año académico 2017 (Semestres 2017-I y 2017-II) incluyendo las horas de desarrollo de actividades académicas, administrativas y de limpieza, el tipo de semanas según período académico, el tipo de lampara, cantidad y su potencia, para obtener el Consumo Automatizado. Se muestran primero las Tablas con el consumo eléctrico de Iluminación por día en watts y Kwh, en cada uno de los ambientes del Pabellón (Ver Tablas 8-15), y después se muestra el cuadro resumen con el consumo Automatizado o programados para 01 semana normal y para la semana de exámenes o congreso.

V.5.1 Consumo Eléctrico Automatizado por Día, por Ambiente en el Pabellón de Estudios Generales Durante los Semestres 2017-I y 2017-II

Tabla 10. Tabla 11. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Lunes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

DIA - AMBIENTE POR PISO	HORAS DE ENCENDIDO PROGRAMADO POR AMBIENTE															CONSUMO PROGRAMADO POR AMBIENTE			
	CLASES				EXAMENES Y CONGRESO		CANTIDAD LAMPARAS X CIRCUITO		CANTIDAD DE TUBOS POR LÁMPARA			WATTS POR LÁMPARA			CLASES		EXAMENES Y CONGRESO		
	2017 - 1	2017 - 2	2017 - 1	2017 - 2	FLUORESC	LED	FOCO AHORR.	FLUORESC	LED	AHORR.	FLUORESC	LED	FOCO AHORR.	2017 - 1	2017 - 2	2017 - 1	2017 - 2		
LUNES																			
1er PISO																			
Aula 101	9.75	9.75	12	12	9	9		6	9		36	18		33169.50	33169.50	40824.00	40824.00		
Aula 102	8.25	8.25	12	12	15	3		6	3		36	18		28066.50	28066.50	40824.00	40824.00		
Aula 103	7.5	9	12	12	15	3		6	3		36	18		25515.00	30618.00	40824.00	40824.00		
Aula 104	3.75	8.25	12	12	15	3		6	3		36	18		12757.50	28066.50	40824.00	40824.00		
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3		6	3		36	18		27216.00	27216.00	27216.00	27216.00		
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5				28			6	0	18	43848.00	43848.00	43848.00	43848.00		
SSH 01 Varones	4	5	4	5	3						6	0	36	2592.00	3240.00	2592.00	3240.00		
SSH 02 Damas	4	5	4	5	3						6	0	36	2592.00	3240.00	2592.00	3240.00		
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	4						3	0	18	1188.00	1188.00	1188.00	1188.00		
Amb. Adm. 01 Tópico	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
2do PISO																			
Aula 201	7.5	9	12	12	9	9		6	9		36	18		25515.00	30618.00	40824.00	40824.00		
Aula 202	8.25	9.75	12	12	9	9		6	9		36	18		28066.50	33169.50	40824.00	40824.00		
Aula 203	5.25	5.25	12	12	9	9		6	9		36	18		17860.50	17860.50	40824.00	40824.00		
Aula 204	9.75	8.25	12	12	9	9		6	9		36	18		33169.50	28066.50	40824.00	40824.00		
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9		6	9		36	18		27216.00	27216.00	27216.00	27216.00		
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5				28			6	0	18	16632.00	16632.00	16632.00	16632.00		
SSH 01 Varones	3	4	3	4	3						6	0	36	1944.00	2592.00	1944.00	2592.00		
SSH 02 Damas	3	4	3	4	3						6	0	36	1944.00	2592.00	1944.00	2592.00		
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	4						3	0	18	1188.00	1188.00	1188.00	1188.00		
Amb. Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Amb. Adm. 02	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
3er PISO																			
Aula 301	7.5	4.5	12	12	11	3		6	3		36	18		19035.00	11421.00	30456.00	30456.00		
Aula 302	6.75	6.75	12	12	11	3		6	3		36	18		17131.50	17131.50	30456.00	30456.00		
Aula 303	6.75	6	12	12	11	3		6	3		36	18		17131.50	15228.00	30456.00	30456.00		
Aula 304	4.5	4.5	12	12	11	3		6	3		36	18		11421.00	11421.00	30456.00	30456.00		
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3		6	3		36	18		20304.00	20304.00	20304.00	20304.00		
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5				14			3	0	18	4158.00	4158.00	4158.00	4158.00		
SSH 01 Varones	3	3	3	3	1						3	0	36	324.00	324.00	324.00	324.00		
SSH 02 Damas	3	3	3	3	1						3	0	36	324.00	324.00	324.00	324.00		
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	4						3	0	18	1188.00	1188.00	1188.00	1188.00		
Amb. Adm. 01	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Amb. Adm. 02	8	8	8	8	2						3	0	36	1728.00	1728.00	1728.00	1728.00		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1						3	0	36	108.00	108.00	108.00	108.00		
SOTANO																			
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	6.75	0	0				36			12	0	18	64152.00	52488.00	0.00	0.00		
Aula S-2 Taller Arq.	3	1.5	0	0				36			12	0	18	23328.00	11664.00	0.00	0.00		
Aula S-3 Taller Arq.	0	1.5	0	0				33			12	0	18	0.00	10692.00	0.00	0.00		
Aula S-4 Taller Arq.	3	1.5	0	0				36			12	0	18	23328.00	11664.00	0.00	0.00		
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	8.25	0	0				6			3	0	18	1215.00	2673.00	0.00	0.00		
CAD (Coordinación Académica)	0	2.25	0	2.25				7			6	0	18	0.00	1701.00	0.00	1701.00		
Limpieza Aulas	10	10	10	10				36			12	0	18	77760.00	77760.00	77760.00	77760.00		
Oficina de Coordinación Académica	16	13.75	16	13.75				7			6	0	18	12096.00	10395.00	12096.00	10395.00		
Sala de Docentes	7	7	7	7				13			9	0	18	14742.00	14742.00	14742.00	14742.00		
Corredor/Pasillo	14.5	15.5	16	16				4			3	0	18	3132.00	3348.00	3456.00	3456.00		
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5				9			3	0	18	2673.00	2673.00	2673.00	2673.00		
Impresiones	8	8	8	8				2			3	0	18	864.00	864.00	864.00	864.00		
Cto. Bombas	1	1	1	1				1			3	0	18	54.00	54.00	54.00	54.00		
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12				8			3	0	18	23	4416.00	4416.00	4416.00	4416.00	
AZOTEA																			
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5				9			4	0	36	11016.00	11016.00	11016.00	11016.00		
Depósito 02	5	5	5	5				6			4	0	36	1380.00	1380.00	1380.00	1380.00		
Depósito 03	5	5	5	5				2			2	0	36	720.00	720.00	720.00	720.00		

Fuente: Propia

Tabla 11. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Martes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

MARTES														
1er PISO														
Aula 101	11.25	1.5	12	12	9	9	6	9	36	18	38272.5	5103	40824.00	40824.00
Aula 102	12.75	8.25	12	12	15	3	6	3	36	18	43375.5	28066.5	40824.00	40824.00
Aula 103	12.75	2.25	12	12	15	3	6	3	36	18	43375.5	7654.5	40824.00	40824.00
Aula 104	9.75	157.5	12	12	15	3	6	3	36	18	33169.5	53581.5	40824.00	40824.00
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6	0	18	43848	43848	43848.00	43848.00
SSH 01 Varones	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00
SSH 02 Damas	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00
Amb Adm. 01 Tópico	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
2do PISO														
Aula 201	9	11.25	12	12	9	9	6	9	36	18	30618	38272.5	40824.00	40824.00
Aula 202	6.75	12.75	12	12	9	9	6	9	36	18	22963.5	43375.5	40824.00	40824.00
Aula 203	9.75	11.25	12	12	9	9	6	9	36	18	33169.5	38272.5	40824.00	40824.00
Aula 204	10.5	8.25	12	12	9	9	6	9	36	18	35721	28066.5	40824.00	40824.00
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216		
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		28		6	0	18	15120	15120	15120.00	15120.00
SSH 01 Varones	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 02 Damas	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
3er PISO														
Aula 301	9.75	10.5	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	30807	35208.00	35208.00
Aula 302	9.75	11.25	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	33007.5	35208.00	35208.00
Aula 303	9.75	7.5	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	22005	35208.00	35208.00
Aula 304	11.25	9.75	12	12	11	3	7	3	36	18	33007.5	28606.5	35208.00	35208.00
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3	7	3	36	18	23472	23472	23472.00	23472.00
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		14		3	0	18	3780	3780	3780.00	3780.00
SSH 01 Varones	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00
SSH 02 Damas	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Amb Adm. 01	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
SOTANO														
Aula S-1 Taller Arq.	9	9.75	0	0		36		9	0	18	52488	56862	0.00	0.00
Aula S-2 Taller Arq.	9	8.25	0	0		36		9	0	18	52488	48114	0.00	0.00
Aula S-3 Taller Arq.	9	9	0	0		18		9	0	18	26244	26244	0.00	0.00
Aula S-4 Taller Arq.	9	9	0	0		18		9	0	18	26244	26244	0.00	0.00
Aula S-5 Taller Arq.	3	9	0	0		6		9	0	18	2916	8748	0.00	0.00
CAD	1.5	8.25	1.5	8.25		6		9	0	18	1458	8019	1458.00	8019.00
Limpieza Aulas	10	10	10	10		6		9	0	18	9720	9720	9720.00	9720.00
Oficina de Coordinación Académica	14.5	7.75	14.5	7.75		8		3	0	18	6264	3348	6264.00	3348.00
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3	0	18	4914	4914	4914.00	4914.00
Corredor	14.5	14.5	14.5	14.5		4		3	0	18	3132	3132	3132.00	3132.00
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00
Impresiones	3	3	3	3		2		3	0	18	324	324	324.00	324.00
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3	0	18	54	54	54.00	54.00
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2	0	0	4416	4416	4416.00	4416.00
AZOTEA														
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9		6	4	36	0	11016	11016	11016.00	11016.00
Depósito 02	5	5	5	5					0	0	1380	1380	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2		6	2	36	0	720	720	720.00	720.00

Fuente: Propia

Tabla 12. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Martes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

MARTES															
1er PISO															
Aula 101	11.25	1.5	12	12	9	9	6	9	36	18	38272.5	5103	40824.00	40824.00	
Aula 102	12.75	8.25	12	12	15	3	6	3	36	18	43375.5	28066.5	40824.00	40824.00	
Aula 103	12.75	2.25	12	12	15	3	6	3	36	18	43375.5	7654.5	40824.00	40824.00	
Aula 104	9.75	157.5	12	12	15	3	6	3	36	18	33169.5	53581.5	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6	0	18	43848	43848	43848.00	43848.00	
SSHH 01 Varones	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 02 Damas	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01 Tópico	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
2do PISO															
Aula 201	9	11.25	12	12	9	9	6	9	36	18	30618	38272.5	40824.00	40824.00	
Aula 202	6.75	12.75	12	12	9	9	6	9	36	18	22963.5	43375.5	40824.00	40824.00	
Aula 203	9.75	11.25	12	12	9	9	6	9	36	18	33169.5	38272.5	40824.00	40824.00	
Aula 204	10.5	8.25	12	12	9	9	6	9	36	18	35721	28066.5	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216			
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		28		6	0	18	15120	15120	15120.00	15120.00	
SSHH 01 Varones	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00	
SSHH 02 Damas	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
3er PISO															
Aula 301	9.75	10.5	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	30807	35208.00	35208.00	
Aula 302	9.75	11.25	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	33007.5	35208.00	35208.00	
Aula 303	9.75	7.5	12	12	11	3	7	3	36	18	28606.5	22005	35208.00	35208.00	
Aula 304	11.25	9.75	12	12	11	3	7	3	36	18	33007.5	28606.5	35208.00	35208.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3	7	3	36	18	23472	23472	23472.00	23472.00	
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		14		3	0	18	3780	3780	3780.00	3780.00	
SSHH 01 Varones	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00	
SSHH 02 Damas	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Amb Adm. 01	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
SOTANO															
Aula S-1 Taller Arq.	9	9.75	0	0		36		9	0	18	52488	56862	0.00	0.00	
Aula S-2 Taller Arq.	9	8.25	0	0		36		9	0	18	52488	48114	0.00	0.00	
Aula S-3 Taller Arq.	9	9	0	0		18		9	0	18	26244	26244	0.00	0.00	
Aula S-4 Taller Arq.	9	9	0	0		18		9	0	18	26244	26244	0.00	0.00	
Aula S-5 Taller Arq.	3	9	0	0		6		9	0	18	2916	8748	0.00	0.00	
CAD	1.5	8.25	1.5	8.25		6		9	0	18	1458	8019	1458.00	8019.00	
Limpieza Aulas	10	10	10	10		6		9	0	18	9720	9720	9720.00	9720.00	
Oficina de Coordinación Académica	14.5	7.75	14.5	7.75		8		3	0	18	6264	3348	6264.00	3348.00	
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3	0	18	4914	4914	4914.00	4914.00	
Corredor	14.5	14.5	14.5	14.5		4		3	0	18	3132	3132	3132.00	3132.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Impresiones	3	3	3	3		2		3	0	18	324	324	324.00	324.00	
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3	0	18	54	54	54.00	54.00	
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2	0	0	23	4416	4416	4416.00	4416.00
AZOTEA															
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9		4		36	0	11016	11016	11016.00	11016.00	
Depósito 02	5	5	5	5		6		2	0	0	23	1380	1380	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2		2		36	0	720	720	720.00	720.00	

Fuente: Propia

Tabla 13. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Miércoles En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

MIERCOLES															
1er PISO															
Aula 101	11.25	9	12	12	9	9	6	9	36	18	38272.5	30618	40824.00	40824.00	
Aula 102	10.5	11.25	12	12	15	3	6	3	36	18	35721	38272.5	40824.00	40824.00	
Aula 103	10.5	10.5	12	12	15	3	6	3	36	18	35721	35721	40824.00	40824.00	
Aula 104	12	9	12	12	15	3	6	3	36	18	40824	30618	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6	0	18	43848	43848	43848.00	43848.00	
SSH 01 Varones	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSH 02 Damas	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	2	4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb. Adm. 01 Tópico	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
2do PISO															
Aula 201	9	9	12	12	9	9	6	9	36	18	30618	30618	40824.00	40824.00	
Aula 202	6.5	8.25	12	12	9	9	6	9	36	18	22113	28066.5	40824.00	40824.00	
Aula 203	7.5	6	12	12	9	9	6	9	36	18	25515	20412	40824.00	40824.00	
Aula 204	7.5	4.5	12	12	9	9	6	9	36	18	25515	15309	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5		28		6	0	18	16632	16632	16632.00	16632.00	
SSH 01 Varones	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00	
SSH 02 Damas	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00	
SSH 03 Docentes	1	0	1	1	2		3		36	0	216	0	216.00	216.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	2		3		36	0	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb. Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	1		3		36	0	864	864	864.00	864.00	
Amb. Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
3er PISO															
Aula 301	6.75	9	12	12	11	3	6	3	36	18	17131.5	22842	30456.00	30456.00	
Aula 302	12	13.5	12	12	11	3	6	3	36	18	30456	34263	30456.00	30456.00	
Aula 303	7.5	6.75	12	12	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	30456.00	30456.00	
Aula 304	8.25	9.75	12	12	11	3	6	3	36	18	20938.5	24745.5	30456.00	30456.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3	6	3	36	18	20304	20304	20304.00	20304.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5		14		3	0	18	4158	4158	4158.00	4158.00	
SSH 01 Varones	3	4	3	4	1		3		36	0	324	432	324.00	432.00	
SSH 02 Damas	3	4	3	4	1		3		36	0	324	432	324.00	432.00	
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5	2	4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb. Adm. 01	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb. Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
SOTANO															
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	8.25	0	0		36		9	0	18	4814	4814	0.00	0.00	
Aula S-2 Taller Arq.	7.5	8.25	0	0		36		9	0	18	43740	48114	0.00	0.00	
Aula S-3 Taller Arq.	8.25	8.25	0	0		18		9	0	18	24057	24057	0.00	0.00	
Aula S-4 Taller Arq.	8.25	9.75	0	0		18		9	0	18	24057	28431	0.00	0.00	
Aula S-5 Taller Arq.	8.25	11.25	0	0		6		9	0	18	8019	10935	0.00	0.00	
CAD	0.75	1.5	0.75	1.5		6		9	0	18	729	1458	729.00	1458.00	
Limpieza Aulas	10	10	10	10		6		9	0	18	9720	9720	9720.00	9720.00	
Oficina de Coordinación Académica	15.25	14.5	15.25	14.5		8		3	0	18	6588	6264	6588.00	6264.00	
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3	0	18	4914	4914	4914.00	4914.00	
Corredor/Pasillos	14.5	14.5	14.5	14.5		4		3	0	18	3132	3132	3132.00	3132.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Impresiones	3	3	3	3		2		3	0	18	324	324	324.00	324.00	
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3	0	18	54	54	54.00	54.00	
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2	0	0	23	4416.00	4416.00	4416.00	4416.00
AZOTEA															
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9		6	4	36	0	11016.00	11016.00	11016.00	11016.00	
Depósito 02	5	5	5	5			6	2	0	0	23	1380.00	1380.00	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2			2	36	0	720.00	720.00	720.00	720.00	

Fuente: Propia

Tabla 14. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Jueves En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

JUEVES															
1er PISO															
Aula 101	11.25	11.25	12	12	9	9	6	9	36	18	38272.5	38272.5	40824.00	40824.00	
Aula 102	10.5	7.5	12	12	15	3	6	3	36	18	35721	25515	40824.00	40824.00	
Aula 103	9	14.25	12	12	15	3	6	3	36	18	30618	48478.5	40824.00	40824.00	
Aula 104	10.5	10.5	12	12	15	3	6	3	36	18	35721	35721	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848	43848.00	43848.00	
SSHH 01 Varones	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 02 Damas	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Amb Adm. 01 Tópico	8	8	8	8	2		3	3	36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
2do PISO															
Aula 201	10.5	11.25	10.5	11.25	9	9	6	9	36	18	35721	38272.5	35721.00	38272.50	
Aula 202	6.75	9.75	6.75	9.75	9	9	6	9	36	18	22963.5	33169.5	22963.50	33169.50	
Aula 203	7.5	6	7.5	6	9	9	6	9	36	18	25515	20412	25515.00	20412.00	
Aula 204	5.25	6	5.25	6	9	9	6	9	36	18	17860.5	20412	17860.50	20412.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5		28		6		18	16632	16632	16632.00	16632.00	
SSHH 01 Varones	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 02 Damas	4	4	4	4	3		6		36	0	2592	2592	2592.00	2592.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	2		3	3	36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
3er PISO															
Aula 301	9.75	9.75	12	12	11	3	6	3	36	18	24745.5	24745.5	30456.00	30456.00	
Aula 302	7.5	5.25	12	12	11	3	6	3	36	18	19035	13324.5	30456.00	30456.00	
Aula 303	10.5	8.25	12	12	11	3	6	3	36	18	26649	20938.5	30456.00	30456.00	
Aula 304	6	4.5	12	12	11	3	6	3	36	18	15228	11421	30456.00	30456.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3	6	3	36	18	20304	20304	20304.00	20304.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5	5.5	5.5		14		3		18	4158	4158	4158.00	4158.00	
SSHH 01 Varones	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00	
SSHH 02 Damas	3	3	3	3	1		3		36	0	324	324	324.00	324.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3	0	18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01	8	8	8	8	2		3	3	36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2		3		36	0	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00	
SOTANO															
Aula S-1 Taller Arq.	9	9	0	0		36		9	0	18	52488	52488	0.00	0.00	
Aula S-2 Taller Arq.	9	8.25	0	0		36		9	0	18	52488	48114	0.00	0.00	
Aula S-3 Taller Arq.	9	9	0	0		18		9	0	18	26244	26244	0.00	0.00	
Aula S-4 Taller Arq.	9	4.5	0	0		18		9	0	18	26244	13122	0.00	0.00	
Aula S-5 Taller Arq.	0	4.5	0	0		6		9	0	18	0	4374	0.00	0.00	
CAD	0	1.5	0	1.5		6		9	0	18	0	1458	0.00	1458.00	
Limpieza Aulas	10	10	10	10		36		9	0	18	58320	58320	58320.00	58320.00	
Oficina de Coordinación Académica	16	14.5	16	14.5		8		3	0	18	6912	6264	6912.00	6264.00	
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3	0	18	4914	4914	4914.00	4914.00	
Corredor	14.5	14.5	14.5	14.5		4		3	0	18	3132	3132	3132.00	3132.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Impresiones	3	3	3	3		2		3	0	18	324	324	324.00	324.00	
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3	0	18	54	54	54.00	54.00	
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2	0	0	23	4416	4416	4416.00	4416.00
AZOTEA															
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9		4		36	0	11016	11016	11016.00	11016.00	
Depósito 02	5	5	5	5			6	2	0	0	23	1380	1380	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2			2	36	0	720	720	720.00	720.00	

Fuente: Propia

Tabla 15. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Viernes En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

VIERNES															
1er PISO															
Aula 101	7.5	7.5	12	12	9	9	6	9	36	18	25515	25515	40824.00	40824.00	
Aula 102	9.75	8.25	12	12	15	3	6	3	36	18	33169.5	28066.5	40824.00	40824.00	
Aula 103	9.75	9.75	12	12	15	3	6	3	36	18	33169.5	33169.5	40824.00	40824.00	
Aula 104	4.5	7.75	12	12	15	3	6	3	36	18	15309	26365.5	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848	43848.00	43848.00	
SSHH 01 Varones	3	3	3	3	3				6		1944	1944	1944.00	1944.00	
SSHH 02 Damas	3	3	3	3	3				6		1944	1944	1944.00	1944.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1				3		108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3		18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Amb Adm. 01 Típico	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1			3		36	108	108	108.00	108.00	
2do PISO															
Aula 201	3.75	3.75	12	12	9	9	6	9	36	18	12757.5	12757.5	40824.00	40824.00	
Aula 202	5.25	6.75	12	12	9	9	6	9	36	18	17860.5	22963.5	40824.00	40824.00	
Aula 203	1.5	1.5	12	12	9	9	6	9	36	18	5103	5103	40824.00	40824.00	
Aula 204	6	6	12	12	9	9	6	9	36	18	20412	20412	40824.00	40824.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		28		6		18	15120	15120	15120.00	15120.00	
SSHH 01 Varones	2	2	2	2	3				6		1296	1296	1296.00	1296.00	
SSHH 02 Damas	2	2	2	2	3				6		1296	1296	1296.00	1296.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1			3		36	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3		18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1			3		36	108	108	108.00	108.00	
3er PISO															
Aula 301	4.5	3.75	12	12	11	3	6	3	36	18	11421	9517.5	30456.00	30456.00	
Aula 302	3.75	6.75	12	12	11	3	6	3	36	18	9517.5	17131.5	30456.00	30456.00	
Aula 303	5.25	1.5	12	12	11	3	6	3	36	18	13324.5	3807	30456.00	30456.00	
Aula 304	5.25	6	12	12	11	3	6	3	36	18	13324.5	15228	30456.00	30456.00	
Limpieza Aulas	8	8	8	8	11	3	6	3	36	18	20304	20304	20304.00	20304.00	
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		14		3		18	3780	3780	3780.00	3780.00	
SSHH 01 Varones	3	3	3	3	1			3		36	324	324	324.00	324.00	
SSHH 02 Damas	3	3	3	3	1			3		36	324	324	324.00	324.00	
SSHH 03 Docentes	1	1	1	1	1			3		36	108	108	108.00	108.00	
Escaleras	5	5	5	5		4		3		18	1080	1080	1080.00	1080.00	
Amb Adm. 01	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	8	8	2			3		36	1728	1728	1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1			3		36	108	108	108.00	108.00	
SOTANO															
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	7.5	0	0		36		9		18	48114	43740	0.00	0.00	
Aula S-2 Taller Arq.	7.5	8.25	0	0		36		9		18	43740	48114	0.00	0.00	
Aula S-3 Taller Arq.	8.25	8.25	0	0		18		9		18	24057	24057	0.00	0.00	
Aula S-4 Taller Arq.	8.25	4.5	0	0		18		9		18	24057	13122	0.00	0.00	
Aula S-5 Taller Arq.	8.25	8.25	0	0		6		9		18	8019	8019	0.00	0.00	
CAD	0	1	0	1		6		9		18	0	972	0.00	972.00	
Limpieza Aulas	10	10	10	10		36		9		18	58320	58320	58320.00	58320.00	
Oficina de Coordinación Académica	16	15	16	15		8		3		18	6912	6480	6912.00	6480.00	
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3		18	4914	4914	4914.00	4914.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		4		3		18	3132	3132	3132.00	3132.00	
Escaleras	5.5	5.5	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188	1188.00	1188.00	
Impresiones	3	3	3	3		2		3		18	324	324	324.00	324.00	
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3		18	54	54	54.00	54.00	
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2		0	23	4416	4416	4416.00	4416.00
AZOTEA															
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9			4		36	11016	11016	11016.00	11016.00	
Depósito 02	5	5	5	5			6		2	0	23	1380	1380	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2			2		36	720	720	720.00	720.00	

Fuente: Propia

Tabla 16. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Sábado En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

SABADO														
1er PISO														
Aula 101	8.25	9	8.25	9	9	9	6	9	36	18	28066.5	30618	28066.50	30618.00
Aula 102	10.5	10.5	10.5	10.5	15	3	6	3	36	18	35721	35721	35721.00	35721.00
Aula 103	7.5	7.5	7.5	7.5	15	3	6	3	36	18	25515	25515	25515.00	25515.00
Aula 104	9.75	5.25	9.75	5.25	15	3	6	3	36	18	33169.5	17860.5	33169.50	17860.50
Limpieza Aulas	8	8	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	27216.00	27216.00
Corredor/Pasillo	14.5	14.5	14.5	14.5		28		6	0	18	43848	43848	43848.00	43848.00
SSH 01 Varones	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 02 Damas	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5	5	5	5	4			3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Amb Adm. 01 Tópico	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
2do PISO														
Aula 201	7.5	6	7.5	6	9	9	6	9	36	18	25515	20412	25515.00	20412.00
Aula 202	9	3.75	9	3.75	9	9	6	9	36	18	30618	12757.5	30618.00	12757.50
Aula 203	10.5	8.25	10.5	8.25	9	9	6	9	36	18	35721	28066.5	35721.00	28066.50
Aula 204	5.25	6.75	5.25	6.75	9	9	6	9	36	18	17860.5	22963.5	17860.50	22963.50
Limpieza Aulas	4	4	4	4	9	9	6	9	36	18	13608	13608	13608.00	13608.00
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		28		6	0	18	15120	15120	15120.00	15120.00
SSH 01 Varones	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 02 Damas	3	3	3	3	3		6		36	0	1944	1944	1944.00	1944.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5	5	5	5	4			3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Amb Adm. 02	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
3er PISO														
Aula 301	7.5	6.75	7.5	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	19035.00	17131.50
Aula 302	7.5	6.75	7.5	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	19035.00	17131.50
Aula 303	5.25	8.25	5.25	8.25	11	3	6	3	36	18	13324.5	20938.5	13324.50	20938.50
Aula 304	7.5	6.75	7.5	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	19035.00	17131.50
Limpieza Aulas	4	4	4	4	11	3	6	3	36	18	10152	10152	10152.00	10152.00
Corredor/Pasillo	5	5	5	5		14		3	0	18	3780	3780	3780.00	3780.00
SSH 01 Varones	3	4	3	4	1		3		36	0	324	432	324.00	432.00
SSH 02 Damas	3	4	3	4	1		3		36	0	324	432	324.00	432.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	5	5	5	5	4			3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Amb Adm. 01	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Amb Adm. 02	4	4	4	4	2		3		36	0	864	864	864.00	864.00
Depósito de Limpieza c/Lavadero	0	0	0	0	1		3		36	0	0	0	0.00	0.00
SOTANO														
Aula S-1 Taller Arq.	12	12	12	12		36		9	0	18	69984	69984	69984.00	69984.00
Aula S-2 Taller Arq.	3	0	3	0		36		9	0	18	17496	0	17496.00	0.00
Aula S-3 Taller Arq.	3.75	7.5	3.75	7.5		18		9	0	18	10935	21870	10935.00	21870.00
Aula S-4 Taller Arq.	10.5	10.5	10.5	10.5		18		9	0	18	30618	30618	30618.00	30618.00
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	8.25	3.75	8.25		6		9	0	18	3645	8019	3645.00	8019.00
CAD	6.75	0.75	6.75	0.75		6		9	0	18	6561	729	6561.00	729.00
Limpieza Aulas	4	4	4	4		36		9	0	18	23328	23328	23328.00	23328.00
Oficina de Coordinación Académica	0	0	0	0		8		3	0	18	0	0	0.00	0.00
Sala de Docentes	7	7	7	7		13		3	0	18	4914	4914	4914.00	4914.00
Corredor	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Escaleras	5	5	5	5		4		3	0	18	1080	1080	1080.00	1080.00
Impresiones	3	3	3	3		2		3	0	18	324	324	324.00	324.00
Cto. Bombas	1	1	1	1		1		3	0	18	54	54	54.00	54.00
Patio Taller de maquetas libre	12	12	12	12		8		2	0	23	4416	4416	4416.00	4416.00
AZOTEA														
Depósito 01	8.5	8.5	8.5	8.5	9		4		36	0	11016	11016	11016.00	11016.00
Depósito 02	5	5	5	5			6		2	0	1380	1380	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	5	5	2		2		36	0	720	720	720.00	720.00

Fuente: Propia

Tabla 17. Consumo Programado (Sist. Automatizado) Día Domingo En El Pabellón De Estudios Generales Semestre 2017-I y 2017-II.

DOMINGO														
1er PISO														
Aula 101	0	2.25	0	2.25	9	9	6	9	36	18	12757.5	7654.5	0.00	7654.50
Aula 102	3.75	3.75	3.75	3.75	15	3	6	3	36	18	0	12757.5	12757.50	12757.50
Aula 103	0	2.25	0	2.25	15	3	6	3	36	18	7654.5	7654.5	0.00	7654.50
Aula 104	2.25	2.25	2.25	2.25	15	3	6	3	36	18	0	7654.5	7654.50	7654.50
Corredor/Pasillo	7	7	7	7		28		6		18	21168	21168	21168.00	21168.00
SSH 01 Varones	1	2	1	2	3		6		36	0	648	1296	648.00	1296.00
SSH 02 Damas	1	2	1	2	3		6		36	0	648	1296	648.00	1296.00
SSH 03 Docentes	1	1	1	1	1		3		36	0	108	108	108.00	108.00
Escaleras	0	2	0	2		4		3	0	18	0	432	0.00	432.00
Amb Adm. 01 Tópico	0	0	0	0	2			3	36	0	0	0	0.00	0.00
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	0	0	0	0	2			3	36	0	0	0	0.00	0.00
2do PISO														
Aula 201	0	3.75	0	3.75	9	9	6	9	36	18	0	12757.5	0.00	12757.50
Aula 202	0	0	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	0.00	0.00
Aula 203	0	0	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	0.00	0.00
Aula 204	0	0	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	0.00	0.00
SOTANO														
Aula S-1 Taller Arq.	5.25	5.25	5.25	5.25		36		9	0	18	30618	30618	30618.00	30618.00
Aula S-2 Taller Arq.	0	0	0	0		36		9	0	18	0	0	0.00	0.00
Aula S-3 Taller Arq.	0	0	0	0		18		9	0	18	0	0	0.00	0.00
Aula S-4 Taller Arq.	5.25	5.25	5.25	5.25		18		9	0	18	15309	15309	15309.00	15309.00
Oficina de Coordinación Académica	0	0	0	0		8		3	0	18	0	0	0.00	0.00
Sala de Docentes	0	0	0	0		13		3	0	18	0	0	0.00	0.00
Corredor	5.25	5.25	0	0		4		3	0	18	1134	1134	0.00	0.00
Escaleras	5.25	5.25	0	0		4		3	0	18	1134	1134	0.00	0.00
Impresiones	0	0	0	0		2		3	0	18	0	0	0.00	0.00
Cto. Bombas	0	0	0	0		1		3	0	18	0	0	0.00	0.00

Fuente: Propia

V.6 Consumo Eléctrico Automatizado o Controlado en una Semana Normal y en una Semana de Exámenes p Congreso durante los Semestres 2017-I y 2017-II

Tabla 18. Resumen Del Consumo Programado (Sistema Automatizado).

	Semana	Normal	Semana	Exámenes y
	2017-I	2017-II	de 2017-I	Congreso 2017-II
Resumen Consumo Semanal (Watts) Programado	4204854.00	462.3381.00	410058.00	4104616.50
Consumo Semanal (Kwatts) Programado	4204.854	462.3.381	4100.58	4104.6165
Consumo Programado (Kwatts) Por Periodo	2017 -1	2017 -2	TOTAL	
	7127	770	148315.	
	3.97	41.1835	1535	

Fuente: Propia

V.6.1 Variable Y2: Consumo Eléctrico con Exceso o Convencional durante los Semestre 2017-I Y 2017- II

Para el cálculo del “Consumo con Exceso” que corresponde al “Consumo Convencional” sujeto a errores humanos, sin un sistema automatizado, se agrega la variable de “Tiempo en Exceso” que corresponde a los descuidos en el uso de la iluminación en los que se ha dado el escenario probable de “Luces Encendidas sin Gente” que responde a la Tabla 6 (para un mejor entendimiento se presenta nuevamente):

Tabla 19. Tabla frecuencias para el Tiempo de exceso en el encendido de luminarias por tipo de ambiente.

AULAS Y TALLERES				SSH			
Periodo	Tiempo (Hr)	Frec.	Frec.Acum	Periodo	Tiempo (Hr)	Frec.	Frec.Acum
Lunes - Viernes	2.00	10	0.1	Lunes - Viernes	2.00	25	0.25
	1.00	20	0.3		1.00	25	0.5
	0.50	30	0.6		0.50	20	0.7
	0.00	40	1		0.00	30	1
		100			100		
Sábado - Domingo	2.00	10	0.1	Sábado - Domingo	2	25	0.25
	0.00	90	1		0	75	1
		100			100		

Fuente: Propia.

Para obtener la variable “Tiempo con exceso”, según frecuencia de veces que se repite dicho escenario (factor propio de dicha variable), se recurre a la utilización de la fórmula de una **Distribución Discreta** con una Función de Probabilidad Aleatoria Discreta,

(Profesor10demates, 2015), menciona que “una variable aleatoria discreta es aquella que solo puede tomar valores enteros. Sea X una variable que toma valores enteros, (x_1, x_2, x_n) . Se asocia a cada valor x_i una probabilidad p_i ; $p_i = P(X=x_i)$.”

Propiedades:

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = 1$$

$$0 \leq p_i \leq 1$$

Se construye la función generadora para obtener el Consumo Con Exceso Simulado para el 2017-I y 2017-II, los resultados del valor del tiempo

de programación de clases, se cambian en la Tabla de Consumo c/Exceso y se supe por los nuevos tiempos con exceso.

V.6.2 Horas de Encendido con Exceso Simulado por Día, por Ambiente, en el Pabellón de Estudios Generales para los Semestres 2017-I Y 2017-II. (Ver Tabla 20-26)

Tabla 20. Tabla 20. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Lunes.

DIA - AMBIENTE POR PISO	HORAS DE ENCENDIDO SIMULADO POR AMBIENTE							
	2017 - 1				2017 - 2			
	Programado	Aleatorio	Exceso	Total	Programado	Aleatorio	Exceso	Total
LUNES								
1er PISO								
Aula 101	9.75	0.93275153	0	9.75	9.75	0.41892947	0.5	10.25
Aula 102	8.25	0.09040652	2	10.25	8.25	0.90323221	0	8.25
Aula 103	7.5	0.04939881	2	9.5	9	0.08369207	2	11
Aula 104	3.75	0.104302	1	4.75	8.25	0.61012169	0	8.25
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.50			14.5	14.50			14.5
SSHH 01 Varones	4.00	0.13727119	2.00	6	5.00	0.05887737	2.00	7
SSHH 02 Damas	4.00	0.84316062	0.00	4	5.00	0.02729775	2.00	7
SSHH 03 Docentes	1.00	0.33818507	1.00	2	1.00	0.07957669	2.00	3
Escaleras	5.50			5.5	5.50			5.5
Amb Adm. 01 Tópico	8.00			8	8.00			8
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8.00			8	8.00			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1.00			1	1.00			1
2do PISO								
Aula 201	7.5	0.42928913	0.5	8	9	0.91952007	0	9
Aula 202	8.25	0.62861518	0	8.25	9.75	0.60409404	0	9.75
Aula 203	5.25	0.76655747	0	5.25	5.25	0.99585155	0	5.25
Aula 204	9.75	0.67323723	0	9.75	8.25	0.87125888	0	8.25
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.50			5.5	5.50			5.5
SSHH 01 Varones	3.00	0.39325334	1.00	4	4.00	0.24942521	2.00	6
SSHH 02 Damas	3.00	0.09498558	2.00	5	4.00	0.05956341	2.00	6
SSHH 03 Docentes	1.00	0.63570856	0.50	1.5	1.00	0.15496898	2.00	3
Escaleras	5.50			5.5	5.50			5.5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8.00			8	8.00			8
Amb Adm. 02	8.00			8	8.00			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1.00			1	1.00			1
3er PISO								
Aula 301	7.50	0.44703131	0.5	8	4.50	0.58238576	0.5	5
Aula 302	6.75	0.99560613	0	6.75	6.75	0.9924681	0	6.75
Aula 303	6.75	0.86300179	0	6.75	6.00	0.84045967	0	6
Aula 304	4.50	0.61935638	0	4.5	4.50	0.02417717	2	6.5
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.50			5.5	5.50			5.5
SSHH 01 Varones	3.00	0.44382614	1.00	4	3.00	0.93327666	0.00	3
SSHH 02 Damas	3.00	0.677163	0.50	3.5	3.00	0.87038409	0.00	3
SSHH 03 Docentes	1.00	0.28812287	1.00	2	1.00	0.27136879	1.00	2
Escaleras	5.50			5.5	5.50			5.5
Amb Adm. 01	8.00			8	8.00			8
Amb Adm. 02	8.00			8	8.00			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1.00			1	1.00			1
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	0.57164509	0.5	8.75	6.75	0.63110265	0	6.75
Aula S-2 Taller Arq.	3.00	0.68355066	0	3	1.50	0.42262475	0.5	2
Aula S-3 Taller Arq.	0.00	0.47352022	0.5	0	1.50	0.37717349	0.5	2
Aula S-4 Taller Arq.	3.00	0.66313275	0	3	1.50	0.26249331	1	2.5
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	0.69114664	0	3.75	8.25	0.15159816	1	9.25
CAD (Coordinación Académica)	0.00			0	2.25			2.25
Limpieza Aulas	10			10	10			10
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	13.75			13.75
Sala de Docentes	7.00			7	7.00			7
Corredor/Pasillo	14.50			14.5	15.50			15.5
Escaleras	5.50			5.5	5.50			5.5
Impresiones	8.00			8	8.00			8
Cto. Bombas	1.00			1	1.00			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.50			8.5	8.50			8.5
Depósito 02	5.00			5	5.00			5
Depósito 03	5.00			5	5.00			5

Fuente: Propia

Tabla 21. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Martes.

MARTES								
1er PISO								
Aula 101	11.25	0.72406839	0	11.25	1.50	0.50353349	0.5	2
Aula 102	12.75	0.99524822	0	12.75	8.25	0.36780205	0.5	8.75
Aula 103	12.75	0.49880921	0.5	13.25	2.25	0.81157997	0	2.25
Aula 104	9.75	0.20741968	1	10.75	157.50	0.54178334	0.5	158
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5
SSHH 01 Varones	4	0.35849849	1.00	5	4	0.49810242	1.00	5
SSHH 02 Damas	4	0.21032119	2.00	6	4	0.00266339	2.00	6
SSHH 03 Docentes	1	0.14526178	2.00	3	1	0.71530424	0.00	1
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01 Tópico	8			8	8			8
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
2do PISO								
Aula 201	9	0.57829492	0.5	9.5	11.25	0.56285932	0.5	11.75
Aula 202	6.75	0.99654024	0	6.75	12.75	0.96722811	0	12.75
Aula 203	9.75	0.65888558	0	9.75	11.25	0.77910292	0	11.25
Aula 204	10.5	0.17535942	1	11.5	8.25	0.66915337	0	8.25
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	3	0.84882844	0.00	3	3	0.27111367	1.00	4
SSHH 02 Damas	3	0.29187263	1.00	4	3	0.08310205	2.00	5
SSHH 03 Docentes	1	0.5025421	0.50	1.5	1	0.41916528	1.00	2
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
3er PISO								
Aula 301	9.75	0.20066069	1	10.75	10.50	0.78184704	0	10.5
Aula 302	9.75	0.1394391	1	10.75	11.25	0.75129631	0	11.25
Aula 303	9.75	0.01004761	2	11.75	7.50	0.31225495	0.5	8
Aula 304	11.25	0.69902378	0	11.25	9.75	0.85442652	0	9.75
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	3	0.23372152	2.00	5	3	0.69637696	0.50	3.5
SSHH 02 Damas	3	0.36187725	1.00	4	3	0.98419022	0.00	3
SSHH 03 Docentes	1	0.55770592	0.50	1.5	1	0.23791924	2.00	3
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	9	0.47072523	0.5	9.5	9.75	0.79651042	0	9.75
Aula S-2 Taller Arq.	9	0.27843435	1	10	8.25	0.01728677	2	10.25
Aula S-3 Taller Arq.	9	0.2404535	1	10	9.00	0.38062378	0.5	9.5
Aula S-4 Taller Arq.	9	0.12606056	1	10	9.00	0.13167324	1	10
Aula S-5 Taller Arq.	3	0.42319198	0.5	3.5	9.00	0.78582613	0	9
CAD	1.5			1.5	8.25			8.25
Limpieza Aulas	10			10	10			10
Oficina de Coordinación Académica	14.50			14.5	7.75			7.75
Sala de Docentes	7			7	7			7
Corredor	14.5			14.5	14.5			14.5
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Impresiones	3			3	3			3
Cto. Bombas	1			1	1			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5
Depósito 02	5			5	5			5
Depósito 03	5			5	5			5

Fuente: Propia

Tabla 22. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día miércoles.

MIERCOLES								
1er PISO								
Aula 101	11.25	0.34513805	0.5	11.75	9.00	0.90948274	0	9
Aula 102	10.5	0.87180342	0	10.5	11.25	0.71781763	0	11.25
Aula 103	10.5	0.49302075	0.5	11	10.50	0.32299686	0.5	11
Aula 104	12	0.05685579	2	14	9.00	0.67942136	0	9
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.5				14.5			14.5
SSHH 01 Varones	4	0.11377366	2.00	6	4	0.22302172	2.00	6
SSHH 02 Damas	4	0.59767827	0.50	4.5	4	0.68174854	0.50	4.5
SSHH 03 Docentes	1	0.54063227	0.50	1.5	1	0.73838477	0.00	1
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01 Tópico	8			8	8			8
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
2do PISO								
Aula 201	9	0.28297942	1	10	9.00	0.79043814	0	9
Aula 202	6.5	0.22351078	1	7.5	8.25	0.33425891	0.5	8.75
Aula 203	7.5	0.78988476	0	7.5	6.00	0.54486192	0.5	6.5
Aula 204	7.5	0.74578334	0	7.5	4.50	0.04642711	2	6.5
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5
SSHH 01 Varones	3	0.61410424	0.50	3.5	3	0.39888446	1.00	4
SSHH 02 Damas	3	0.65473899	0.50	3.5	3	0.05913751	2.00	5
SSHH 03 Docentes	1	0.61236122	0.50	1.5		0.21275665	2.00	0
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
3er PISO								
Aula 301	6.75	0.2204875	1	7.75	9.00	0.42930742	0.5	9.5
Aula 302	12	0.87868822	0	12	13.50	0.65629657	0	13.5
Aula 303	7.5	0.4739094	0.5	8	6.75	0.64859467	0	6.75
Aula 304	8.25	0.89221647	0	8.25	9.75	0.06127466	2	11.75
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5
SSHH 01 Varones	3	0.33504286	1.00	4	4	0.77620728	0.00	4
SSHH 02 Damas	3	0.31795984	1.00	4	4	0.96819458	0.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.95629022	0.00	1	1	0.16723191	2.00	3
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	0.60130277	0	8.25	8.25	0.07874309	2	10.25
Aula S-2 Taller Arq.	7.5	0.71526118	0	7.5	8.25	0.80337254	0	8.25
Aula S-3 Taller Arq.	8.25	0.53737162	0.5	8.75	8.25	0.83901805	0	8.25
Aula S-4 Taller Arq.	8.25	0.1696754	1	9.25	9.75	0.7374054	0	9.75
Aula S-5 Taller Arq.	8.25	0.69659407	0	8.25	11.25	0.09116407	2	13.25
CAD	0.75			0.75	1.50			1.5
Limpieza Aulas	10			10	10			10
Oficina de Coordinación Académica	15.25			15.25	14.50			14.5
Sala de Docentes	7			7	7			7
Corredor/Pasillos	14.5			14.5	14.5			14.5
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Impresiones	3			3	3			3
Cto. Bombas	1			1	1			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5
Depósito 02	5			5	5			5
Depósito 03	5			5	5			5

Fuente: Propia

Tabla 23. Horas de Encendido Simulado

JUEVES								
1er PISO								
Aula 101	11.25	0.64082601	0	11.25	11.25	0.28974708	1	12.25
Aula 102	10.5	0.12587523	1	11.5	7.50	0.64524739	0	7.5
Aula 103	9	0.0128918	2	11	14.25	0.9982187	0	14.25
Aula 104	10.5	0.73366277	0	10.5	10.50	0.58531932	0.5	11
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5
SSHH 01 Varones	4	0.55556774	0.50	4.5	4	0.4195084	1.00	5
SSHH 02 Damas	4	0.13373933	2.00	6	4	0.97655143	0.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.65232232	0.50	1.5	1	0.75806647	0.00	1
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01 Tópico	8			8	8			8
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
2do PISO								
Aula 201	10.5	0.75035859	0	10.5	11.25	0.6783518	0	11.25
Aula 202	6.75	0.00679409	2	8.75	9.75	0.97419406	0	9.75
Aula 203	7.5	0.84995419	0	7.5	6.00	0.73825664	0	6
Aula 204	5.25	0.24240248	1	6.25	6.00	0.58237439	0.5	6.5
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5
SSHH 01 Varones	4	0.23246504	2.00	6	4	0.38879046	1.00	5
SSHH 02 Damas	4	0.58231842	0.50	4.5	4	0.9126912	0.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.54648495	0.50	1.5	1	0.98088021	0.00	1
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
3er PISO								
Aula 301	9.75	0.55037051	0.5	10.25	9.75	0.21864122	1	10.75
Aula 302	7.5	0.65581901	0	7.5	5.25	0.97142528	0	5.25
Aula 303	10.5	0.15837953	1	11.5	8.25	0.311763	0.5	8.75
Aula 304	6	0.70154269	0	6	4.50	0.91007151	0	4.5
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5
SSHH 01 Varones	3	0.72625316	0.00	3	3	0.28272605	1.00	4
SSHH 02 Damas	3	0.98770886	0.00	3	3	0.51376929	0.50	3.5
SSHH 03 Docentes	1	0.90733378	0.00	1	1	0.42953394	1.00	2
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Amb Adm. 01	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	9	0.49514819	0.5	9.5	9	0.55996445	0.5	9.5
Aula S-2 Taller Arq.	9	0.4191622	0.5	9.5	8.25	0.52952694	0.5	8.75
Aula S-3 Taller Arq.	9	0.22525193	1	10	9	0.65986243	0	9
Aula S-4 Taller Arq.	9	0.04024394	2	11	4.5	0.09927317	2	6.5
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.71832189	0	0	4.5	0.27497654	1	5.5
CAD	0			0	1.5			1.5
Limpieza Aulas	10			10	10			10
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	14.50			14.5
Sala de Docentes	7			7	7			7
Corredor	14.5			14.5	14.5			14.5
Escaleras	5			5	5			5
Impresiones	3			3	3			3
Cto. Bombas	1			1	1			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5
Depósito 02	5			5	5			5
Depósito 03	5			5	5			5

Fuente: Propia

Tabla 24. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Viernes.

VIERNES								
1er PISO								
Aula 101	7.5	0.48725618	0.5	8	7.50	0.82961208	0	7.5
Aula 102	9.75	0.42950514	0.5	10.25	8.25	0.75393028	0	8.25
Aula 103	9.75	0.89481552	0	9.75	9.75	0.14956527	1	10.75
Aula 104	4.5	0.61664141	0	4.5	7.75	0.75080057	0	7.75
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5
SSHH 01 Varones	3	0.6378447	0.50	3.5	3	0.5971389	0.50	3.5
SSHH 02 Damas	3	0.25838126	1.00	4	3	0.39047944	1.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.04250754	2.00	3	1	0.6536155	0.50	1.5
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01 Tópico	8			8	8			8
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
2do PISO								
Aula 201	3.75	0.59788011	0.5	4.25	3.75	0.26515577	1	4.75
Aula 202	5.25	0.49456495	0.5	5.75	6.75	0.85511811	0	6.75
Aula 203	1.5	0.19591577	1	2.5	1.50	0.9885471	0	1.5
Aula 204	6	0.03799577	2	8	6.00	0.6197852	0	6
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	2	0.83740165	0.00	2	2	0.19850033	2.00	4
SSHH 02 Damas	2	0.25670562	1.00	3	2	0.00538639	2.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.97998656	0.00	1	1	0.62697491	0.50	1.5
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
3er PISO								
Aula 301	4.5	0.76080004	0	4.5	3.75	0.39362663	0.5	4.25
Aula 302	3.75	0.18097125	1	4.75	6.75	0.1055753	1	7.75
Aula 303	5.25	0.75113663	0	5.25	1.50	0.24459027	1	2.5
Aula 304	5.25	0.30308345	0.5	5.75	6.00	0.93353355	0	6
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	3	0.36920035	1.00	4	3	0.52234614	0.50	3.5
SSHH 02 Damas	3	0.89600548	0.00	3	3	0.3929625	1.00	4
SSHH 03 Docentes	1	0.40607409	1.00	2	1	0.04968209	2.00	3
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01	8			8	8			8
Amb Adm. 02	8			8	8			8
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	0.3709306	0.5	8.75	7.50	0.07536442	2	9.5
Aula S-2 Taller Arq.	7.5	0.69117355	0	7.5	8.25	0.26463716	1	9.25
Aula S-3 Taller Arq.	8.25	0.00660822	2	10.25	8.25	0.76457217	0	8.25
Aula S-4 Taller Arq.	8.25	0.79585896	0	8.25	4.50	0.04520957	2	6.5
Aula S-5 Taller Arq.	8.25	0.15736938	1	9.25	8.25	0.45188241	0.5	8.75
CAD	0			0	1			1
Limpieza Aulas	10			10	10			10
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	15.00			15
Sala de Docentes	7			7	7			7
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5
Impresiones	3			3	3			3
Cto. Bombas	1			1	1			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5
Depósito 02	5			5	5			5
Depósito 03	5			5	5			5

Fuente: Propia

Tabla 25. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día sábado.

SABADO								
1er PISO								
Aula 101	8.25	0.82394438	0	8.25	9.00	0.88979793	0	9
Aula 102	10.5	0.37193996	0	10.5	10.50	0.22068606	0	10.5
Aula 103	7.5	0.73554147	0	7.5	7.50	0.77757363	0	7.5
Aula 104	9.75	0.93181449	0	9.75	5.25	0.82247291	0	5.25
Limpieza Aulas	8			8	8			8
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5
SSHH 01 Varones	3	0.8005649	0	3	3	0.83493615	0	3
SSHH 02 Damas	3	0.17044248	2	5	3	0.21427646	2	5
SSHH 03 Docentes	1	0.4126321	0	1	1	0.14900346	2	3
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01 Tópico	4			4	4			4
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	4			4	4			4
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
2do PISO								
Aula 201	7.5	0.52945104	0	7.5	6.00	0.21087772	0	6
Aula 202	9	0.4946874	0	9	3.75	0.71084072	0	3.75
Aula 203	10.5	0.19224362	0	10.5	8.25	0.80381659	0	8.25
Aula 204	5.25	0.91260307	0	5.25	6.75	0.4824176	0	6.75
Limpieza Aulas	4			4	4			4
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	3	0.70254475	0	3	3	0.10894372	2	5
SSHH 02 Damas	3	0.61939201	0	3	3	0.0575375	2	5
SSHH 03 Docentes	1	0.42028133	0	1	1	0.9214098	0	1
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	4			4	4			4
Amb Adm. 02	4			4	4			4
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1
3er PISO								
Aula 301	7.5	0.39456823	0	7.5	6.75	0.94954776	0	6.75
Aula 302	7.5	0.81916941	0	7.5	6.75	0.06080564	2	8.75
Aula 303	5.25	0.59230329	0	5.25	8.25	0.28750373	0	8.25
Aula 304	7.5	0.48097932	0	7.5	6.75	0.10957998	0	6.75
Limpieza Aulas	4			4	4			4
Corredor/Pasillo	5			5	5			5
SSHH 01 Varones	3	0.0522894	2	5	4	0.91168824	0	4
SSHH 02 Damas	3	0.71513952	0	3	4	0.18819921	2	6
SSHH 03 Docentes	1	0.49180315	0	1	1	0.38285278	0	1
Escaleras	5			5	5			5
Amb Adm. 01	4			4	4			4
Amb Adm. 02	4			4	4			4
Depósito de Limpieza c/Lavadero	0			0	0			0
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	12	0.81578237	0	12	12.00	0.92357342	0	12
Aula S-2 Taller Arq.	3	0.55967571	0	3	0.00	0.25639829	0	0
Aula S-3 Taller Arq.	3.75	0.88860434	0	3.75	7.50	0.61602982	0	7.5
Aula S-4 Taller Arq.	10.5	0.63278356	0	10.5	10.50	0.32369451	0	10.5
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	0.26790027	0	3.75	8.25	0.89653994	0	8.25
CAD	6.75			6.75	0.75			0.75
Limpieza Aulas	4			4	4			4
Oficina de Coordinación Académica	0.00			0	0.00			0
Sala de Docentes	7			7	7			7
Corredor	5			5	5			5
Escaleras	5			5	5			5
Impresiones	3			3	3			3
Cto. Bombas	1			1	1			1
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12
AZOTEA								
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5
Depósito 02	5			5	5			5
Depósito 03	5			5	5			5

Fuente: Propia

Tabla 26. Horas de Encendido Simulado Por Ambiente Día Domingo

DOMINGO								
1er PISO								
Aula 101	0	0.97325996	0	0	2.25	0.27197387	0	2.25
Aula 102	3.75	0.12638658	0	3.75	3.75	0.75144358	0	3.75
Aula 103	0	0.49315042	0	0	2.25	0.38129409	0	2.25
Aula 104	2.25	0.52498627	0	2.25	2.25	0.14133276	0	2.25
Corredor/Pasillo	7				7			
SSHH 01 Varones	1	0.38528789	0	1	2	0.8909025	0	2
SSHH 02 Damas	1	0.63182078	0	1	2	0.51435812	0	2
SSHH 03 Docentes	1	0.35289725	0	1	1	0.77067063	0	1
Escaleras	0			0	2			2
Amb Adm. 01 Tópico	0			0	0			0
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	0			0	0			0
2do PISO								
Aula 201	0	0.50440341	0	0	3.75	0.67208114	0	3.75
Aula 202	0	0.71878083	0	0	0	0.77836686	0	0
Aula 203	0	0.84596208	0	0	0	0.39787321	0	0
Aula 204	0	0.79493964	0	0	0	0.71491564	0	0
SOTANO								
Aula S-1 Taller Arq.	5.25	0.04793384	2	7.25	5.25	0.72561372	0	5.25
Aula S-2 Taller Arq.	0.00	0.2702242	0	0	0.00	0.57077997	0	0
Aula S-3 Taller Arq.	0.00	0.89187908	0	0	0.00	0.04731749	2	0
Aula S-4 Taller Arq.	5.25	0.29246457	0	5.25	5.25	0.70911168	0	5.25
Oficina de Coordinación Académica	0			0	0			0
Sala de Docentes	0			0	0			0
Corredor	5.25			5.25	5.25			5.25
Escaleras	5.25			5.25	5.25			5.25
Impresiones	0			0	0			0
Cto. Bombas	0			0	0			0

Fuente: Propia

V.7 Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, por Día, por Ambiente de una Semana Normal, Semestres 2017-I Y 2017-II. (Ver Tablas 27-33)

Tabla 27. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día lunes, Semestres 2017-I Y 2017-II.

DIA - AMBIENTE POR PISO	HORAS DE ENCENDIDO POR		CANTIDAD LÁMPARAS X CIRCUITO				CANTIDAD DE TUBOS POR LÁMPARA			WATTS POR LÁMPARA			CONSUMO SIMULADO EN WATTS POR DÍA	
	2017 - 1	2017 - 2	FLUORESC	LED	FOCO AHORR.	FLUORESC	LED	FOCO AHORR.	FLUORESC	LED	FOCO AHORR.	2017 - 1	2017 - 2	
LUNES														
1er PISO														
Aula 101	9.75	10.25	9	9		6	9		36	18		33169.50	34870.50	
Aula 102	8.75	8.25	15	3		6	3		36	18		29767.50	28066.50	
Aula 103	7.5	11	15	3		6	3		36	18		25515.00	37422.00	
Aula 104	3.75	8.25	15	3		6	3		36	18		12757.50	28066.50	
Limpieza Aulas	8	8	15	3		6	3		36	18		27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		28			6			18		43848.00	43848.00	
SSHII 01 Varones	6	7	3			6			36			3888.00	4536.00	
SSHII 02 Damas	4	5.5	3			6			36			2592.00	3564.00	
SSHII 03 Docentes	1	2	1			3			36			108.00	216.00	
Escaleras	5.5	5.5		4			3			18		1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01 Típico	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1			3			36			108.00	108.00	
2do PISO														
Aula 201	7.5	9.5	9	9		6	9		36	18		25515.00	32319.00	
Aula 202	8.25	9.75	9	9		6	9		36	18		28066.50	33169.50	
Aula 203	5.75	5.75	9	9		6	9		36	18		19561.50	19561.50	
Aula 204	10.75	8.75	9	9		6	9		36	18		36571.50	29767.50	
Limpieza Aulas	8	8	9	9		6	9		36	18		27216.00	27216.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		28			6			18		16632.00	16632.00	
SSHII 01 Varones	3	4.5	3			6			36			1944.00	2916.00	
SSHII 02 Damas	3	4.5	3			6			36			1944.00	2916.00	
SSHII 03 Docentes	1.5	2	1			3			36			162.00	216.00	
Escaleras	5.5	5.5		4			3			18		1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1			3			36			108.00	108.00	
3er PISO														
Aula 301	7.5	6.5	11	3		6	3		36	18		19035.00	16497.00	
Aula 302	6.75	7.75	11	3		6	3		36	18		17131.50	19669.50	
Aula 303	7.75	6	11	3		6	3		36	18		19669.50	15228.00	
Aula 304	6.5	4.5	11	3		6	3		36	18		16497.00	11421.00	
Limpieza Aulas	8	8	11	3		6	3		36	18		20304.00	20304.00	
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		14			3			18		4158.00	4158.00	
SSHII 01 Varones	3.5	5	1			3			36			378.00	540.00	
SSHII 02 Damas	3.5	3.5	1			3			36			378.00	378.00	
SSHII 03 Docentes	2	3	1			3			36			216.00	324.00	
Escaleras	5.5	5.5		4			3			18		1188.00	1188.00	
Amb Adm. 01	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Amb Adm. 02	8	8	2			3			36			1728.00	1728.00	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1			3			36			108.00	108.00	
SOTANO														
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	7.25		36			12			18		64152.00	56376.00	
Aula S-2 Taller Arq.	4	1.5		36			12			18		31104.00	11664.00	
Aula S-3 Taller Arq.	0	1.5		33			12			18		0.00	10692.00	
Aula S-4 Taller Arq.	3	2		36			12			18		23328.00	3552.00	
Aula S-5 Taller Arq.	4.25	8.75		6			3			18		1377.00	2835.00	
CAD (Coordinación Académica)	0	2.25		7			6			18		0.00	1701.00	
Limpieza Aulas	10	10		36			12			18		77760.00	77760.00	
Oficina de Coordinación Académica	16	13.75		7			6			18		12096.00	10395.00	
Sala de Docentes	7	7		13			9			18		14742.00	14742.00	
Corredor/Pasillo	14.5	15.5		4			3			18		3132.00	3348.00	
Escaleras	5.5	5.5		9			3			18		2673.00	2673.00	
Impresiones	8	8		2			3			18		864.00	864.00	
Ch. Bombas	1	1		1			3			18		54.00	54.00	
Patio Taller de maquetas libre	12	12			8			2			23	4416.00	4416.00	
AZOTEA														
Depósito 01	8.5	8.5	9			4			36			11016.00	11016.00	
Depósito 02	5	5		6			2			23		1380.00	1380.00	
Depósito 03	5	5	2			2			36			720.00	720.00	

Fuente: Propia

Tabla 28. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Martes, Semestres 2017-I Y 2017-II.

MARTES											
1er PISO											
Aula 101	12.25	2.5	9	9	6	9	36	18	41674.5	8505	
Aula 102	13.25	8.25	15	3	6	3	36	18	45076.5	28066.5	
Aula 103	13.25	4.25	15	3	6	3	36	18	45076.5	14458.5	
Aula 104	10.25	157.5	15	3	6	3	36	18	34870.5	535815	
Limpieza Aulas	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848	
SSH 01 Varones	4.5	6	3		6		36		2916	3888	
SSH 02 Damas	5	6	3		6		36		3240	3888	
SSH 03 Docentes	3	3	1		3		36		324	324	
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188	
Amb Adm. 01 Típico	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
2do PISO											
Aula 201	9	11.25	9	9	6	9	36	18	30618	38272.5	
Aula 202	6.75	13.25	9	9	6	9	36	18	22963.5	45076.5	
Aula 203	10.75	11.25	9	9	6	9	36	18	36571.5	38272.5	
Aula 204	11	9.25	9	9	6	9	36	18	37422	31468.5	
Limpieza Aulas	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	5	5		28		6		18	15120	15120	
SSH 01 Varones	3	4	3		6		36		1944	2592	
SSH 02 Damas	4	5	3		6		36		2592	3240	
SSH 03 Docentes	1	2	1		3		36		108	216	
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
3er PISO											
Aula 301	10.75	11.5	11	3	7	3	36	18	31540.5	33741	
Aula 302	9.75	11.25	11	3	7	3	36	18	28606.5	33007.5	
Aula 303	11.75	8.5	11	3	7	3	36	18	34474.5	24939	
Aula 304	13.25	10.25	11	3	7	3	36	18	38875.5	30073.5	
Limpieza Aulas	8	8	11	3	7	3	36	18	23472	23472	
Corredor/Pasillo	5	5		14		3		18	3780	3780	
SSH 01 Varones	3	3	1		3		36		324	324	
SSH 02 Damas	3.5	4	1		3		36		378	432	
SSH 03 Docentes	3	2	1		3		36		324	216	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb Adm. 01	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
SOTANO											
Aula S-1 Taller Arq.	9.5	11.75		36		9		18	55404	68526	
Aula S-2 Taller Arq.	9.5	8.25		36		9		18	55404	48114	
Aula S-3 Taller Arq.	9.5	9		18		9		18	27702	26244	
Aula S-4 Taller Arq.	10	11		18		9		18	29160	32076	
Aula S-5 Taller Arq.	4	9.5		6		9		18	3888	9234	
CAD	1.5	8.25		6		9		18	1458	8019	
Limpieza Aulas	10	10		6		9		18	9720	9720	
Oficina de Coordinación Académica	14.5	7.75		8		3		18	6264	3348	
Sala de Docentes	7	7		13		3		18	4914	4914	
Corredor	14.5	14.5		4		3		18	3132	3132	
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188	
Impresiones	3	3		2		3		18	324	324	
Cto. Bombas	1	1		1		3		18	54	54	
Patio Taller de maquetas libre	12	12		8		2		23	4416	4416	
AZOTEA											
Depósito 01	8.5	8.5	9		4		36		11016	11016	
Depósito 02	5	5			6		2	23	1380	1380	
Depósito 03	5	5	2		2		36		720	720	

Fuente: Propia

Tabla 29. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día miércoles, Semestres 2017-I Y 2017-II.

MIÉRCOLES												
1er PISO												
Aula 101	11.25	9.5	9	9	6	9			36	18	38272.5	32319
Aula 102	12.5	11.25	15	3	6	3			36	18	42525	38272.5
Aula 103	10.5	11	15	3	6	3			36	18	35721	37422
Aula 104	12.5	9	15	3	6	3			36	18	42525	30618
Limpieza Aulas	8	8	15	3	6	3			36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	0	14.5		28		6				18	0	43848
SSH 01 Varones	4	4.5	3		6				36		2592	2916
SSH 02 Damas	4	4	3		6				36		2592	2592
SSH 03 Docentes	2	1	1		3				36		216	108
Escaleras	5.5	5.5		4		3				18	1188	1188
Amb Adm. 01 Tópico	8	8	2		3				36		1728	1728
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	2		3				36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3				36		108	108
2do PISO												
Aula 201	9	10	9	9	6	9			36	18	30618	34020
Aula 202	7	10.25	9	9	6	9			36	18	23814	34870.5
Aula 203	7.5	7	9	9	6	9			36	18	25515	23814
Aula 204	8.5	4.5	9	9	6	9			36	18	28917	15309
Limpieza Aulas	8	8	9	9	6	9			36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		28		6				18	16632	16632
SSH 01 Varones	3	3	3		6				36		1944	1944
SSH 02 Damas	4	3	3		6				36		2592	1944
SSH 03 Docentes	2	1	2		3				36		0	0
Escaleras	5.5	5.5	2		3				36		1188	1188
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	1		3				36		864	864
Amb Adm. 02	8	8	2		3				36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3				36		108	108
3er PISO												
Aula 301	8.75	9	11	3	6	3			36	18	22207.5	22842
Aula 302	12.5	13.5	11	3	6	3			36	18	31725	34263
Aula 303	8.5	6.75	11	3	6	3			36	18	21573	17311.5
Aula 304	10.25	10.75	11	3	6	3			36	18	26014.5	27283.5
Limpieza Aulas	8	8	11	3	6	3			36	18	20304	20304
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		14		3				18	4158	4158
SSH 01 Varones	4	6	1		3				36		432	648
SSH 02 Damas	4	5	1		3				36		432	540
SSH 03 Docentes	3	3	1		3				36		324	324
Escaleras	5.5	5.5		4		3				18	1188	1188
Amb Adm. 01	8	8	2		3				36		1728	1728
Amb Adm. 02	8	8	2		3				36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3				36		108	108
SOTANO												
Aula S-1 Taller Arq.	9.25	8.75		36		9				18	53946	51030
Aula S-2 Taller Arq.	9.5	8.25		36		9				18	55404	48114
Aula S-3 Taller Arq.	9.25	8.25		18		9				18	26973	24057
Aula S-4 Taller Arq.	8.75	9.75		18		9				18	25515	28431
Aula S-5 Taller Arq.	8.25	11.75		6		9				18	8019	11421
CAD	0.75	1.5		6		9				18	729	1458
Limpieza Aulas	10	10		6		9				18	9720	9720
Oficina de Coordinación Académica	15.25	14.5		8		3				18	6588	6264
Sala de Docentes	7	7		13		3				18	4914	4914
Corredor/Pasillos	14.5	14.5		4		3				18	3132	3132
Escaleras	5.5	5.5		4		3				18	1188	1188
Impresiones	3	3		2		3				18	324	324
Cto. Bombas	1	1		1		3				18	54	54
Patio Taller de maquetas libre	12	12		8		2				23	4416.00	4416.00
AZOTEA												
Depósito 01	8.5	8.5	9		4				36		11016.00	11016.00
Depósito 02	5	5		6		2				23	1380.00	1380.00
Depósito 03	5	5	2		2				36		720.00	720.00

Fuente: Propia

Tabla 30. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Jueves, Semestres 2017-I Y 2017-II.

JUEVES												
1er PISO												
Aula 101	12.25	11.25	9	9	6	9	36	18	41674.5	38272.5		
Aula 102	11	7.5	15	3	6	3	36	18	37422	25515		
Aula 103	9.5	14.25	15	3	6	3	36	18	32319	48478.5		
Aula 104	11	11.5	15	3	6	3	36	18	37422	39123		
Limpieza Aulas	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216		
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848		
SSH 01 Varones	5	6	3		6		36		3240	3888		
SSH 02 Damas	4	4.5	3		6		36		2592	2916		
SSH 03 Docentes	1	1	1		3		36		108	108		
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080		
Amb Adm. 01 Tópico	8	8	2		3		36		1728	1728		
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	2		3		36		1728	1728		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108		
2do PISO												
Aula 201	12.5	11.25	9	9	6	9	36	18	42525	38272.5		
Aula 202	6.75	10.75	9	9	6	9	36	18	22963.5	36571.5		
Aula 203	8	7	9	9	6	9	36	18	27216	23814		
Aula 204	6.25	6	9	9	6	9	36	18	21262.5	20412		
Limpieza Aulas	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216		
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		28		6		18	16632	16632		
SSH 01 Varones	4	6	3		6		36		2592	3888		
SSH 02 Damas	6	4.5	3		6		36		3888	2916		
SSH 03 Docentes	2	1.5	1		3		36		216	162		
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188		
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	2		3		36		1728	1728		
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108		
3er PISO												
Aula 301	9.75	10.75	11	3	6	3	36	18	24745.5	27283.5		
Aula 302	8.5	5.25	11	3	6	3	36	18	21573	13324.5		
Aula 303	11	9.25	11	3	6	3	36	18	27918	23476.5		
Aula 304	7	4.5	11	3	6	3	36	18	17766	11421		
Limpieza Aulas	8	8	11	3	6	3	36	18	20304	20304		
Corredor/Pasillo	5.5	5.5		14		3		18	4158	4158		
SSH 01 Varones	3	4	1		3		36		324	432		
SSH 02 Damas	3.5	3	1		3		36		378	324		
SSH 03 Docentes	1	3	1		3		36		108	324		
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188		
Amb Adm. 01	8	8	2		3		36		1728	1728		
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728		
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108		
SOTANO												
Aula S-1 Taller Arq.	9.5	10		36		9		18	55404	58320		
Aula S-2 Taller Arq.	9	8.25		36		9		18	52488	48114		
Aula S-3 Taller Arq.	10	9.5		18		9		18	29160	27702		
Aula S-4 Taller Arq.	11	5		18		9		18	32076	14580		
Aula S-5 Taller Arq.	0	5		6		9		18	0	4860		
CAD	0	1.5		6		9		18	0	1458		
Limpieza Aulas	10	10		36		9		18	58320	58320		
Oficina de Coordinación Académica	16	14.5		8		3		18	6912	6264		
Sala de Docentes	7	7		13		3		18	4914	4914		
Corredor	14.5	14.5		4		3		18	3132	3132		
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080		
Impresiones	3	3		2		3		18	324	324		
Cto. Bombas	1	1		1		3		18	54	54		
Patio Taller de maquetas libre	12	12		8		2		23	4416	4416		
AZOTEA												
Depósito 01	8.5	8.5	9		4		36	18	11016	11016		
Depósito 02	5	5		6		2		23	1380	1380		
Depósito 03	5	5	2		2		36		720	720		

Fuente: Propia

Tabla 31. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Viernes, Semestres 2017-I Y 2017-II.

VIERNES											
1er PISO											
Aula 101	9.5	9.5	9	9	6	9	36	18	32219	32219	
Aula 102	9.75	8.25	15	3	6	3	36	18	33169.5	28066.5	
Aula 103	10.25	11.75	15	3	6	3	36	18	34870.5	39973.5	
Aula 104	4.5	7.75	15	3	6	3	36	18	15309	26365.5	
Limpieza Aulas	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848	
SSH 01 Varones	5	3.5	3		6		36		3240	2268	
SSH 02 Damas	3.5	4	3		6		36		2268	2592	
SSH 03 Docentes	3	2	1		3		36		324	216	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb Adm. 01 Típico	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
2do PISO											
Aula 201	3.75	3.75	9	9	6	9	36	18	12757.5	12757.5	
Aula 202	5.75	7.25	9	9	6	9	36	18	19561.5	24664.5	
Aula 203	1.5	1.5	9	9	6	9	36	18	5103	5103	
Aula 204	6	6.5	9	9	6	9	36	18	20412	22113	
Limpieza Aulas	8	8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	5	5		28		6		18	15120	15120	
SSH 01 Varones	3	2	3		6		36		1944	1296	
SSH 02 Damas	4	2	3		6		36		2592	1296	
SSH 03 Docentes	2	1	1		3		36		216	108	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
3er PISO											
Aula 301	5	5.75	11	3	6	3	36	18	12690	14593.5	
Aula 302	4.25	7.25	11	3	6	3	36	18	10786.5	18400.5	
Aula 303	5.25	1.5	11	3	6	3	36	18	13324.5	3807	
Aula 304	5.25	6.5	11	3	6	3	36	18	13324.5	16497	
Limpieza Aulas	8	8	11	3	6	3	36	18	20304	20304	
Corredor/Pasillo	5	5		14		3		18	3780	3780	
SSH 01 Varones	3.5	4	1		3		36		378	432	
SSH 02 Damas	5	4	1		3		36		540	432	
SSH 03 Docentes	1	3	1		3		36		108	324	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb Adm. 01	8	8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02	8	8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
SOTANO											
Aula S-1 Taller Arq.	8.25	8.5		36		9		18	48114	49572	
Aula S-2 Taller Arq.	9.5	8.75		36		9		18	55404	51030	
Aula S-3 Taller Arq.	8.25	9.25		18		9		18	24057	26973	
Aula S-4 Taller Arq.	8.75	6.5		18		9		18	25515	18954	
Aula S-5 Taller Arq.	8.75	9.25		6		9		18	8505	8991	
CAD	0	1		6		9		18	0	972	
Limpieza Aulas	10	10		36		9		18	58320	58320	
Oficina de Coordinación Académica	16	15		8		3		18	6912	6480	
Sala de Docentes	7	7		13		3		18	4914	4914	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		4		3		18	3132	3132	
Escaleras	5.5	5.5		4		3		18	1188	1188	
Impresiones	3	3		2		3		18	324	324	
Cto. Bombas	1	1		1		3		18	54	54	
Patio Taller de maquetas libre	12	12		8		2		23	4416	4416	
AZOTEA											
Depósito 01	8.5	8.5	9		4		36		11016	11016	
Depósito 02	5	5		6		2		23	1380	1380	
Depósito 03	5	5	2		2		36		720	720	

Fuente: Propia

Tabla 32. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, día Sábado, Semestres 2017-I Y 2017-II.

SABADO											
1er PISO											
Aula 101	8.25	9	9	9	6	9	36	18	28066.5	30618	
Aula 102	10.5	10.5	15	3	6	3	36	18	35721	35721	
Aula 103	7.5	7.5	15	3	6	3	36	18	25515	25515	
Aula 104	9.75	5.25	15	3	6	3	36	18	33169.5	17860.5	
Limpieza Aulas	8	8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5	14.5		28		6		18	43848	43848	
SSH 01 Varones	3	3	3		6		36		1944	1944	
SSH 02 Damas	5	5	3		6		36		3240	3240	
SSH 03 Docentes	1	3	1		3		36		108	324	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb. Adm. 01 Tópico	4	4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	4	4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
2do PISO											
Aula 201	7.5	6	9	9	6	9	36	18	25515	20412	
Aula 202	9	3.75	9	9	6	9	36	18	30618	12757.5	
Aula 203	10.5	8.25	9	9	6	9	36	18	35721	28066.5	
Aula 204	5.25	6.75	9	9	6	9	36	18	17860.5	23963.5	
Limpieza Aulas	4	4	9	9	6	9	36	18	13608	13608	
Corredor/Pasillo	5	5		28		6		18	15120	15120	
SSH 01 Varones	3	5	3		6		36		1944	3240	
SSH 02 Damas	3	5	3		6		36		1944	3240	
SSH 03 Docentes	1	1	1		3		36		108	108	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb. Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	4	4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02	4	4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1	1	1		3		36		108	108	
3er PISO											
Aula 301	7.5	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	
Aula 302	7.5	8.75	11	3	6	3	36	18	19035	22207.5	
Aula 303	5.25	8.25	11	3	6	3	36	18	13324.5	20938.5	
Aula 304	7.5	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17131.5	
Limpieza Aulas	4	4	11	3	6	3	36	18	10152	10152	
Corredor/Pasillo	5	5		14		3		18	3780	3780	
SSH 01 Varones	5	4	1		3		36		540	432	
SSH 02 Damas	3	6	1		3		36		324	648	
SSH 03 Docentes	1	1	1		3		36		108	108	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Amb. Adm. 01	4	4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02	4	4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	0	0	1		3		36		0	0	
SOTANO											
Aula S-1 Taller Arq.	12	12		36		9		18	69984	69984	
Aula S-2 Taller Arq.	3	0		36		9		18	17496	0	
Aula S-3 Taller Arq.	3.75	7.5		18		9		18	10935	21870	
Aula S-4 Taller Arq.	10.5	10.5		18		9		18	30618	30618	
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	8.25		6		9		18	3645	8019	
CAD	6.75	0.75		6		9		18	6561	729	
Limpieza Aulas	4	4		36		9		18	23328	23328	
Oficina de Coordinación Académica	0	0		8		3		18	0	0	
Sala de Docentes	7	7		13		3		18	4914	4914	
Corredor	5	5		4		3		18	1080	1080	
Escaleras	5	5		4		3		18	1080	1080	
Impresiones	3	3		2		3		18	324	324	
Cto. Bombas	1	1		1		3		18	54	54	
Patio Taller de maquetas libre	12	12		8		3	2	23	4416	4416	
AZOTEA											
Depósito 01	8.5	8.5	9		6	4	36		11016	11016	
Depósito 02	5	5		6		2		23	1380	1380	
Depósito 03	5	5	2		2		36		720	720	

Fuente: Propia

Tabla 33. Tabla 33. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, domingo, Semestres 2017-I y 2017-II

DOMINGO											
1er PISO											
Aula 101	0	2.25	9	9	6	9	36	18	12757.5	7654.5	
Aula 102	3.75	3.75	15	3	6	3	36	18	0	12757.5	
Aula 103	0	2.25	15	3	6	3	36	18	7654.5	7654.5	
Aula 104	2.25	2.25	15	3	6	3	36	18	0	7654.5	
Corredor/Pasillo	0	0		28		6		18		0	0
SSHH 01 Varones	1	2	3		6		36		648	1296	
SSHH 02 Damas	1	2	3		6		36		648	1296	
SSHH 03 Docentes	1	1	1		3		36		108	108	
Escaleras	0	2		4		3		18	0	432	
Amb Adm. 01 Tópico	0	0	2		3		36		0	0	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	0	0	2		3		36		0	0	
2do PISO											
Aula 201	0	3.75	9	9	6	9	36	18	0	12757.5	
Aula 202	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
Aula 203	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
Aula 204	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
SOTANO											
Aula S-1 Taller Arq.	7.25	5.25		36		9		18	42282	30618	
Aula S-2 Taller Arq.	0	0		36		9		18	0	0	
Aula S-3 Taller Arq.	0	0		18		9		18	0	0	
Aula S-4 Taller Arq.	5.25	5.25		18		9		18	15309	15309	
Oficina de Coordinación Académica	0	0		8		3		18	0	0	
Sala de Docentes	0	0		13		3		18	0	0	
Corredor	5.25	5.25		4		3		18	1134	1134	
Escaleras	5.25	5.25		4		3		18	1134	1134	
Impresiones	0	0		2		3		18	0	0	
Cto. Bombas	0	0		1		3		18	0	0	

Fuente: Propia

V.8 , Resumen del Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, en una Semana Normal, Semestres 2017-I y 2017-II

Tabla 34. Resumen consumo semanal con exceso, (Sistema Convencional) Semana Normal, Semestres 2017-I y 2017-II.

DESCRIPCION	2017-I	2017-II
CONSUMO SEMANAL (Watts)	4339944.0	4785993.0
SIMULADO	0	0
CONSUMO SEMANAL (KWatts)		
SIMULADO	4339.944	4785.993

Fuente: Propia

V.8.1 Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, por Día, por Ambiente en una Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II (Ver Tabla 35-41)

Tabla 35. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día lunes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

DÍA - AMBIENTE POR PISO	HORAS DE ENCENDIDO POR AMBIENTE								CANTIDAD LÁMPARAS X CIRCUITO		CANTIDAD DE TUBOS POR LÁMPARA		WATTS POR LÁMPARA		CONSUMO EN WATTS POR DÍA					
	2017 - 1				2017 - 2				FLUORESC	LED	FOCO AHORR	FLUORESC	LED	FOCO AHORR	FLUORESC	LED	FOCO AHORR	2017 - 1	2017 - 2	
	Programado	Aleatorio	Exceso	Total	Programado	Aleatorio	Exceso	Total												
LUNES																				
1er PISO																				
Aula 101	12	0.4292686	0.5	12.5	12	0.1608407	1	13	9	9			6	9			36	18	43252	44226
Aula 102	12	0.1026552	1	13	12	0.5543551	0.5	12.5	15	3			6	3			36	18	44226	42525
Aula 103	12	0.2580229	1	13	12	0.7705448	0	12	15	3			6	3			36	18	44226	40824
Aula 104	12	0.2660505	1	13	12	0.3915804	0.5	12.5	15	3			6	3			36	18	44226	42525
Limpieza Aulas	8		8	8				8	15	3			6	3			36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	14.50			14.50	14.50			14.5		28				6			18		43848	43848
SSHH 01 Varones	4.00	0.4112476	1	5	5.00	0.5795169	0.5	5.5	3					36			36		3240	3564
SSHH 02 Damas	4.00	0.6980217	0.5	4.5	5.00	0.6502319	0.5	5.5	3					36			36		2916	3564
SSHH 03 Docentes	1.00	0.1305847	2	3	1.00	0.2028026	2	3	1					36			36		324	324
Escaleras	5.50			5.50	5.50			5.5		4				36			18		1188	1188
Amb. Adm. 01 Tópico	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Depósito de Limpieza o/Lavadero	1.00			1.00	1.00			1	1					36			36		108	108
2do PISO																				
Aula 201	12	0.8022843	0	12	12.00	0.5676854	0.5	12.5	9	9			6	9			36	18	40824	42525
Aula 202	12	0.9887124	0	12	12.00	0.4156782	0.5	12.5	9	9			6	9			36	18	40824	42525
Aula 203	12	0.5711443	0.5	12.5	12.00	0.6861723	0	12	9	9			6	9			36	18	42525	40824
Aula 204	12	0.5749789	0.5	12.5	12.00	0.5076576	0.5	12.5	9	9			6	9			36	18	42525	42525
Limpieza Aulas	8		8	8				8	9	9			6	9			36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	5.50			5.50	5.50			5.5		28				6			18		16632	16632
SSHH 01 Varones	3.00	0.5224618	0.5	3.5	4.00	0.8342724	0	4	3					36			36		2268	2592
SSHH 02 Damas	3.00	0.3843304	1	4	4.00	0.6000225	0.5	4.5	3					36			36		2592	2916
SSHH 03 Docentes	1.00	0.2337169	2	3	1.00	0.8774369	0	1	1					36			36		324	108
Escaleras	5.50			5.50	5.50			5.5		4				36			18		1188	1188
Amb. Adm. 01 Oficina Biemestar Universitario	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Amb. Adm. 02	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Depósito de Limpieza o/Lavadero	1.00			1.00	1.00			1	1					36			36		108	108
3er PISO																				
Aula 301	12	0.6220521	0	12	12.00	0.1778931	1	13	11	3			6	3			36	18	30456	32994
Aula 302	12	0.5916449	0.5	12.5	12.00	0.5893121	0.5	12.5	11	3			6	3			36	18	31725	31725
Aula 303	12	0.4979151	0.5	12.5	12.00	0.4020456	0.5	12.5	11	3			6	3			36	18	31725	31725
Aula 304	12	0.1499316	1	13	12.00	0.2769596	1	13	11	3			6	3			36	18	32994	32994
Limpieza Aulas	8		8	8				8	11	3			6	3			36	18	20304	20304
Corredor/Pasillo	5.50			5.50	5.50			5.5		14				36			18		4158	4158
SSHH 01 Varones	3	0.6552776	0.5	3.5	3.00	0.1057191	2	5	1					36			36		540	540
SSHH 02 Damas	3.00	0.583513	0.5	3.5	3.00	0.0434187	2	5	1					36			36		378	540
SSHH 03 Docentes	1.00	0.8997788	0	1	1.00	0.2754738	1	2	1					36			36		108	216
Escaleras	5.50			5.50	5.50			5.5		4				36			18		1188	1188
Amb. Adm. 01	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Amb. Adm. 02	8.00			8.00	8.00			8	2					36			36		1728	1728
Depósito de Limpieza o/Lavadero	1.00			1.00	1.00			1	1					36			36		108	108
SOTANO																				
Aula S-1 Taller Arq.	0	0.6065147	0	0	0.00	0.9707452	0	0		36				18			18		0	0
Aula S-2 Taller Arq.	0	0.447414	0.5	0	0.00	0.7563973	0	0		36				18			18		0	0
Aula S-3 Taller Arq.	0	0.0499701	2	0	0.00	0.4861863	0.5	0		33				12			18		0	0
Aula S-4 Taller Arq.	0	0.7237884	0	0	0.00	0.3038169	0.5	0		36				18			18		0	0
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.61295	0	0	0.00	0.5472823	0.5	0		6				3			18		0	0
CAD (Coordinación Académica)	0			0	2.25			2.25		7				6			18		0	1701
Limpieza Aulas	10			10	10			10		36				12			18		77760	77760
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	13.75			13.75		7				6			18		12096	10395
Sala de Docentes	7.00			7	7.00			7		13				9			18		14742	14742
Corredor/Pasillo	16.00			16	16.00			16		4				3			18		3456	3456
Escaleras	5.50			5.50	5.50			5.5		9				3			18		2673	2673
Impresiones	8.00			8	8.00			8		2				3			18		864	864
Cib. Bombas	1.00			1	1.00			1		1				3			18		54	54
Faio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12			8			2			23		4416	4416
AZOTEA																				
Depósito 01	8.50			8.5	8.50			8.5	9					36			23		11016	11016
Depósito 02	5.00			5	5.00			5	2					36			36		1380	1380
Depósito 03	5.00			5	5.00			5	2					36			36		720	720

Fuente: Propia

Tabla 36. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Martes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

MARTES																	
1er PISO																	
Aula 101	12.00	0.1056039	1	13	12.00	0.3353303	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	44226	42525	
Aula 102	12.00	0.4140771	0.5	12.5	12.00	0.7149061	0	12	15	3	6	3	36	18	42525	40824	
Aula 103	12.00	0.7658199	0	12	12.00	0.563525	0.5	12.5	15	3	6	3	36	18	40824	42525	
Aula 104	12.00	0.6229115	0	12	12.00	0.0173433	2	14	15	3	6	3	36	18	40824	47628	
Limpieza Aulas	8			8				8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		28		6		18	43848	43848	
SSH 01 Varones	4	0.8675612	0	4	4	0.5880656	0.5	4.5	3		6		36		2592	2916	
SSH 02 Damas	4	0.6660951	0.5	4.5	4	0.2601702	1	5	3		6		36		2916	3240	
SSH 03 Docentes	1	0.2783232	1	2	1	0.3134036	1	2	1		3		36		216	216	
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3	3	18	1188	1188	
Amb. Adm. 01 Tópico	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estad.	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
2do PISO																	
Aula 201	12.00	0.6914076	0	12	12.00	0.4390016	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	40824	42525	
Aula 202	12.00	0.8741805	0	12	12.00	0.8220138	0	12	9	9	6	9	36	18	40824	40824	
Aula 203	12.00	0.4599176	0.5	12.5	12.00	0.124206	1	13	9	9	6	9	36	18	42525	44226	
Aula 204	12.00	0.0838772	2	14	12.00	0.3677241	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	47628	42525	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		28		6		18	15120	15120	
SSH 01 Varones	3	0.5822243	0.5	3.5	3	0.7712953	0	3	3		6		36		2268	1944	
SSH 02 Damas	3	0.1210709	2	5	3	0.4054747	1	4	3		6		36		3240	2592	
SSH 03 Docentes	1	0.0680244	2	3	1	0.6401483	0.5	1.5	1		3		36		324	162	
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3	3	18	1188	1188	
Amb. Adm. 01 Oficina Bimestre Universitario	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Amb. Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
3er PISO																	
Aula 301	12.00	0.7337367	0	12	12.00	0.0647093	2	14	11	3	7	3	36	18	35208	41076	
Aula 302	12.00	0.7064248	0	12	12.00	0.8119161	0	12	11	3	7	3	36	18	35208	35208	
Aula 303	12.00	0.663256	0	12	12.00	0.4383519	0.5	12.5	11	3	7	3	36	18	35208	36675	
Aula 304	12.00	0.8314312	0	12	12.00	0.5312723	0.5	12.5	11	3	7	3	36	18	35208	36675	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	11	3	7	3	36	18	23472	23472	
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		14		3		18	3780	3780	
SSH 01 Varones	3	0.9949203	0	3	3	0.1579224	2	5	1		3		36		324	540	
SSH 02 Damas	3	0.4357011	1	4	3	0.2525225	1	4	1		3		36		432	432	
SSH 03 Docentes	1	0.3772744	1	2	1	0.9064629	0	1	1		3		36		216	108	
Escaleras	5			5	5			5		4		3	3	18	1080	1080	
Amb. Adm. 01	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Amb. Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
SOTANO																	
Aula S-1 Taller Arq.	0	0.1958339	1	0	0.00	0.0904236	2	0		36		9		18	0	0	
Aula S-2 Taller Arq.	0	0.8277623	0	0	0.00	0.6360775	0	0		36		9		18	0	0	
Aula S-3 Taller Arq.	0	0.2627536	1	0	0.00	0.2898531	1	0		18		9		18	0	0	
Aula S-4 Taller Arq.	0	0.7291462	0	0	0.00	0.2746392	1	0		18		9		18	0	0	
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.0736746	2	0	0.00	0.1795932	1	0		6		9		18	0	0	
CAD	1.5			1.5	8.25			8.25			6		9		1458	8019	
Limpieza Aulas	10			10	10			10		6		9		18	9720	9720	
Oficina de Coordinación Académica	14.50			14.5	7.75			7.75		8		3		18	6264	3348	
Sala de Docentes	7			7	7			7		13		3		18	4914	4914	
Corredor	14.5			14.5	14.5			14.5		4		3		18	3132	3132	
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3		18	1188	1188	
Impresiones	3			3	3			3		2		3		18	324	324	
Cho. Bombas	1			1	1			1		1		3		18	54	54	
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12			8		2		23	4416	4416
AZOTEA																	
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5	9		4		36	18	11016	11016	
Depósito 02	5			5	5			5		6		2		23	1380	1380	
Depósito 03	5			5	5			5	2		2		36		720	720	

Fuente: Propia

Tabla 37. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día miércoles, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

MIÉRCOLES																	
1er PISO																	
Aula 101	12.00	0.2221769	1	13	12.00	0.634406	0	12	9	9	6	9	36	18	44226	40824	
Aula 102	12.00	0.4875063	0.5	12.5	12.00	0.948056	0	12	15	3	6	3	36	18	42525	40824	
Aula 103	12.00	0.3899638	0.5	12.5	12.00	0.7503086	0	12	15	3	6	3	36	18	42525	40824	
Aula 104	12.00	0.6716838	0	12	12.00	0.9345696	0	12	15	3	6	3	36	18	40824	40824	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		28		6		18	43848	43848	
SSHII 01 Varones	4	0.2115031	2	6	4	0.2869073	1	5	3		6		36		3888	3240	
SSHII 02 Damas	4	0.534934	0.5	4.5	4	0.7624949	0	4	3		6		36		2916	2592	
SSHII 03 Docentes	1	0.4740311	1	2	1	0.412494	1	2	1		3		36		216	216	
Escuelas	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3	3	18	1188	1188	
Amb Adm. 01 Tópico	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
2do PISO																	
Aula 201	12.00	0.3977941	0.5	12.5	12.00	0.4711535	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	42525	42525	
Aula 202	12.00	0.8086065	0	12	12.00	0.7201431	0	12	9	9	6	9	36	18	40824	40824	
Aula 203	12.00	0.284507	1	13	12.00	0.6600136	0	12	9	9	6	9	36	18	44226	40824	
Aula 204	12.00	0.4151925	0.5	12.5	12.00	0.9525626	0	12	9	9	6	9	36	18	42525	40824	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	9	9	6	9	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5		28		6		18	16632	16632	
SSHII 01 Varones	3	0.3796114	1	4	3	0.6243949	0.5	3.5	3		6		36		2592	2268	
SSHII 02 Damas	3	0.3940183	1	4	3	0.4112149	1	4	3		6		36		2592	2592	
SSHII 03 Docentes	1	0.7112267	0	1	1	0.9001398	0	1	2		3		36		216	216	
Escuelas	5.5			5.5	5.5			5.5	2		3		36		1188	1188	
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8	1		3		36		864	864	
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
3er PISO																	
Aula 301	12.00	0.4074471	0.5	12.5	12.00	0.5777583	0.5	12.5	11	3	6	3	36	18	31725	31725	
Aula 302	12.00	0.5149096	0.5	12.5	12.00	0.6847106	0	12	11	3	6	3	36	18	31725	30456	
Aula 303	12.00	0.3816952	0.5	12.5	12.00	0.3927134	0.5	12.5	11	3	6	3	36	18	31725	31725	
Aula 304	12.00	0.5244529	0.5	12.5	12.00	0.4553912	0.5	12.5	11	3	6	3	36	18	31725	31725	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	11	3	6	3	36	18	20304	20304	
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5		14		3		18	4158	4158	
SSHII 01 Varones	3	0.9289646	0	3	4	0.233534	2	6	1		3		36		324	648	
SSHII 02 Damas	3	0.8624105	0	3	4	0.8232328	0	4	1		3		36		324	432	
SSHII 03 Docentes	1	0.6229777	0.5	1.5	1	0.1693334	2	3	1		3		36		162	324	
Escuelas	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3	3	18	1188	1188	
Amb Adm. 01	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
SOTANO																	
Aula S-1 Taller Arq.	0.00	0.3780848	0.5	0	0.00	0.9275997	0	0		36		9		18	0	0	
Aula S-2 Taller Arq.	0.00	0.4338315	0.5	0	0.00	0.5177301	0.5	0		36		9		18	0	0	
Aula S-3 Taller Arq.	0.00	0.579098	0.5	0	0.00	0.5457587	0.5	0		18		9		18	0	0	
Aula S-4 Taller Arq.	0.00	0.7326226	0	0	0.00	0.9750255	0	0		18		9		18	0	0	
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.8946099	0	0	0.00	0.5890048	0.5	0		6		9		18	0	0	
CAD	0.75			0.75	1.50			1.5		6		9		18	729	1458	
Limpieza Aulas	10			10	10			10		6		9		18	9720	9720	
Oficina de Coordinación Académica	15.25			15.25	14.50			14.5		8		3		18	6588	6264	
Sala de Docentes	7			7	7			13		3		3		18	4914	4914	
Corredor/Pasillos	14.5			14.5	14.5			14.5		4		3		18	3132	3132	
Escuelas	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3		18	1188	1188	
Impresiones	3			3	3			3		2		3		18	324	324	
Cto. Bombas	1			1	1			1		1		3		18	54	54	
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12			8		2		23	4416	4416
AZOTEA																	
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5	9		4		36		11016	11016	
Depósito 02	5			5	5			5		6		2	2	36	1380	1380	
Depósito 03	5			5	5			5	2		2		36		720	720	

Fuente: Propia

Tabla 38. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Jueves, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

JUEVES																			
1er PISO																			
Aula 101	12.00	0.2122193	1	13	12.00	0.399376	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	44226	432525			
Aula 102	12.00	0.440435	0.5	12.5	12.00	0.327416	0.5	12.5	15	3	6	3	36	18	42525	42525			
Aula 103	12.00	0.769015	0	12	12.00	0.5676081	0.5	12.5	15	3	6	3	36	18	40824	42525			
Aula 104	12.00	0.4041731	0.5	12.5	12.00	0.9601779	0	12	15	3	6	3	36	18	42525	40824			
Limpieza Aulas	8			8	8			8	15	3	6	3	36	18	27216	27216			
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		28		6	6	18	43848	43848			
SSHH 01 Varones	4	0.7464778	0	4	4	0.2146939	2	6	3		6		36		2592	3888			
SSHH 02 Damas	4	0.249174	2	6	4	0.338559	1	5	3		6		36		3888	3240			
SSHH 03 Docentes	1	0.6183493	0.5	1.5	1	0.0471819	2	3	1		3		36		162	324			
Escaleras	5			5	5			5	5	4	3	3	36	18	1080	1080			
Amb Adm. 01 Típico	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estud.	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108			
2do PISO																			
Aula 201	10.5	0.0614068	2	12.5	11.25	0.6188648	0	11.25	9	9	6	9	36	18	42525	38273			
Aula 202	6.75	0.9786542	0	6.75	9.75	0.874935	0	9.75	9	9	6	9	36	18	22964	33170			
Aula 203	7.5	0.3102863	0.5	8	6.00	0.8577465	0	6	9	9	6	9	36	18	27216	20412			
Aula 204	5.25	0.2919499	1	6.25	6.00	0.9327584	0	6	9	9	6	9	36	18	21263	20412			
Limpieza Aulas	8			8	8			8	9	9	6	9	36	18	27216	27216			
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5		28		6	6	18	16632	16632			
SSHH 01 Varones	4	0.4769114	1	5	4	0.5037298	0.5	4.5	3		6		36		3240	2916			
SSHH 02 Damas	4	0.5742176	0.5	4.5	4	0.7640475	0	4	3		6		36		2916	2592			
SSHH 03 Docentes	1	0.6050737	0.5	1.5	1	0.9649278	0	1	1		6		36		162	108			
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5	5	4	3	3	36	18	1188	1188			
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108			
3er PISO																			
Aula 301	12.00	0.0069793	2	14	12.00	0.1867868	1	13	11	3	6	3	36	18	35532	32994			
Aula 302	12.00	0.5123024	0.5	12.5	12.00	0.5416478	0.5	12.5	11	3	6	3	36	18	31725	31725			
Aula 303	12.00	0.4921706	0.5	12.5	12.00	0.9566564	0	12	11	3	6	3	36	18	31725	30456			
Aula 304	12.00	0.7739261	0	12	12.00	0.0866177	2	14	11	3	6	3	36	18	30456	35532			
Limpieza Aulas	8			8	8			8	11	3	6	3	36	18	20304	20304			
Corredor/Pasillo	5.5			5.5	5.5			5.5		14		3	3	18	4158	4158			
SSHH 01 Varones	3	0.2141595	2	5	3	0.9140324	0	3	1		3		36		540	324			
SSHH 02 Damas	3	0.9424856	0	3	3	0.136035	2	5	1		3		36		324	540			
SSHH 03 Docentes	1	0.2167957	2	3	1	0.7486247	0	1	1		3		36		324	108			
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5	5	4	3	3	36	18	1188	1188			
Amb Adm. 01	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728			
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108			
SOTANO																			
Aula S-1 Taller Arq.	0	0.9156342	0	0	0.00	0.3859668	0.5	0		36		9	18		0	0			
Aula S-2 Taller Arq.	0	0.2852416	1	0	0.00	0.0975026	2	0		36		9	18		0	0			
Aula S-3 Taller Arq.	0	0.762784	0	0	0.00	0.6669104	0	0		18		3	9		18	0			
Aula S-4 Taller Arq.	0	0.7734432	0	0	0.00	0.6633247	0	0		18		3	9		18	0			
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.6380281	0	0	0.00	0.3897927	0.5	0		6		9	18		0	0			
CAD	0			0	1.50			1.5		6		9	18		0	1458			
Limpieza Aulas	10			10	10			10		36		9	18		58320	58320			
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	14.50			14.5		8		3	18		6912	6264			
Sala de Docentes	7			7	7			7		13		3	18		4914	4914			
Corredor	14.5			14.5	14.5			14.5		4		3	18		3132	3132			
Escaleras	5			5	5			5	5	4	3	3	36	18	1080	1080			
Impresiones	3			3	3			3	3	2	3	3	36	18	324	324			
Cas Bombas	1			1	1			1		1		3	18		54	54			
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12			8		2	23	4416	4416			
AZOTEA																			
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5	9		6	4	36		11016	11016			
Depósito 02	5			5	5			5			6		2	23	1380	1380			
Depósito 03	5			5	5			5	2		6		36		720	720			

Fuente: Propia

Tabla 39. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Viernes, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

VIERNES																
1er PISO																
Aula 101	12.00	0.9466166	0	12	12.00	0.6525748	0	12	9	9	6	9	36	18	40834	40834
Aula 102	12.00	0.0863195	2	14	12.00	0.3323033	0.5	12.5	15	3	6	3	36	18	47628	42525
Aula 103	12.00	0.0294147	2	14	12.00	0.0564006	2	14	15	3	6	3	36	18	47628	47628
Aula 104	12.00	0.5315427	0.5	12.5	12.00	0.0916761	2	14	15	3	6	3	36	18	42525	47628
Limpieza Aulas	8			8	8			8	15	3	6	3	36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		28		6		18	43848	43848
SSHH 01 Varones	3	0.8429901	0	3	3	0.8911107	0	3	3		6		36		1944	1944
SSHH 02 Damas	3	0.9619672	0	3	3	0.6198668	0.5	3.5	3		6		36		1944	2268
SSHH 03 Docentes	1	0.3815245	1	2	1	0.9348522	0	1	1		3		36		216	108
Escaleras	5			5	5			5		4		3		18	1080	1080
Amb Adm. 01 Típico	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Amb Adm. 02 Oficina Representación Estad.	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108
2do PISO																
Aula 201	12.00	0.3113637	0.5	12.5	12.00	0.5347808	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	42525	42525
Aula 202	12.00	0.8419146	0	12	12.00	0.8507683	0	12	9	9	6	9	36	18	40824	40824
Aula 203	12.00	0.49957	0.5	12.5	12.00	0.344024	0.5	12.5	9	9	6	9	36	18	42525	42525
Aula 204	12.00	0.3753738	0.5	12.5	12.00	0.8271126	0	12	9	9	6	9	36	18	40824	40824
Limpieza Aulas	8			8	8			8	9	9	6	9	36	18	27216	27216
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		28		6		18	15120	15120
SSHH 01 Varones	2	0.070109	2	4	2	0.2574532	1	3	3		6		36		2592	1944
SSHH 02 Damas	2	0.8903498	0	2	2	0.1399942	2	4	3		6		36		1296	2592
SSHH 03 Docentes	1	0.0609772	2	3	1	0.1156288	2	3	1		3		36		324	324
Escaleras	5			5	5			5		4		3		18	1080	1080
Amb Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108
3er PISO																
Aula 301	12.00	0.7367772	0	12	12.00	0.1143436	1	13	11	3	6	3	36	18	30456	32994
Aula 302	12.00	0.2608023	1	13	12.00	0.9139652	0	12	11	3	6	3	36	18	32994	30456
Aula 303	12.00	0.4019974	0.5	12.5	12.00	0.3647756	0.5	12.5	11	3	6	3	36	18	31725	31725
Aula 304	12.00	0.213288	1	13	12.00	0.989275	0	12	11	3	6	3	36	18	32994	30456
Limpieza Aulas	8			8	8			8	11	3	6	3	36	18	20304	20304
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		14		3		18	3780	3780
SSHH 01 Varones	3	0.2163275	2	5	3	0.4108812	1	4	1		3		36		540	432
SSHH 02 Damas	3	0.3274946	1	4	3	0.689946	0.5	3.5	1		3		36		432	378
SSHH 03 Docentes	1	0.0717651	2	3	1	0.3266381	1	2	1		3		36		324	216
Escaleras	5			5	5			5		4		3		18	1080	1080
Amb Adm. 01	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Amb Adm. 02	8			8	8			8	2		3		36		1728	1728
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108
SOTANO																
Aula S-1 Taller Arq.	0	0.0003316	2	0	0.00	0.5088059	0.5	0		36		9		18	0	0
Aula S-2 Taller Arq.	0	0.238675	1	0	0.00	0.3014474	0.5	0		36		9		18	0	0
Aula S-3 Taller Arq.	0	0.8809625	0	0	0.00	0.0338386	2	0		18		9		18	0	0
Aula S-4 Taller Arq.	0	0.304606	0.5	0	0.00	0.9498701	0	0		18		9		18	0	0
Aula S-5 Taller Arq.	0	0.5103891	0.5	0	0.00	0.325387	0.5	0		6		9		18	0	0
CAD	0			0	1			1		6		9		18	0	972
Limpieza Aulas	10			10	10			10		36		9		18	58320	58320
Oficina de Coordinación Académica	16.00			16	15.00			15		8		3		18	6912	6480
Sala de Docentes	7			7	7			7		13		3		18	4914	4914
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		4		3		18	3132	3132
Escaleras	5.5			5.5	5.5			5.5		4		3		18	1188	1188
Impresiones	3			3	3			3		2		3		18	324	324
Cto. Bombas	1			1	1			1		1		3		18	54	54
Patio Taller de maquetas libre	12.00			12	12.00			12		8		2		23	4416	4416
AZOTEA																
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5	9		4		36		11016	11016
Depósito 02	5			5	5			5		6		2		23	1380	1380
Depósito 03	5			5	5			5	2		2		36		720	720

Fuente: Propia

Tabla 40. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día Sábado, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

SABADO																	
1er PISO																	
Aula 101	8.25	0.3180317	0	8.25	9.00	0.5210154	0	9	9	9	6	9	36	18	28067	30618	
Aula 102	10.5	0.4631444	0	10.5	10.50	0.1756183	0	10.5	15	3	6	3	36	18	35721	35721	
Aula 103	7.5	0.7174168	0	7.5	7.50	0.3666654	0	7.5	15	3	6	3	36	18	25515	25515	
Aula 104	9.75	0.930882	0	9.75	5.25	0.7346773	0	5.25	15	3	6	3	36	18	33170	17861	
Limpieza Aulas	8			8	8			8	15	3	6	3	36	18	27216	27216	
Corredor/Pasillo	14.5			14.5	14.5			14.5		28		6	6	36	18	43848	43848
SSHII 01 Varones	3	0.3456423	0	3	3	0.2184408	2	5	3		6		36		1944	3240	
SSHII 02 Damas	3	0.4744439	0	3	3	0.6480696	0	3	3		6		36		1944	1944	
SSHII 03 Docentes	1	0.0293201	2	3	1	0.025117	2	3	1		3		36		324	324	
Escaleras	5			5	5			5	5	4	3	3	36	18	1080	1080	
Amb. Adm. 01 Tópico	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
2do PISO																	
Aula 201	7.5	0.6951567	0	7.5	6.00	0.5643046	0	6	9	9	6	9	36	18	25515	20412	
Aula 202	9	0.5210821	0	9	3.75	0.4124512	0	3.75	9	9	6	9	36	18	30618	12758	
Aula 203	10.5	0.1344609	0	10.5	8.25	0.6555811	0	8.25	9	9	6	9	36	18	35721	28067	
Aula 204	5.25	0.5096182	0	5.25	6.75	0.130679	0	6.75	9	9	6	9	36	18	17861	22964	
Limpieza Aulas	4			4	4			4	9	9	6	9	36	18	13608	13608	
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		28		6	6	36	18	15120	15120
SSHII 01 Varones	3	0.0353403	2	5	3	0.0410529	2	5	3		6		36		3240	3240	
SSHII 02 Damas	3	0.0337413	2	5	3	0.9641792	0	3	3		6		36		3240	1944	
SSHII 03 Docentes	1	0.1240439	2	3	1	0.0836229	2	3	1		3		36		324	324	
Escaleras	5			5	5			5	5	4	3	3	36	18	1080	1080	
Amb. Adm. 01 Oficina Bienestar Universitario	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	1			1	1			1	1		3		36		108	108	
3er PISO																	
Aula 301	7.5	0.8505431	0	7.5	6.75	0.7890328	0	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17132	
Aula 302	7.5	0.3892754	0	7.5	6.75	0.0856308	2	8.75	11	3	6	3	36	18	19035	22208	
Aula 303	5.25	0.327523	0	5.25	8.25	0.5998893	0	8.25	11	3	6	3	36	18	13325	20939	
Aula 304	7.5	0.2717348	0	7.5	6.75	0.3745724	0	6.75	11	3	6	3	36	18	19035	17132	
Limpieza Aulas	4			4	4			4	11	3	6	3	36	18	10152	10152	
Corredor/Pasillo	5			5	5			5		14		3	3	36	18	3780	3780
SSHII 01 Varones	3	0.4574314	0	3	4	0.8976741	0	4	1		3		36		324	432	
SSHII 02 Damas	3	0.5651143	0	3	4	0.6008111	0	4	1		3		36		324	432	
SSHII 03 Docentes	1	0.3021862	0	1	1	0.3856281	0	1	1		3		36		108	108	
Escaleras	5			5	5			5	5	4	3	3	36	18	1080	1080	
Amb. Adm. 01	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Amb. Adm. 02	4			4	4			4	2		3		36		864	864	
Depósito de Limpieza c/Lavadero	0			0	0			0	1		3		36		0	0	
SOTANO																	
Aula S-1 Taller Arq.	12	0.4372401	0	12	12.00	0.0990033	2	14			36		18		69984	81648	
Aula S-2 Taller Arq.	3	0.7859589	0	3	0.00	0.1978057	0	0			36		18		17496	0	
Aula S-3 Taller Arq.	3.75	0.3083621	0	3.75	7.50	0.6800336	0	7.5			18		18		10935	21870	
Aula S-4 Taller Arq.	10.5	0.4116151	0	10.5	10.50	0.3309257	0	10.5			18		18		30618	30618	
Aula S-5 Taller Arq.	3.75	0.7110611	0	3.75	8.25	0.9545181	0	8.25			6		9		3645	8019	
CAD	6.75			6.75	0.75			0.75			6		9		6561	729	
Limpieza Aulas	4			4	4			4	4		36		9		23328	23328	
Oficina de Coordinación Académica	0			0	0.00			0			8		3		18	0	
Sala de Docentes	7			7	7			7			13		3		18	4914	
Corredor	5			5	5			5	4		3		3		18	1080	
Escaleras	5			5	5			5	5		4		3		18	1080	
Impresiones	3			3	3			3	2		3		3		18	324	
Cto. Bombas	1			1	1			1	1		1		3		18	54	
Patio Taller de maquetas libre	12			12	12			12			8		2		23	4416	
AZOTEA																	
Depósito 01	8.5			8.5	8.5			8.5	9		6	4	36	18	11016	11016	
Depósito 02	5			5	5			5					6	2	36	1380	
Depósito 03	5			5	5			5	2				6	2	36	720	

Fuente: Propia

Tabla 41. Consumo Lumínico con exceso del Sistema Convencional, día domingo, por ambiente, en Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

DOMINGO																	
1er PISO																	
Aula 101	0	0.4776656	0	0	2.25	0.5221008	0	2.25	9	9	6	9	36	18	12757.5	7654.5	
Aula 102	3.75	0.6408408	0	3.75	3.75	0.9118086	0	3.75	15	3	6	3	36	18	0	12757.5	
Aula 103	0	0.8970266	0	0	2.25	0.0682283	2	4.25	15	3	6	3	36	18	14458.5	14458.5	
Aula 104	2.25	0.0464152	2	4.25	2.25	0.5704933	0	2.25	15	3	6	3	36	18	0	7654.5	
Corredor/Pasillo	7			7	7			7		28		6	6	36	18	21168	21168
SSHII 01 Varones	1	0.8800497	0	1	2	0.6206196	0	2	3		6		36		648	1296	
SSHII 02 Damas	1	0.5919088	0	1	2	0.5047592	0	2	3		6		36		648	1296	
SSHII 03 Docentes	1	0.9472298	0	1	1	0.7405648	0	1	1		3		36		108	108	
Escaleras	0			0	2			2		4	3	3	36	18	0	432	
Amb. Adm. 01 Tópico	0			0	0			0	2		3		36	0	0	0	
Amb. Adm. 02 Oficina Representación Estud.	0			0	0			0	2		3		36	0	0	0	
2do PISO																	
Aula 201	0	0.6766308	0	0	3.75	0.700368	0	3.75	9	9	6	9	36	18	0	12757.5	
Aula 202	0	0.9422836	0	0	0	0.535069	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
Aula 203	0	0.1028437	0	0	0	0.2426424	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
Aula 204	0	0.7550122	0	0	0	0.6088798	0	0	9	9	6	9	36	18	0	0	
SOTANO																	
Aula S-1 Taller Arq.	5.25	0.9766322	0	5.25	5.25	0.6235958	0	5.25			36		9		18	30618	
Aula S-2 Taller Arq.	0	0.1566458	0	0	0	0.6578172	0	0			36		9		18	0	
Aula S-3 Taller Arq.	0	0.6944752	0	0	0	0.7806086	0	0			18		9		18	0	
Aula S-4 Taller Arq.	5.25	0.3840781	0	5.25	5.25	0.0509479	2	7.25			18		9		18	15309	
Oficina de Coordinación Académica	0			0	0			0			8		3		18	0	
Sala de Docentes	0			0	0			0			13		3		18	0	
Corredor	0			0	0			0	4		3		3		18	0	
Escaleras	0			0	0			0	4		3		3		18	0	
Impresiones	0			0	0			0	2		3		3		18	0	
Cto. Bombas	0			0	0			0	1		1		3		18	0	

Fuente: Propia

V.8.2 Resumen del Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, en una Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II

Tabla 42. Consumo Lumínico con Exceso del Sistema Convencional, en una Semana de Exámenes o Congreso, Semestres 2017-I y 2017-II.

Resumen	Sem.		Sem.2017-
	2017-I	II	
CONSUMO SEMANAL (Watts)	4256019		4263025.5
CONSUMO SEMANAL (kWatts)	4256.02		4263.03

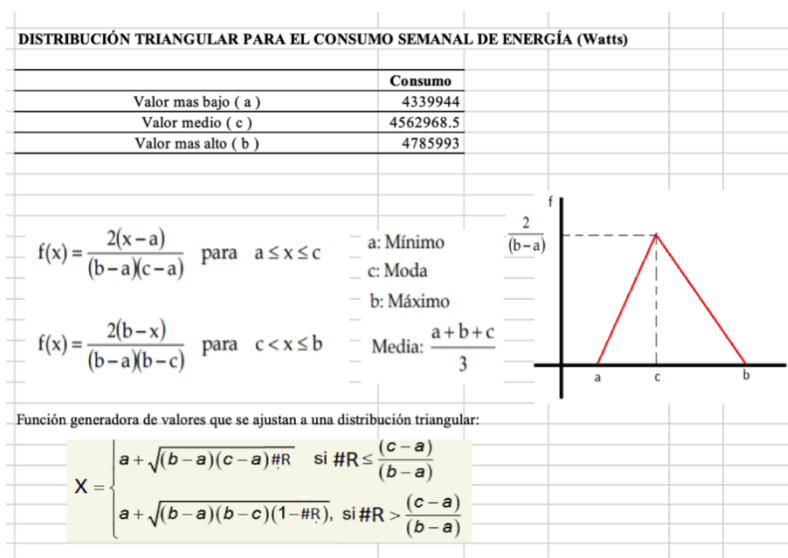
Fuente: Propia

V.8.3 Modelo de Simulación del Consumo con Exceso desde el Año Académico 2017 hasta 25 Años

Para modelar el Consumo con Exceso Simulado para el año académico 2017 y los subsiguientes 25 años, se considera una **Distribución Triangular** ya que se cuenta únicamente con tres valores resultantes de la tabla del Consumo con Exceso, del semestre 2017-I, del semestre 2017-II y el valor medio entre ambos, se reconoce una Distribución Triangular, en la que se cuentan con valores escasos.

En la tabla se combinan los nuevos valores Random o Aleatorios, con la formula para una distribucion triangular siguiente:

Tabla 43. Distribución Triangular Para Simulación Del Consumo Eléctrico con Exceso.



Fuente: Ing. Luis Zuloaga

Se aplica la formula de la Distribución Triangular sobre los valores de Consumo en exceso obtenidos en cada semestre y uniendo los valores Random o Aleatorios para Simular el comportamiento del Consumo probable c/exceso para el año académico 2017, y para los siguientes 25 años académicos. Las variables que intervienen en este cálculo constituyen el el Consumo con Exceso, el Tiempo en Exceso, anteriormente calculado y la variable aleatoria que se nivela a los valores de la distribución Triangular.

Tabla 44. Simulación Del Consumo Con Exceso Desde El 2017 Hasta 25 Años Posteriores.

Nro. Periodo Académico	PERIODO I					PERIODO II				
	Nro RANDOM	Semanal	Consumo por clases	Consumo Exam&Congr	Consumo Total PI	Nro RANDOM	Semanal	Consumo por clases	Consumo Exam&Congr	Consumo Total PII
1	0.018329159	4382.65	65739.68	8512.04	74251.71	0.685892629	4601.16	64416.21	12789.08	77205.28
2	0.701849295	4604.18	69062.68	8512.04	77574.72	0.021140863	4385.80	61401.25	12789.08	74190.32
3	0.807537965	4623.38	69350.64	8512.04	77862.68	0.559441146	4575.85	64061.94	12789.08	76851.02
4	0.459225096	4553.68	68305.22	8512.04	76817.26	0.10450649	4441.91	62186.69	12789.08	74975.76
5	0.201270035	4481.44	67221.66	8512.04	75733.70	0.158581506	4465.55	62517.63	12789.08	75306.71
6	0.402251461	4539.98	68099.76	8512.04	76611.79	0.010692439	4372.56	61215.81	12789.08	74004.89
7	0.252216839	4498.34	67475.16	8512.04	75987.19	0.103444315	4441.39	62179.41	12789.08	74968.49
8	0.327996578	4520.58	67808.69	8512.04	76320.73	0.375977291	4533.34	63466.77	12789.08	76255.84
9	0.815877763	4624.84	69372.54	8512.04	77884.58	0.660656548	4596.31	64348.30	12789.08	77137.38
10	0.09620165	4437.77	66566.57	8512.04	75078.60	0.05496615	4413.89	61794.46	12789.08	74583.54
11	0.948956608	4647.19	69707.90	8512.04	78219.94	0.956879175	4648.47	65078.62	12789.08	77867.70
12	0.06834824	4422.40	66336.03	8512.04	74848.06	0.423565758	4545.22	63633.01	12789.08	76422.09
13	0.202096847	4481.73	67226.02	8512.04	75738.06	0.130668928	4453.96	62355.40	12789.08	75144.47
14	0.10373636	4441.53	66622.95	8512.04	75134.99	0.126617145	4452.18	62330.45	12789.08	75119.53
15	0.151357835	4462.65	66939.77	8512.04	75451.81	0.257897494	4500.12	63001.65	12789.08	75790.72
16	0.069219451	4422.93	66343.88	8512.04	74855.92	0.469990603	4556.17	63786.41	12789.08	76575.49
17	0.616655462	4587.62	68814.34	8512.04	77326.38	0.883138111	4636.35	64908.85	12789.08	77697.93
18	0.899187093	4639.03	69585.41	8512.04	78097.45	0.902954339	4639.65	64955.15	12789.08	77744.23
19	0.664097253	4596.97	68954.61	8512.04	77466.64	0.355913944	4528.11	63393.53	12789.08	76182.61
20	0.814306194	4624.56	69368.42	8512.04	77880.46	0.964465394	4649.69	65095.71	12789.08	77884.79
21	0.773864047	4617.40	69261.06	8512.04	77773.09	0.858462805	4632.18	64856.47	12789.08	77639.55
22	0.460030159	4553.87	68308.03	8512.04	76820.07	0.393075525	4537.69	63527.65	12789.08	76316.72
23	0.746403548	4612.44	69186.55	8512.04	77698.58	0.510046428	4565.20	63912.77	12789.08	76701.85
24	0.528284301	4569.19	68537.85	8512.04	77049.89	0.684698518	4600.93	64413.02	12789.08	77202.10
25	0.673438965	4598.78	68981.63	8512.04	77493.67	0.083008208	4430.82	62031.42	12789.08	74820.49

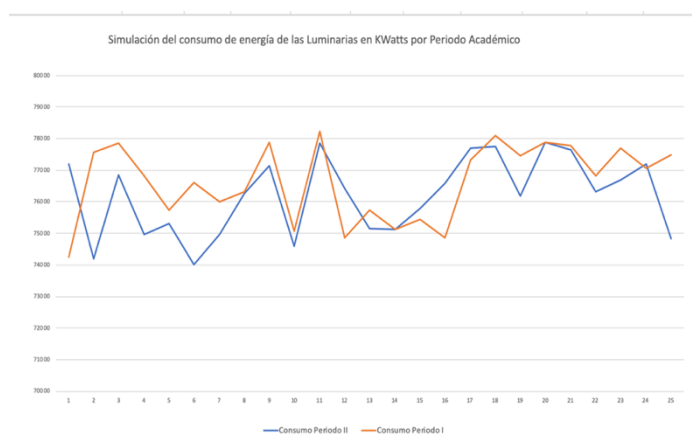
Fuente: Propia

Tabla 45. Gráfica de la Simulación Del Consumo Eléctrico Con Exceso En 25 Años Por Periodo Académico.

Año Académico	CONSUMO SIMULADO POR PERIODO
1	151457.00
2	151765.04
3	154713.70
4	151793.02
5	151040.41
6	150616.69
7	150955.69
8	152576.57
9	155021.95
10	149662.14
11	156087.64
12	151270.15
13	150882.53
14	150254.52
15	151242.53
16	151431.41
17	155024.31
18	155841.68
19	153649.25
20	155765.25
21	155412.64
22	153136.79
23	154400.43
24	154251.98
25	152314.16
PROM TOTAL	152822.6984

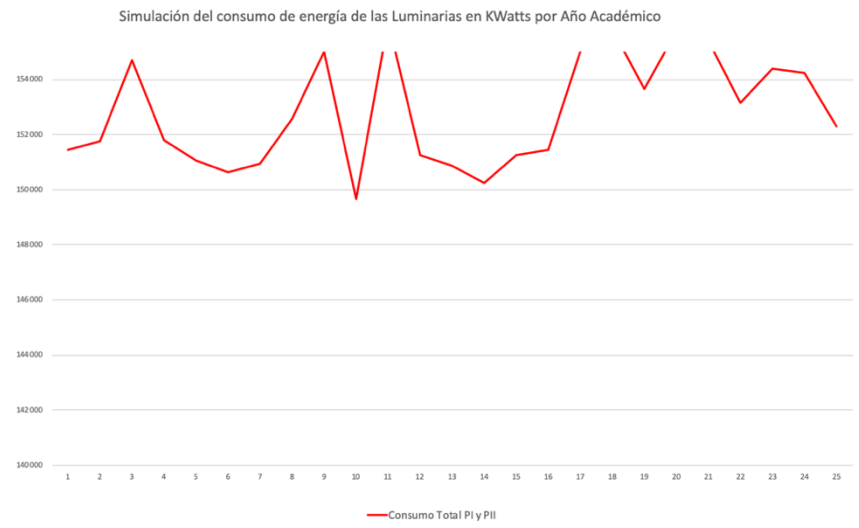
Fuente: Propia

Tabla 46. Simulación del Consumo Eléctrico Por Año Académico Desde El 2017 Hasta 25 Años Y Su Promedio.



Fuente: Propia

Tabla 47. Simulación Del Consumo Eléctrico De Luminarias En Kwatts Por Año Académico.



V.8.4 Valor Diferencial o Ahorro Lumínico del Sistema Automatizado de Control de la Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales

Se muestra una tabla comparativa con el ahorro lumínico producto de la comparación entre el consumo del sistema automatizado y del consumo con exceso del sistema convencional, desde el año académico 2017 hasta 25 años. Se multiplica por el valor del Kwh actualizado para el 2019, y se calcula el valor promedio de ahorro eléctrico producto de los 25 años. Ver Tabla:

Tabla 48. Costo diferencial Promedio o Ahorro Eléctrico.

AÑO ACADÉMICO	CONSUMO SIMULADO	CONSUMO PROGRAMADO	Consumo diferencial	Costo
1	151457.00	148315.15	3141.84	35817.00
2	151765.04	148315.15	3449.89	39328.71
3	154713.70	148315.15	6398.55	72943.43
4	151793.02	148315.15	3477.87	39647.69
5	151040.41	148315.15	2725.26	31067.93
6	150616.69	148315.15	2301.53	26237.46
7	150955.69	148315.15	2640.53	30102.06
8	152576.57	148315.15	4261.41	48580.11
9	155021.95	148315.15	6706.80	76457.50
10	149662.14	148315.15	1346.99	15355.66
11	156087.64	148315.15	7772.48	88606.30
12	151270.15	148315.15	2955.00	33686.99
13	150882.53	148315.15	2567.38	29268.08
14	150254.52	148315.15	1939.36	22108.73
15	151242.53	148315.15	2927.38	33372.09
16	151431.41	148315.15	3116.25	35525.30
17	155024.31	148315.15	6709.15	76484.36
18	155841.68	148315.15	7526.52	85802.37
19	153649.25	148315.15	5334.10	60808.75
20	155765.25	148315.15	7450.09	84931.07
21	155412.64	148315.15	7097.49	80911.34
22	153136.79	148315.15	4821.64	54966.65
23	154400.43	148315.15	6085.28	69372.18
24	154251.98	148315.15	5936.83	67679.85
25	152314.16	148315.15	3999.01	45588.69
		COSTO DIFERENCIAL PROME		51386.01

Nota: los valores son aproximados por que se recalculan al volver a correr la fórmula de la simulación.

V.9 Estudio Económico

Para el estudio económico se ha considerado un periodo de 12 años, Tiempo en que se invierte en el año 0, el presupuesto económico Total del acondicionamiento del sistema automatizado de control de iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, (obtenido de los metrados de los Planos), y se amortiza la deuda con el monto correspondiente al ahorro eléctrico anual, (el costo del Kw-Hora para julio del 2019 se muestra en la Ilustración 11), llegando al punto de equilibrio el año 5, en el que la inversión se vuelve cero y se empieza a obtener un beneficio económico, obteniendo en 12 años mas del doble de la inversión.

Tabla 49. Punto de Equilibrio.

PRESUPUESTO SIST. AUTOMATIZADO EN S/.	308837														
NUEVOS SOLES	T=0	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	T=6	T=7	T=8	T=9	T=10	T=11	T=12		
EFCF	-308837	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697	62697
EFCF ACUMULADO		-246140	-183442	-120745	-58048	4650	67347	130644	192742	255439	318136	380834	443531		

Tabla 50. Conexiones En Media Tensión- Nuevos Soles

Conexiones en Media Tensión - Nuevos Soles

Fases	Tipo	Subtipo	Potencia Conectada (Pc)	Opción Tarifaria	10 kV		13.2/7.62 kV		20 kV - 22.9/13.2 kV	
					PMI	Celda	PMI	Celda	PMI	Celda
Trifásica	CS	CS.1	Pc ≤ 100 kW	MT2/MT3/MT4	11,40	11,73	11,40	11,73	11,99	12,59
		CS.2	100 kW < Pc ≤ 400 kW	MT2/MT3/MT4	11,40	11,73	11,40	11,73	11,99	12,59
		CS.3	400 kW < Pc ≤ 700 kW	MT2/MT3/MT4	11,40	11,73	11,40	11,73	11,99	12,59
		CS.4	700 kW < Pc ≤ 1000 kW	MT2/MT3/MT4	11,40	11,73	11,40	11,73	11,99	12,59
		CS.5	1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	MT2/MT3/MT4	11,99	12,59	11,99	12,59	12,86	13,22

(*) Incluye IGV

Tabla 51. Tiempo de Retorno de la Inversión.



Fuente: Propia

El tiempo de retorno de la inversión es de aproximadamente 5 años, que corresponde al punto de equilibrio a partir del cual se empieza a obtener una ganancia. Para el año 11 se contaría con un monto mayor al monto de inversión del año 0.

Siguiendo la fórmula establecida según

$$\text{ESAN (2017), PRI} = a + (b - c) / d$$

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión. b = Inversión Inicial.

c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

$$\text{PRI} = 4 + ((308837 - 250788) / 313485)$$

$$\text{PRI} = 4.185 \text{ años}$$

El tiempo de recuperación de la inversión es de 4.18 años. Para la validación del modelo, una vez que se cuente con un recibo eléctrico individual del Pabellón de Estudios Generales y se completen con los demás consumos eléctricos del pabellón, se comparan ambos resultados y se puede validar el modelo si es que éste se acercó al valor del consumo eléctrico real del Pabellón de Estudios Generales.

V.10 Calidad de la Iluminación en los Ambientes del Pabellón de Estudios Generales y la Normatividad Vigente

Se muestra la tabla resumen con los resultados promedio de la Intensidad de Iluminación en Luxes, obtenidos con medición activa con "Luxómetro" realizada en los ambientes principales del Pabellón de Estudios Generales y, los datos de luminancia contenidos en (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2019), "Requisitos Específicos por Tipo de Interior, Tarea o Actividad sector Educación", determinando los ambientes que cumplen o no cumplen con la norma buscando calificar el confort lumínico en función del cumplimiento de la normatividad.

Tabla 52: Comparación entre valores de Luminancia según Norma EM 010 y Valores medidos activamente con luxómetro.

CELDA	REQUISITOS SEGÚN NORMA EM 010		NIVEL	LUMINANCIA PROMEDIO POR AMBIENTE CON LUXÓMETRO. DÍA: 11/07/2018. HORA APROX. 12-14 HRS		RESULTADO EN FUNCIÓN DEL CUMPLIMIENTO	
	TIPO DE INTERIOR TAREA O ACTIVIDAD	LUMINANCIA EN LUX SEGÚN NORMA EM 010		AMBIENTE	LUMINANCIA EN LUX	SI	NO
1	Taller de enseñanza, aula de manualidades, Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	PRIMER NIVEL	Aula 101	594	1	0
1				Aula 102	677	1	0
1				Aula 103	506	1	0
1				Aula 104	930	1	0
1	Vestibulo de entrada	200		Pasillo	547	0	1
1	Salas para consulta médica	500		Tópico	1537	1	0
1	Escritura, mecanografía, lectura	500	SEGUNDO NIVEL	Oficina de bienestar univers	351	0	1
1	Taller de enseñanza, aula de manualidades, Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500		Aula 201	696	1	0
1				Aula 202	716	1	0
1				Aula 203	690	1	0
1	Aula 204	818	1	0			
1	Vestibulo de entrada	200		Pasillo	547	1	0
1	Escritura, mecanografía, lectura	500	TERCER NIVEL	Oficina de psicopedagogía	351	0	1
1	Taller de enseñanza, aula de manualidades, Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500		Aula 301	350	0	1
1				Aula 302	455	0	1
1				Aula 303	404	0	1
1	Aula 304	348	0	1			
1	Vestibulo de entrada	200		Pasillo	547	1	0
1	Salas de dibujo técnico	750	SOTANO	Aula S-2	791	1	0
1				Aula S-5	380	0	1
1				Aula s-4	379	0	1
1				Aula S-3	507	0	1
1	Aulas de profesores	300		Sala de profesores	340	1	0
1	Clasificación de papel e impres	500		Cuarto de Impresiones	250	0	1
1	Escritura, mecanografía, lectura	500		Oficina de coordinación acad	306	0	1
1	Vestibulo de entrada	200		Pasillo	547	1	0
TOTAL	26					14	12

Tabla Comparativa entre valores de luminancia medidos con Luxómetro y establecidos en la Norma EM 010. Fuente propia.

Fuente propia.

Capítulo VI

DISCUSIÓN

La investigación encuentra que el “Modelo de Simulación” es útil para casos como éste, en que el factor humano (no determinista), interviene sobre el comportamiento del sistema y al no ser determinista requiere recurrir a modelos probabilísticos que acerquen a la realidad. Así mismo el modelo de simulación, suple la inexistencia de un recibo independiente de electricidad con el consumo eléctrico exacto del pabellón, permitiendo gracias al modelo, obtener un consumo c/exceso simulado, y llegar a predecir la conveniencia de hacer una inversión económica importante como es el sistema automatizado del control de iluminación para el pabellón de Estudios Generales; además permite modificar los datos de entrada del modelo, de tal forma que una vez que se tenga el estudio pormenorizado sobre el tiempo y la frecuencia en que se produzca el escenario de “luces encendidas sin gente”, se cambian los datos y se aproxima al resultado real. El modelo, considera un escenario moderado sobre el uso en exceso de la Iluminación, en el que los responsables del encendido y apagado de luces tienen un error máximo de 02 horas en una frecuencia del 10%, sin embargo posiblemente la frecuencia y el tiempo real sean mayores, arrojando un valor de ahorro mayor al generado actualmente, una vez que se cuente con el estudio pormenorizado de dicho escenario, se cambiarán los datos y el resultado se recalcula automáticamente, acercándose al resultado real. El Modelo de simulación sirve como herramienta de toma de decisiones ya que permite a las autoridades universitarias conocer el ahorro eléctrico probable de invertir en un Sistema Automatizado para el Control de la Iluminación en el Pabellón de Estudios Generales, su transformación monetaria y el tiempo de recuperación

de la inversión, pudiendo aplicarse el mismo procedimiento en otros pabellones, cambiando únicamente los datos del modelo, siempre que el comportamiento de las variables sea como el simulado. Finalmente, el modelo de simulación demuestra que complementando los conocimientos de las diferentes especialidades: Arquitectura, Ingeniería eléctrica, Ing. Electrónica, Estadísticas, Ingeniería de Sistemas, que sirve como herramienta útil para el conjunto y para cada especialidad.

CONCLUSIONES

Gracias al modelo se pudo hacer una comparación entre ambos sistemas, el automatizado que es exacto, y el convencional, con exceso, para el año académico 2017 y para 25 años simulados, obteniendo un resultado del retorno de la inversión en 5 años aproximadamente, recomendando hacer la inversión.

En cuanto a los beneficios económicos, sociales y medioambientales, el indicador del PRI (Periodo de Retorno de la Inversión) arroja 4.18 años, que para la implementación de un sistema de automatización de todo un pabellón Universitario, es un tiempo relativamente corto, no solo traería beneficios económicos sino un ahorro del recurso de “Electricidad”, indispensable en esta época, más aún para una universidad. Así mismo de implementarse el sistema, demostraría el “Uso Eficiente” de la electricidad en cuanto a Iluminación en un pabellón universitario.

El ahorro eléctrico además, se puede traducir en una reducción de la contaminación por gases de efecto invernadero, al requerir menor producción del mismo.

En cuanto al acondicionamiento de un sistema automatizado de control de la iluminación a un pabellón universitario existente, la investigación permite conocer el procedimiento, el funcionamiento, los componentes y las especificaciones técnicas, además del proceso de instalación que se requieren para acondicionar un sistema de automatización para el control de la iluminación en el pabellón de Estudios Generales, detallando el tipo de tecnología, la ubicación y relación de sus componentes y circuitos, los

dispositivos electrónicos, entre otros, tangibilizados en los planos de automatización, en la memoria descriptiva y en las especificaciones técnicas llegando hasta alcanzar el presupuesto, el mismo que permite conocer el ahorro eléctrico y el tiempo de recuperación de la inversión, que de no haberse desarrollado los planos, sería superficial.

En cuanto a la calidad de iluminación en los ambientes del pabellón de estudios generales, la mayoría de ambientes del pabellón cuentan con la iluminación exigida según normatividad, y en la mayoría de casos rebasan los luxes exigidos, sin embargo en algunos ambientes del sótano y del tercer nivel, es necesario aumentar la cantidad y potencia de luminarias, ya que no cumplen con la cantidad de luxes que exige la Normativa según la actividad que se desempeña (cursos de dibujo).

Gracias a la tesis se conoce el ahorro eléctrico probable, en iluminación, de acondicionar un sistema automatizado de control de la iluminación en el pabellón de Estudios Generales, y se cuenta con un modelo de simulación que permite predecir el consumo eléctrico de la iluminación en un pabellón universitario, pudiendo cambiarse los datos para otros pabellones sirviendo como herramienta de toma de decisiones de inversión sobre la conveniencia de invertir en un Sistema de automatización , llegado a conocer el ahorro eléctrico probable.

RECOMENDACIONES

Para complementar el estudio, se recomienda desarrollar algunas investigaciones, tales como:

El consumo eléctrico total del pabellón de Estudios Generales incluyendo el consumo de tomacorrientes, equipos electromecánicos, equipos de sonido, micrófonos, computadoras, proyectores, impresoras, fotocopadoras, dispositivos móviles, entre otros.

El consumo eléctrico independizado del recibo eléctrico del pabellón de Estudios Generales y de cada uno de los pabellones que constituye la Facultad de Ingeniería y Arquitectura con el cual se puede validar el modelo de simulación propuesto.

Un estudio pormenorizado del personal de vigilancia, encargado del encendido y apagado de luces en el pabellón de Estudios Generales, y de la variable "Tiempo de Demora" en que se encuentran las "Luces Encendidas Sin Gente" así como su "Frecuencia".

La propuesta de iluminación con lámparas de menor consumo "*LED*", y mayor intensidad en aquellos ambientes que no cumplen con la Iluminancia de acuerdo con la tabla desarrollada, el ahorro eléctrico, presupuesto y el tiempo de recuperación de la inversión.

GLOSARIO

Aprovechamiento de la Luz Natural: Según Celi & Chica (2011), “Consta de tres componentes: El haz directo procedente del sol, la luz natural difundida en la atmósfera (incluidas nubes), y la luz procedente de reflexiones en el suelo y objetos en el entorno exterior” (p. 13-14).

Bus de Campo: Según Torres (2015), consiste en una sistema de dispositivos de campo y de control, que transmiten informaciones entre ellos mediante una red bus”.

Circuito Esclavo: Encargado del procesamiento de las señales.

Circuito: Según Taracena (2017), “Camino por el que fluye una corriente eléctrica o un flujo magnético” (p. 14).

Circuitos de Iluminación: Según Taracena (2017), son dispositivos que hacen posible conectar o desconectar lámparas u otro tipo de dispositivos a voluntad o independiente una de otra (p. 15).

Circuitos eléctricos: Según Taracena (2017), “Interconexión entre elementos eléctricos unidos entre sí por una trayectoria cerrada de forma que fluya continuamente la corriente eléctrica” (p.15).

Color en el Espacio Visual: Según Celi & Chica, (2011), existe un elemento emisor de luz, con características cromáticas que dan apariencia de color teniendo además, la capacidad de reproducir colores.

Controlador: Según TREND (2007), son equipos inteligentes que reciben señales de dispositivos de campo (p.ej. sensores) y según la programación realizada, toman medidas de control sobre los equipos de la planta.

Deslumbramiento: Según Celi & Chica (2011), consiste en la sensación de brillantez en el campo de visión que llega a ser molesto (p. 8).

Eficiencia Energética: Según Dirección general de industria - Energía y Minas (2007), se es eficiente cuando se alcanzan los objetivos con la menor cantidad de recursos (p. 20).

Equipo Auxiliar: Según Celi & Chica (2011), son equipos eléctricos o electrónicos asociados a la lámpara encargadas del encendido y control de sobre el funcionamiento de la lámpara; y están formados por arrancador y/o cebador, balasto y condensador.

Flujo Luminoso: Según Celi & Chica (2011), es la Potencia (W) emitida como radiación luminosa, a la que la vista es sensible.

Iluminación con Eficiencia Energética en Edificios: Según Celi & Chica (2011), un sistema de control actúa sobre el encendido u ocupación real de la zona, y un sistema de regulación, regula, la luz natural (p. 9).

Iluminancia (E): Según Celi & Chica (2011), consiste en el flujo luminoso que incide sobre un elemento, entre el área de dicho elemento. Se mide en lux (p.14).

Iluminancia: Según Celi & Chica (2011), es el Flujo luminoso (ϕ) recibido por una superficie (S).

Interoperabilidad: Según eBD Peru (2015), consiste en Integrar múltiples subsistemas de diferentes fabricantes, que trabajen con estándares de protocolo abierto, y con sistemas anteriores al aceptar variedad de éstos.

Ley de Watt: Según Taracena (2017), “Los aparatos y circuitos eléctricos consumen cierta cantidad de energía mientras reciben electricidad para realizar un trabajo”.

Luminancia: Según Celi & Chica, (2011), consiste en el brillo fotométrico, su magnitud expresa el brillo de fuentes de luz u objetos iluminados, y sirve para evaluar el grado de deslumbramiento. Se mide en (candelas/m²).

Luz Visible: Según Becerril (2017), es el conjunto de radiaciones electromagnéticas del espectro visible, que son detectadas por el sentido de la vista.

Luz: Según Becerril (2017), es el conjunto de radiaciones electromagnéticas formadas por partículas sin masa (fotones).

Modelado de Sistemas Mediante Simulación: Según Vitoriano (2013), los modelos de simulación se clasifican, según la aleatoriedad en deterministas y, probabilistas o estocásticos, con variables y salidas aleatorias.

Modelo: Según Tarifa (1988), “Un objeto X es un modelo del objeto Y para el observador Z, si Z puede emplear X para responder cuestiones que le interesan acerca de Y (Minsky)”.

Protocolo de Comunicación: Según Cedillo Méndez, Rafael Esteban, & Ramírez Salas Linares (2012), corresponde a reglas de transmisión de información entre dos puntos.

Protocolo de Red de Comunicación de Datos: Según Cedillo Méndez et al., (2012), consiste en el conjunto de reglas que rigen el intercambio ordenado de datos en la red.

Rendimiento Luminoso o Eficiencia Luminosa: Según Celi & Chica (2011), es el cociente entre flujo luminoso producido y potencia eléctrica consumida(ω)... unidad= Lumen por watt (lm/W).

Sensor: Según Camacho (2015), es el elemento de medición de parámetros o variables del proceso, que recibe información del exterior, y la transforma en otra magnitud (eléctrica), cuantificable y medible.

Simulación Montecarlo: Según Garriga (2015), consiste en un método de simulación para calcular estadísticamente el valor final de una secuencia de hechos, no deterministas (que varían), y que debido a su complejidad se realiza en algún programa informático.

Simulación: Según Tarifa (1988), consiste en diseñar un modelo de un sistema real, desarrollar experiencias con él, para aprender su comportamiento o, evaluar estrategias sobre su funcionamiento.

Sistema Automatizado de Control y Regulación de la Iluminación: Según, Ministerio de Fomento de España (2011), "Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de Iluminación" (p.48).

Sistema: Según Tarifa (1988), "Conjunto de objetos o ideas, interrelacionados entre sí como una unidad para la consecución de un fin (Shannon, 1988).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas

Morales, L., Manchón, L., & Tous, R. (2016). *Modelo en Red de los Contenidos Mediáticos en la Era de los Dispositivos Inteligentes*. (No. ISSN 1888-0967) (Vol. 2).

Ramirez, E. (2013). *Diseño de la Investigación del Aula- Prototipo con Domótica en la Iluminación Eficiente y Confortable, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, Campus Central*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Electrónicas

Belaunde, P., Llosa, P., Cortegana, R., & Reiser, J. (2010). *Complejo Felipe Mac Gregor*. Recuperado de <http://www.arquitecturapanamericana.com/complejo-felipe-mac-gregor/> (Consulta: 10 de Junio del 2018).

Comunidad de Madrid, & INTECO. (2014). *Guía Técnica de Iluminación Eficiente*. (Vol. 2). Madrid. Recuperado de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005639.pdf>

COSAPI (1998). *Nueva Sede Interbank*. Recuperado de <https://www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=357> (Consulta: 14 de Octubre del 2018).

Desarrollo Peruano (2015). *Edificios del Perú: Banco BBVA Continental*. Recuperado de <http://edificiosdelperu.blogspot.com/2015/12/banco-bbva-continental.html> (Consulta: 14 de Octubre del 2018)

Diario La República (2015). *Torre BCP, Mejor Proyecto de Iluminación en Certamen Internacional*. Recuperado de <https://larepublica.pe/empresa/867180-eligen-a-torre-bcp-como-el-mejor-proyecto-de-iluminacion-en-certamen-internacional> (Consulta: 14 de Octubre del 2018).

EBD Perú. (2015a). *Control y Automatización (BMS)*. Recuperado de <https://www.ebdperu.com/solucion/automatizacion-2/> (Consulta: 8 de Mayo del 2018)

EBD Perú. (2015b). *Control y Automatización (BMS)*. Recuperado de <https://www.ebdperu.com/solucion/automatizacion-2/> (Consulta: 11 de Diciembre del 2017)

EBSA. *Capítulo 4: Diseños y Cálculos de Iluminación Interior. Resolución No. 180540 § (2010)*. Recuperado de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=431&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILENAME (Consulta: 17 de Octubre del 2018)

EcuRed (n.d.). *Topología de red*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Topología_de_red (Consulta: 26 de Setiembre del 2019).

EnerTIC (2013). *TICs para la Mejora de la Competitividad Energética.*, 94. Recuperado de https://invattur.softvt.com/ficheros/noticias/125140829Guia_de_referencia_TI_Cs_para_la_mejora_de_la_competitividad_energetica.pdf

EOM GRUPO (2015). *BCP San Isidro*. Recuperado de <http://www.eomgrupo.com/proyectos-detalle.php?codigodetail=26> (Consulta: 14 de Octubre del 2018)

Epidat (2014). *Epidat 4: Ayuda de Distribuciones de Probabilidad*. Recuperado de https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1899/Ayuda_Epidat_4_Distribuciones_de_probabilidad_Octubre2014.pdf (Consulta: 14 de Octubre del 2018).

ESAN. (2017). *El PRI: Uno de los Indicadores que más Llama la Atención de los Inversionistas*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas/> (consulta: 11 de Octubre del 2019).

Feng, L., Sun, H., Li, Z., Gao, H., & Zhang, X. (2012). *The Monte Carlo Simulation of the Electronic Local Properties in the Two-Dimensional Disordered System*. *Energy Procedia*, 17, Part A(11541108), 379–383. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.109>

Garriga, A. (2015). *Qué Es Potencia y Cómo Aplicar el Método de Montecarlo en Proyectos*. Recuperado de <https://www.recursoenprojectmanagement.com/metodo-de-montecarlo/> (Consulta: 20 de Marzo del 2018)

Hernández, E. (2006). *Metodología de la Investigación. Cómo escribir una tesis*. La Habana. Recuperado de http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como_escribir_tesis.pdf

Hossein, A. (2015). *Tools for Decision Analysis*. Recuperado de <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/opre/partIX.htm> (Consulta: 7 de Marzo del 2018).

Isaiah, D. (2017). *Qué Es Potencia VAC*. Recuperado de <https://www.puromotores.com/13152119/que-es-potencia-vac> (Consulta: 26 de Setiembre del 2019).

ISDE (2018). *Noticias. Control y Automatización*. Recuperado de <http://www.isde-ing.com/news.php> (Consulta: 8 de Marzo del 2018)

Junta de Andalucía (2011). *Estado del Arte de las TIC Aplicadas a Edificación Inteligente*. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Las_TIC_aplicadas_edificacion_inteligente.pdf (Consulta : 8 de Abril del 2019).

Kiranpreet, K., & Komalpreet, K. (2017). *Role of Rfid Technology in Internet of Things* (pp. 166–174). Recuperado de http://ijates.com/images/short_pdf/1482763317_N149ijates.pdf

Lonmark International. (2016). *University of Alcala. Madrid*. Recuperado de http://www.lonmark.es/www/noticias/noticias_detalle.php?mn=51&idnoti=260 (Consulta: 25 de Diciembre del 2018).

Martinez, J. (2014). *Instalación Domótica y Ahorro Energético en el Pabellón A de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima*. Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur.

Minam. (2009). *Plan Referencial Del Uso Eficiente De La Energía 2009 - 2018*. Recuperado de <http://www.biofuelobservatory.org/Documentos/Cartas/MINEM/Plan-Referencial-del-Uso-Eficiente-de-la-Energia-2009-2018.pdf>.

Ministerio de Fomento de España. *Boletín Oficial Del Estado, Pub. L. No. Orden FOM/1635/2013, 690 (2011)*. España. <https://doi.org/BOE-A-2012-5403>

Ministerio de Vivienda y Construcción. *Norma Técnica EM 010. Instalaciones Eléctricas Interiores. del. Reglamento Nacional de Edificaciones.* (2019). Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/297936/RM_-_083-2019-VIVIENDA.pdf

OECD/ International Energy Agency (n.d.). Digitalization and Energy 2017. Recuperado de <http://www.iea.org/digital/#section-1-4> (Consulta: 11 de Febrero del 2018).

Osinergmin (2017). *Fijación de Precios en Barra.* Lima. Recuperado de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/procesosregulatorios/electricidad/tarifas-en-barra/proc-fijacion-mayo2017-abril2018/7.AudienciaPublicaExposicionMetodologiaModelosEconomicos\(Osinergmin\)/1.1.FijacionBarra.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/procesosregulatorios/electricidad/tarifas-en-barra/proc-fijacion-mayo2017-abril2018/7.AudienciaPublicaExposicionMetodologiaModelosEconomicos(Osinergmin)/1.1.FijacionBarra.pdf)

Pontificia Universidad Católica del Perú. (2009). *Mapa Campus 2009-Complejo R.P. Felipe E. Mac Gregor, S.J.* Recuperado de <http://fabricadeideas.pe/portfolio/mapa-del-campus/> (Consulta: 2 de Agosto del 2018).

Presidencia de la República. *Decreto Supremo No 015-2015-VIVIENDA que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible., Pub. L. No. 015-2015, 560155* (2015). Lima. Recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-codigo-tecnico-construccion-sostenible>.

Profesor10demates. (2015). *Función de probabilidad variable aleatoria discreta.* Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=1ZEz_ykK0AI&list=PLI3AEb92gkx9TCIq-SckZQciZAxKpOCDJ (Consulta: 3 de Agosto del 2018).

Redacción Gestión. (2016). *Sepa qué es y cómo funciona la casa inteligente. Diario Gestión* . Recuperado de <https://gestion.pe/tecnologia/sepa-funciona-casa-inteligente-147967>

Severino, M. (n.d.). *Teoría de Modelos y Simulación Introducción a la Simulación*. Recuperado de https://www.academia.edu/14658927/Teoría_de_Modelos_y_Simulación_Introducción_a_la_Simulación

TREND (2007). *Sistema de Control como herramienta de eficiencia energética*. Recuperado de https://www.trendcontrols.com/es-ES/Documents/Sistema_de_Control.pdf

Viakon (2017). *Dispositivos, Controladores y Sensores*. Recuperado de <http://clubdeintegradoresviakon.com/dispositivos-controladores-y-sensores/> (Consulta: 11 de Octubre del 2019).

Weather Spark. (2019). *Clima promedio en La Molina*. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/21290/Clima-promedio-en-La-Molina-Perú-durante-todo-el-año> (Consulta: 5 de Marzo del 2019).

Hemerográficas

Belk, R. W. (n.d.). *Possessions and the Extended Self*. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.588.621&rep=rep1&type=pdf>

Cedillo Méndez, J. L., Rafael Esteban, F., & Ramírez Salas Linares, L. O. (2012). Capítulo 3. Protocolos de Comunicación. Optimización de Ancho de Banda Para Sistemas GSM., 55–70.

Celi, D., & Chica, J. (2011). *Diseño de un Sistema Eficiente de Control de Iluminación con Luminarias Apropriadas para un Edificio de la EPN e Implementación del mismo en un Laboratorio de área de 200 m2*. Escuela Politecnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec>

Feng, L., Sun, H., Li, Z., Gao, H., & Zhang, X. (2012). The Monte Carlo Simulation of the Electronic Local Properties in the Two-Dimensional Disordered System. *Energy Procedia*, 17, Part A(11541108), 379–383. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.109>

Hernández, E. (2006). Metodología de la Investigación. Cómo escribir una tesis. La Habana. Recuperado de http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como_escribir_tesis.pdf (Consulta: 12 de Octubre del 2017).

Hurtado, J. (2015). Introducción a las Redes de Comunicación Industrial, 19. Recuperado de https://www.academia.edu/30707597/Introducción_a_las_Redde_de_Comunicación_Industrial

International Energie Agency. (2015). Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas., 182. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00332.pdf>

ISDE. (2018). Noticias. Control y Automatización. Recuperado de <http://www.isde-ing.com/news.php> (Consulta: 8 de Marzo del 2018).

Kiranpreet, K., & Komalpreet, K. (2017). Role of Rfid Technology in Internet of Things (pp. 166–174).

OECD/ International Energy Agency. (n.d.) Digitalization and Energy 2017. Recuperado de <http://www.iea.org/digital/#section-1-4> (Consulta: 11 de Febrero del 2018).

Redacción Gestión. (2016) Sepa qué es y cómo funciona la casa inteligente. *Diario Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/tecnologia/sepa-funciona-casa-inteligente-147967>

Tarifa, E. E. (1988). *Teoría de Modelos y Simulación: Introducción a la Simulación*. Universidad Nacional de Jujuy, 1–17

Vitoriano, B. (2013). *Modelos y Métodos de Simulación Estocástica. Aplicación en la Valoración de Opciones Financieras.*, 113. Retrieved from https://www.academia.edu/11814208/MODELOS_Y_MÉTODOS_DE_SIMULACIÓN_ESTOCÁSTICA._APLICACIÓN_EN_LA_VALORACIÓN_DE OPCIONES_FINANCIERAS

Tesis

Arsham, H. (1996). *Herramientas para el Análisis de Decisiones. Análisis de Decisiones Riesgosas*. Recuperado de <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/opre640S/SPANISHP.HTM#reodam> (Consulta: 16 de Febrero del 2018)

Becerril, J. (2017). *Proyecto de Mejora en la Iluminación, Eficiencia Energética y Control del Flujo Luminoso de la EPS Universidad Carlos III De Madrid*. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27384/TFG_Javier_Becerril_de I-Olmo.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/27384/TFG_Javier_Becerril_de_I-Olmo.pdf)

Camacho, U. (2015). *Estudio y Diseño de un Sistema Autónomo de Iluminación mediante Sensores Foto-Receptores para su Uso en la Domótica*. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de [https://ri.uaemex.mx/view/123456789/32691/1/TESIS_FINAL_ULICES_VF_2015_\(1\).pdf](https://ri.uaemex.mx/view/123456789/32691/1/TESIS_FINAL_ULICES_VF_2015_(1).pdf)

Cedillo Méndez, J. L., Rafael Esteban, F., & Ramírez Salas Linares, L. O. (2012). *Optimización de Ancho de Banda Para Sistemas GSM.*, 55–70.

Celi, D., & Chica, J. (2011). *Diseño de un Sistema Eficiente de Control de Iluminación con Luminarias Apropriadas para un Edificio de la EPN e Implementación del mismo en un Laboratorio de área de 200 m²*. Escuela Politecnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec>

Contreras, A. (2011). *Diseño de un Sistema de Automatización para el Sistema de Iluminación de una Planta Industrial*. Pontificia Universidad

Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/518>

Gallegos, G. (2015). *Estudio para la Implantación de un Sistema Inmótico para el Control, Seguridad y Ahorro de Energía sobre una Red de Datos IP- Caso de Estudio Nuevo Campus de la PUCE*. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8436>

Lanao, D. (2015). *Diseño y Desarrollo de un Sistema de Iluminación Automatizado para el Hogar Usando Tecnología Zigbee y Controlado Inalámbricamente Desde un Servidor Web*. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39235945/LANAO_DANIEL_DISENO__SISTEMA_ILUMINACION.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1522288390&Signature=PVSJwyRLE0QkhugzjWaic7AlvQU%3D&response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DLANAO

Moya, V. (2012). *Diseño de una Aplicación Inmótica en el Edificio Carlos Crespi de la Universidad Politécnica Salesiana en la Ciudad de Cuenca – Ecuador*. ESPAÑA / Universidad Politécnica de Madrid / 35692. Recuperado de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/491>

Taracena, L. (2017). *Diseño de Circuitos de Iluminación Domiciliar y Circuitos de Tomacorrientes para Viviendas Unifamiliares de Dos Niveles con Ejemplos Prácticos*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de [http://www.repositorio.usac.edu.gt/8355/1/Laura Cristina Taracena Herrera.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/8355/1/Laura_Cristina_Taracena_Herrera.pdf)

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Indicios De Uso Inadecuado De La Iluminación En Los Ambientes Del Pabellón De Estudios Generales De La Universidad San Martín De Porres.	190
Anexo 2. Entrevista A La Agente Del Pabellón De Estudios Generales. (Fuente Propia).	195
Anexo 3. Planos De Arquitectura Del Pabellón De Estudios Generales.	196
Anexo 4. Planos De Instalaciones Eléctricas En El Pabellón De Estudios Generales.	197
Anexo 6. Presupuesto Del Acondicionamiento Del Sistema Automatizado Del Control De La Iluminación En El Pabellón De Estudios Generales.	199
Anexo 7. Normatividad Peruana.	200
Anexo 8. Normatividad Europea.	201
Anexo 9. Normatividad Americana.	202
Anexo 10. Gestión De Mantenimientos.	208

Anexo 1. Indicios de Uso Inadecuado de la Iluminación en los ambientes del Pabellón de Estudios Generales de la Universidad San Martín de Porres.

Fotografías de aulas con luminarias encendidas sin gente por varias horas (Ver figura 26-27).

En una entrevista con la conserje del Pabellón, ésta ha indicado que es la encargada de encender las luces de los pasillos de todos los niveles a la misma hora, 5.30pm. aproximadamente, con o sin gente transitando, teniendo la misma intensidad, sin importar el aporte de iluminación natural que ingresa por las ventanas; así mismo se observa que en los servicios higiénicos se dejan encendidas las luminarias sin gente (Ver figura 29), no habiendo personal encargado de apagar estas luces, lo que provoca pérdida innecesaria de energía; el personal de seguridad, a las 11.30 pm. aproximadamente, apaga las luces de los pasillos, escaleras y de todos los ambientes, quedando únicamente las luces de emergencia encendidas, generando un alto riesgo de caída en las escaleras, sobre todo para los estudiantes de arquitectura, que con autorización (Ver figura 30), se quedan trabajando en el sótano del pabellón (Aula de taller de maquetas y patio del sótano) durante toda la noche; así mismo, se ha encontrado la totalidad de luminarias encendidas en presencia de un porcentaje reducido de estudiantes, antes y después del dictado de diferentes cursos, en varias aulas (Ver Figura 26).

Figura 17. Luminarias Encendidas Sin Gente Aulas 201 Y 204.



Fuente propia.

Figura 18. Luminarias Encendidas Sin Gente Aula S-02.



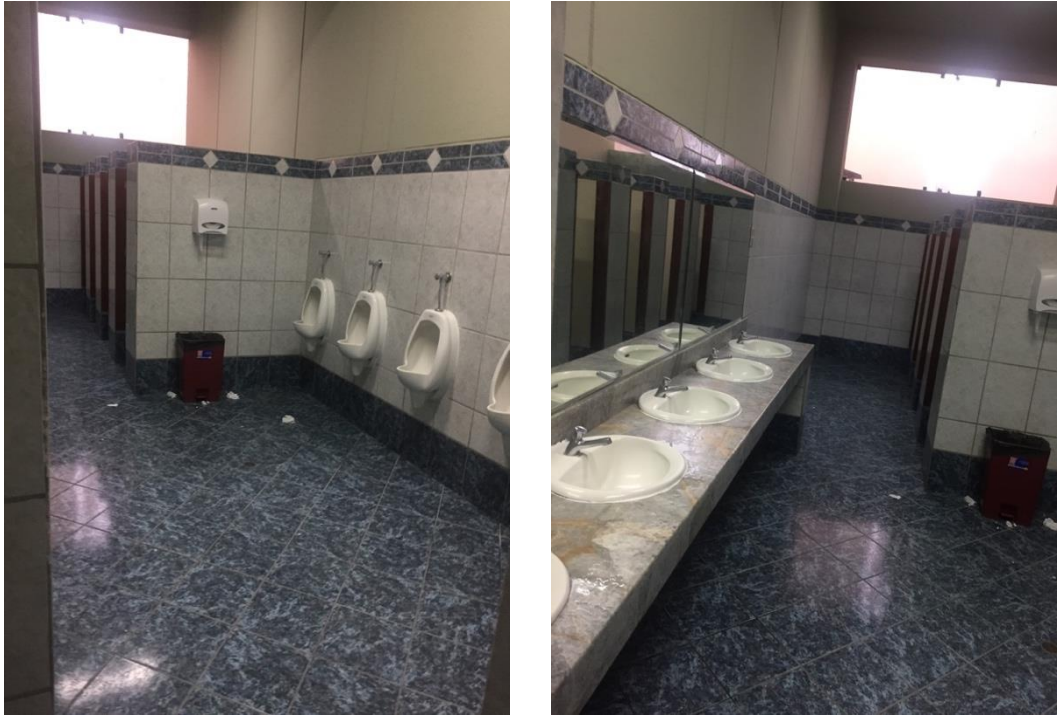
Fuente propia.

Figura 19. Luces de los pasillos de los niveles 1,2 y3 encendidas desde las 5.30pm.



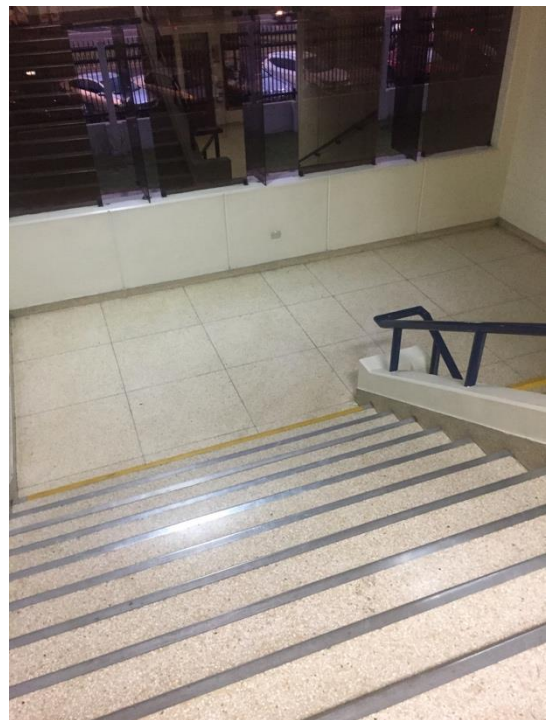
Fuente propia.

Figura 20. Baños Con Luces Encendidas Durante Todo El Día.



Fuente propia.

Figura 21. Iluminación Deficiente En Escaleras Hacia El Sótano.



Fuente propia.

Anexo 2. Entrevista a la Agente del Pabellón de Estudios Generales. (Fuente propia).

La agente juntamente con el jefe de control y seguridad, indica que es la encargada de encender las luces de los pasillos de todos los niveles a la misma hora - 5.30pm. aproximadamente- con o sin gente transitando; así mismo en cuanto al personal de seguridad señala que a las 11.30 pm. aproximadamente, éste apaga las luces de los pasillos, escaleras y de todos los ambientes, quedando únicamente las luces de emergencia encendidas, generando un alto riesgo de caída en las escaleras, sobre todo para los estudiantes de Arquitectura, quienes, con autorización, se quedan trabajando en el Taller de Maquetas y en los patios del sótano del Pabellón de E.E.G.G. durante altas horas de la noche hasta la mañana del día siguiente.

Anexo 3. Planos De Arquitectura Del Pabellón De Estudios Generales.

Anexo 4. Planos De Instalaciones Eléctricas En El Pabellón De Estudios Generales.

Anexo 5. Planos Del Sistema Automatizado De Control De La Iluminación En El Pabellón De Estudios Generales.

Anexo 5. Presupuesto Del Acondicionamiento Del Sistema Automatizado Del Control De La Iluminación En El Pabellón De Estudios Generales.

Anexo 6. Normatividad Peruana.

Anexo 7. Normatividad Europea.

Anexo 8. Normatividad Americana.

ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013

Addendum 90.1-2010ay: Requisitos de luz natural.

El Anexo 90.1-2010 puede realizar varias modificaciones a los requisitos de luz natural en el Capítulo 9 y las definiciones del área de luz natural en el Capítulo 3 del Estándar 90.1-2010. Debido al cambio en el formato del Capítulo 9, los requisitos del apéndice 90.1-2010 pueden aparecer en la Sección 9.4.1.1 y en la Tabla 9.6.1 de la Norma 90.1-2013. Los nuevos requisitos se resumen a continuación:

1. En la Norma 90.1-2010, los controles de luz diurna se requerían cuando el área de visión lateral principal era superior a 250 pies². El anexo 90.1-2010 puede modificar el umbral del área a un umbral de potencia controlada, de modo que, los controles de luz natural se requieren cuando la cantidad de potencia de iluminación en el área de luz lateral es superior a 150 W. Los controles de luz natural también se requieren en la zona de luz del día secundaria cuando el control de la potencia está por encima de 300 W en el área de luz natural primaria y secundaria. Se requiere que el área de luz del día secundaria se controle independientemente de la luz de lado principal de la zona.

2. Los requisitos de control de la luz natural para áreas de luz diurna bajo tragaluces y monitores de techo también se cambian de un umbral de área a un umbral de potencia controlada de 150W. Este cambio no tiene un impacto en los modelos de prototipo porque todos los espacios con topes ya están bajo el control de la iluminación natural. El Addendum requiere que las áreas superpuestas de las luces laterales y de las zonas de prueba se controlen como áreas de las luces de los lados. Este ya era el caso en los modelos de construcción de prototipos.

3. Los controles de luz diurna son necesarios para apagar las luces completamente cuando el objetivo es completado

4. El Addendum modificó la definición de las áreas principales y secundarias con vista lateral. En lugar de un ancho agregado de 2 pies fijo en el Estándar 90.1-2010, el ancho del área con visibilidad lateral se define como la mitad de la altura de la cabeza a cada lado de la fenestración más el ancho de la fenestración.

5. El requisito de umbral de potencia controlada elimina la necesidad de la excepción de apertura efectiva.

6. Se requiere documentación de luz natural para identificar las luminarias en áreas de luz natural. El objetivo es ayudar a los funcionarios del código a determinar si se han cumplido los requisitos de control de la iluminación natural.

7. Las definiciones de los términos relacionados con el área de la luz del día (área con vista lateral primaria, área con vista lateral secundaria), el área de luz del día bajo los monitores del techo y el área de luz del día bajo los tragaluces se combinan en una sola parte en la sección de definiciones.

Los espacios de venta al por menor y los espacios donde el área de ventilación es menor a 20 pies² están exentos de los requisitos de control de iluminación lateral. Las unidades de vivienda están exentas de los requisitos del Capítulo 9 en conjunto.

Los controles de iluminación lateral no se aplican a las zonas en los modelos de construcción de prototipos que se clasifican como espacios minoristas (Standalone Retail, Strip Mall) o unidades de vivienda (apartamentos de gran altura, apartamentos de media altura, pequeños), Hotel, y habitaciones grandes de hotel). (Pag.5.29- 5.30).

Cálculo del Poder Controlado en Espacios con Áreas Laterales.

El área principal con vista lateral y el área secundaria con vista lateral para cada espacio se calculan utilizando las dimensiones de la ventana en esos espacios. La potencia controlada en el área de luz lateral se calcula

multiplicando el área de luz lateral con el estándar 90.1-2013 densidad de potencia de iluminación (LPD) para el espacio. Si la potencia controlada supera el umbral, se aplican controles de luz natural.

En el Estándar 90.1-2010, los controles de luz diurna se modelaron de tal manera que las luces se apagaron por completo cuando se alcanzó el objetivo de iluminación. Si bien esta característica de control se hace obligatoria en el anexo 90.1-2010ay, se asumió que este tipo de control ya estaba en la práctica cuando se introdujeron los requisitos de control de iluminación natural en la Norma 90.1-2010. Por lo tanto, los ahorros adicionales debido al requisito de control fuera de paso no se reflejan en la implementación del apéndice 90.1-2010 de hoy.

La iluminación en las áreas primaria y secundaria con vista lateral debe controlarse de manera independiente. Esto se implementa en mas energía utilizando dos sensores por zona cuando se requiere tener controles de luz natural en áreas secundarias con vista lateral. Los dos sensores están ubicados a dos tercios de la profundidad del área de luz lateral primaria y dos tercios de la profundidad del área de luz lateral secundaria desde el muro perimetral. Los sensores están a 30 pulgadas del piso. La fracción de iluminación controlada por cada sensor dependerá de la relación entre la potencia de iluminación en el área de visibilidad lateral controlada por el sensor y la potencia de iluminación total en la zona. Los niveles del objetivo de iluminancia se basan en las recomendaciones del Manual de IES (DiLaura et al. 2011).

Todas las zonas de construcción de prototipos se evalúan para los controles de iluminación lateral según los requisitos del apéndice 90.1-2010ay.

Tabla 53. Fracción De Poder De Luz Controlado Por Sensores De Luz En Los Prototipos De Zonas De Los Modelos De Edificios.

Prototype building/Zone	Fraction of Zone Controlled by Primary Sidelighted Area Sensor	Fraction of Zone Controlled by Secondary Sidelighted Area Sensor	Target Illuminance (lux)
Small Hotel			
Front Lounge Flr1	0.29	0.29	300
MeetingRoomFlr1	0.28	0.28	375
FrontOfficeFlr1	0.26	0.26	375
LaundryRoomFlr1	0.26	0.26	300
Large Hotel			
LobbyFlr1	0.07	0.07	300
Café	0.39	0.39	300
Dining_Flr6	0.20	0.20	300
Banquet_Flr6	0.20	0.20	300
Warehouse			
Office	0.29	0.10	375
Quick-service Restaurant			
Dining	0.38	0.38	300
Full-service Restaurant			
Dining	0.25	0.25	300
Primary School			
Corner_Class_1_Pod_1_ZN_1_FLR_1	0.56	0.20	500
Mult_Class_1_Pod_1_ZN_1_FLR_1	0.28	0.28	500
Mult_Class_2_Pod_3_ZN_1_FLR_1	0.28	0.28	500
Computer_Class_ZN_1_FLR_1	0.28	0.28	500
Lobby_ZN_1_FLR_1	0.28	0.28	300
Offices_ZN_1_FLR_1	0.24	0.18	375
Cafeteria_ZN_1_FLR_1	0.34	0.16	300
Library_Media_Center_ZN_1_FLR_1	0.26	0.18	500
Secondary School			
Corner_Class_1_Pod_1_ZN_1_FLR_1	0.56	0.20	500
Mult_Class_1_Pod_1_ZN_1_FLR_1	0.28	0.28	500
Lobby_ZN_1_FLR_1	0.18	0.18	300
Offices_ZN_1_FLR_1	0.36	0.08	375
Cafeteria_ZN_1_FLR_1	0.21	0.15	300
LIBRARY_MEDIA_CENTER_ZN_1_FLR_2	0.21	0.11	500
Outpatient Healthcare			
Floor 3 Lounge	0.24	0.24	300
Floor 3 Office	0.19	0.19	375
Floor 2 Office	0.57	0.43	375
Floor 2 Conference	0.67	0.33	300
Floor 2 Reception	0.23	0.54	300
Hospital			
Office1_Flr_5, Office3_Flr_5	0.56	0.21	375
Lobby_Records_Flr_1	0.08	0.08	375
Office2_Mult5_Flr_5	0.23	0.23	375
Office4_Mult6_Flr_5	0.47	0.47	375
Dining_Flr_5	0.09	0.09	300

La Tabla 3 enumera los prototipos de edificios y zonas con controles de luz natural y muestra la fracción de la potencia de iluminación que se controla mediante sensores de luz natural en esas zonas (página 5.31)

Edificios prototipo de grandes oficinas. Los datos del prototipo de oficina mediana se utilizan para el prototipo de oficinas grandes. Para el prototipo de pequeñas oficinas, se utilizan los datos de la base de datos NC3. Tanto en la línea de base como en los casos avanzados, se requieren

controles de luz diurna porque las áreas de visibilidad lateral y la potencia de iluminación controlada exceden los umbrales respectivos. Sin embargo, en el Estándar 90.1-2010, los controles de luz natural no se requieren para el área secundaria con vista lateral. En la Tabla 4 se muestran los pasos para calcular la fracción de la zona perimétrica que se controla mediante el sensor primario del área con vista lateral y el sensor secundario del área con luz lateral. Los principales supuestos se resumen a continuación:

1. Para edificios de oficinas medianos y grandes, el 80% del perímetro tiene acceso a la luz del día y tiene espacios que podrían estar a la luz del día, de los cuales el 40% son oficinas abiertas y el 60% son oficinas cerradas. Al menos el 75% de los espacios cerrados son más grandes que 170 pies² y requerirían controles de luz natural según el apéndice 90.1-2010a (dado el LPD de la oficina privada). No hay áreas secundarias de vista lateral en espacios cerrados.

2. Para los edificios de oficinas pequeños, el 43% del perímetro tiene acceso a la luz del día y tiene espacios que se pueden iluminar, de los cuales el 66% son oficinas cerradas y el 33% son oficinas abiertas. Se supone que todos los espacios cerrados son mayores que 170 pies². (Pag. 5.31-5.32).

Tabla 54. Fracción De Cada Perímetro De Zona Bajo Control De Luz De Día En Prototipos De Edificios De Oficinas.

Assumption	Small Office	Medium Office	Large Office
Total primary sidelighted area as a fraction of perimeter Zone Area	0.56	0.56	0.57
Total secondary sidelighted area as a fraction of perimeter zone area	0.21	0.44	0.43
Fraction of primary sidelighted area that can be daylighted	0.43	0.68	0.68
Fraction of secondary sidelighted area that can be daylighted	0.14	0.32	0.32
Fraction of perimeter zone controlled by sensor 1 (primary sidelighted area)	0.24	0.38	0.39
Fraction of perimeter zone controlled by sensor 2 (secondary sidelighted area)	0.03	0.14	0.14

Anexo 9. Gestión de Mantenimientos.