



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, GESTIÓN
EMPRESARIAL E INFORMÁTICA
ESCUELA DE SISTEMAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TEMA:

SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN EN EL
EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
UBICADO EN EL SECTOR DEL AGUACOTO II, EN EL AÑO 2014

AUTORES:

MUÑIZ VEGA RICARDO DAVID
SÁNCHEZ VÁSCONEZ PABLO ISRAEL

DIRECTOR:

ING. RODRIGO DEL POZO DURANGO

PARES ACADÉMICOS:

LIC. JUAN MANUEL GALARZA ING. ROBERTO RODRÍGUEZ

GUARANDA, ECUADOR

2015

II DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen María, por bendecirme cada instante de mi vida, por ser mi fortaleza espiritual y mental.

A mis padres Milton y Noemí, por ser mis guías, pilares fundamentales, apoyo incondicional, fuente de inspiración, para lograr y cumplir mis metas.

A mis hermanas y hermano por ser parte esencial de apoyo y constante motivación para lograr este objetivo.

Pablo Israel Sánchez Vásquez

Este trabajo está dedicado a mi familia en especial a mi Madre Eliana Vega quien me brindó fortaleza y sobre todo el apoyo que necesite para culminar satisfactoriamente mis estudios.

Ricardo David Muñiz Vega.

III AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, Escuela de Sistemas, por formarnos como profesionales, y permitirnos alcanzar este objetivo planteado.

A la Facultad de Ingeniería Agroindustrial y del Ambiente por darnos la apertura necesaria para llevar a cabo la implementación de este proyecto de graduación.

Pablo Israel Sánchez Vásquez

Ricardo David Muñoz Vega

IV CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

IV CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

CERTIFICO:

Que el trabajo de graduación titulado: SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL UBICADO EN EL SECTOR DEL AGUACOTO II, EN EL AÑO 2014, de la autoría de los estudiantes Muñiz Vega Ricardo David y Sánchez Vásquez Pablo Israel, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, ha sido dirigido y asesorado por mi persona, bajo los lineamientos dispuestos por la Facultad, por lo que se encuentra listo para su defensa.

Guaranda, 30 de julio de 2015



Ing. Rodrigo Del Pozo Durango

Director

V AUTORÍA NOTARIADA

V.AUTORIA NOTARIADA

AUTORIA NOTARIADA



El presente trabajo de graduación titulado: SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL UBICADO EN EL SECTOR DEL AGUACOTO II, EN EL AÑO 2014, es de la autoría de los estudiantes: Muñiz Vega Ricardo David portador de la cédula de identidad 020157701-2 y Sánchez Vásconez Pablo Israel portador de la cédula de identidad 020207970-3.

Ricardo David Muñiz Vega

CI: 020157701-2

Pablo Israel Sánchez Vásconez

CI: 020207970-3



Factura: 002-001-000000220



20150201003D00608

DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMAS N° 20150201003D00608



Ante mí, NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ de la NOTARÍA TERCERA , con rece(n) PABLO ISRAEL SANCHEZ VASCONEZ SOLTERO(A), mayor de edad, domiciliado(a) en GUARANDA, portador(a) de CÉDULA 0202079703, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE, RICARDO DAVID MUÑIZ VEGA SOLTERO(A) mayor de edad, domiciliado(a) en GUARANDA, portador(a) de CÉDULA 0201577012, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE, quien(es) declara(n) que la(s) firma(s) constante(s) en el documento que antecede AUTORIA DE TESIS, es(son) suya(s), la(s) misma(s) que usa(n) en todos sus actos públicos y privados, siendo en consecuencia auténtica(s), para constancia firma(n) conmigo en unidad de acto, de todo lo cual doy fe. La presente diligencia se realiza en ejercicio de la atribución que me confiere el numeral noveno del artículo dieciocho de la Ley Notarial -. El presente reconocimiento no se refiere al contenido del documento que antecede, sobre cuyo texto esta Notaria, no asume responsabilidad alguna. - Se archiva copia. GUARANDA, a 28 DE JULIO DEL 2015.

Pablo Sanchez



PABLO ISRAEL SANCHEZ VASCONEZ

CÉDULA: 0202079703

Ricardo David Muniz Vega



RICARDO DAVID MUÑIZ VEGA

CÉDULA: 0201577012

Henry Oswaldo Rojas Narvaez

NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ
NOTARÍA TERCERA DEL CANTON GUARANDA



VI TABLA DE CONTENIDOS

II DEDICATORIA	II
III AGRADECIMIENTO	IV
IV CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	V
V AUTORÍA NOTARIADA	VI
VI TABLA DE CONTENIDOS	VIII
VII LISTA DE TABLAS Y GRÁFICOS	XIV
VIII LISTA DE ANEXOS	XXV
IX RESUMEN EJECUTIVO EN ESPAÑOL	XXVI
X INTRODUCCIÓN	XXVII
CAPÍTULO I	1
1.1 TEMA	2
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 PROBLEMA	4
1.3.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.3.2 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:.....	4
1.3.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA:	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 OBJETIVOS	8
1.5.1 GENERAL.....	8

1.5.2 ESPECÍFICOS	8
1.6 MARCO TEÓRICO	9
1.6.1 Referencial y Georeferencial.....	9
1.6.1.1 Referencial	9
1.6.1.2 Georeferencial	11
1.6.1.3 Legal	12
1.6.2 Conceptual	12
1.6.2.1 Importancia de la Iluminación.....	12
1.6.2.2 Iluminación interior.....	14
1.6.2.3 Consumo de energía eléctrica.	15
1.6.2.4 Sistemas de Iluminación eficientes	18
1.6.2.5 Criterios bioclimáticos en las edificaciones.....	18
1.6.2.6 Valoración del confort visual.	19
1.6.2.7 Nivel de iluminación o iluminancia.	20
1.6.2.8 Uniformidad de iluminancia.	23
1.6.2.9 Evaluación del consumo de energía eléctrica.	24
1.6.3 Domótica.....	25
1.6.3.1 Introducción.....	25
1.6.3.2 Definición	27
1.6.3.3 Gestión de la Producción y el consumo eléctrico.	29
1.6.3.4 Introducción de la Domótica en los Edificios	31
1.6.3.5 Áreas de Aplicación.....	35

1.6.3.6 Los Sistemas de Control	36
1.6.3.7 Clasificación de los Sistemas de Control	38
1.6.3.8 Topología de la Red	43
1.6.3.9 Medio de Transmisión	46
1.6.3.10 Tipos de Señales	46
1.6.3.11 Protocolos de Comunicación	47
1.6.3.12 Sistemas a gestionar en un Edificio	48
1.6.3.13 Elementos que componen un Sistema Domótico	49
1.6.3.14 Sensores	51
1.6.3.15 Sensores de Movimiento	53
1.6.3.16 Software de Control o Gobierno	54
1.6.3.17 Fuente de Alimentación	55
1.6.3.18 Interfaz de Comunicaciones	55
1.6.4 Arduino	57
1.6.4.1 Introducción	57
1.6.4.2 Hardware Libre	58
1.6.4.3 Software Libre	60
1.6.4.4 Copyleft	61
1.6.4.5 Creative Commons	62
1.6.4.6 Porque utilizar Arduino	66
1.6.4.7 Arduino Uno	69
1.6.4.8 Arduino Ethernet Shield	70

1.6.5 Base de Datos	72
1.6.5.1 Introducción	72
1.6.5.2 Definición	73
1.6.5.3 Gestor de Base de Datos	74
1.6.5.4 Sistemas Gestores de Base de Datos	75
1.6.5.5 MySQL	76
1.6.5.6 Lenguajes de Programación	77
1.6.5.7 Conceptos de MySQL	77
1.6.5.8 PHP	78
1.6.5.9 Razones para utilizar PHP y MySQL	79
1.6.5.10 Algunas de las cualidades de PHP	80
1.6.6 Redes.....	81
1.6.6.1 Introducción	81
1.6.6.2 Funcionamiento de una Red	82
1.6.6.3 Redes LAN	84
1.6.6.4 Redes WAN	87
1.6.6.5 Redes MAN	88
1.7 HIPÓTESIS	90
1.8.1 Variable Dependiente.....	90
1.8.2 Variable Independiente	90
1.8.3 Operacionalización de Variables.....	91
1.9 METODOLOGÍA	94

1.10 METODOS	94
1.10.1 Inductivo - deductivo	94
1.10.2 Inductivo.	94
1.10.3 Deductivo.	94
1.11 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	95
1.11.1 Por el propósito	95
1.11.2 Por el nivel de estudio	95
1.11.3 Por el lugar	95
1.11.4 Por la dimensión temporal	96
1.12 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	
.....	97
1.12.1 Guía de Entrevista	97
1.12.2 Observación Directa.....	97
1.13 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	97
CAPÍTULO II.....	98
2.1 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	99
2.1.1 Descripción del Edificio.....	99
2.1.2 Características de la Infraestructura Física	101
2.1.3 Características de la Infraestructura Eléctrica.....	103
2.1.3.1 Análisis y Descripción de la Iluminación al interior del edificio ...	103
2.1.3.2 Descripción por Aula, Pasillo y Baño	104
2.1.4 Descripción Gráfica de Aulas, Pasillos y Baños del edificio.....	106

2.1.5 Generación y Consumo de Energía.....	108
2.1.5.1 Consumo de Iluminación y Proyectores.....	109
2.1.5.2 Caracterización Sistema de Iluminación y Eléctrico	110
2.1.6 Consumo de Energía Eléctrica	112
2.1.7 Requerimientos del Sistema.....	145
2.1.7.1 Implementación del Sistema de Iluminación.....	146
2.1.7.2 Herramientas utilizadas en el desarrollo del software	147
2.1.7.3 Herramientas utilizadas en el desarrollo del hardware	149
2.1.7.4 Programación de la placa de Arduino.....	151
2.1.7.5 Programación HTML, PHP, Java Script.....	161
2.1.8 Características del Sistema.....	163
2.1.9 Funcionamiento, Monitoreo y Control del Sistema.....	164
2.1.10 Comparación del consumo de energía eléctrica instalado el Sistema de Control Automático	169
2.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	205
CAPITULO III.....	206
3.1 CONCLUSIONES.....	207
3.2 RECOMENDACIONES.....	209
3.3 BIBLIOGRAFIA.....	210
3.4 ANEXOS	215

VII LISTA DE TABLAS Y GRÁFICOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Edificios Educativos (Norma UNE-EN 12464-1, 2003).	22
Tabla 2 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes al área de tares (Norma UNE-EN 12464-1, 2003).	23
Tabla 3 Características de los Sensores	51
Tabla 4 Tipo de Sensores por Alimentación	53
Tabla 5 Tipo de Sensores por Señal Implicada.....	53
Tabla 6 Cuadro de tipos de Base de Datos (Ricardo, 2009)	74
Tabla 7 Operacionalización de Variables	91
Tabla 8 Descripción de la edificación:.....	99
Tabla 9 Consumo general iluminación y proyectores, edificio de aulas Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	109
Tabla 10 Diagnóstico de la iluminación en el edificio.....	111
Tabla 11 Consumo de iluminación del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control	112
Tabla 12 Consumo de iluminación del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control.	114
Tabla 13 Consumo de iluminación del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control.	116
Tabla 14 Consumo de iluminación del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	118
Tabla 15 Consumo de iluminación del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	120

Tabla 16 Consumo de iluminación del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	122
Tabla 17 Consumo de iluminación del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	124
Tabla 18 Consumo del Pasillo del primer piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	126
Tabla 19 Consumo del Pasillo del segundo piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	128
Tabla 20 Consumo de los baños del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.	130
Tabla 21 Consumo eléctrico del proyector del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	132
Tabla 22 Consumo eléctrico del proyector del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	134
Tabla 23 Consumo eléctrico del proyector del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	136
Tabla 24 Consumo eléctrico del proyector del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	138
Tabla 25 Consumo eléctrico del proyector del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	140
Tabla 26 Consumo eléctrico del proyector del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	142
Tabla 27 Consumo eléctrico del proyector del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.....	144
Tabla 28 Esquema de la Base de Datos	148

Tabla 29 Especificaciones Técnicas del Computador.....	150
Tabla 30 Especificaciones el desarrollo del Sistema de Control	161
Tabla 31 Consumo general iluminación y proyectores, edificio de aulas Facultad de Ciencias Agroindustriales, una vez instalado el Sistema de Control.....	169
Tabla 32 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	171
Tabla 33 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	173
Tabla 34 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	175
Tabla 35 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	177
Tabla 36 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	179
Tabla 37 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	181
Tabla 38 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	183

Tabla 39 Comparativa de consumo de iluminación del pasillo del primer piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	185
Tabla 40 Comparativa de consumo de iluminación del pasillo del segundo piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	187
Tabla 41 Comparativa de consumo de iluminación del baño del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	189
Tabla 42 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	191
Tabla 43 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	193
Tabla 44 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	195
Tabla 45 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	197
Tabla 46 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.	199

Tabla 47 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	201
Tabla 48 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.....	203

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Regiones con mayor iluminación artificial (NASA, 2009).	13
Figura 2 Tasa de crecimiento anual de consumo eléctrico en Ecuador y otros países de la region (World Bank, 2011)	17
Figura 3 Edificio inteligente controlado por PC.	25
Figura 4 La Domótica es capaz de controlar diferentes aparatos de uso cotidiano ...	28
Figura 5 Diferentes tipos de dispositivos a controlar en edificios	32
Figura 6 Los Sistemas centralizados en un solo Proceso	39
Figura 7 Sistemas descentralizados.....	40
Figura 8 Combinación tipologías centralizada y descentralizada	41
Figura 9 Sistema estrella	43
Figura 10 Sistema anillo.....	44
Figura 11 Sistema en bus	45
Figura 12 Sistema estrella que mezcla topologías en bus y estrella	45
Figura 13 Arduino Uno con micro controladores programables	57
Figura 14 Hardware Libre, electrónica libre o máquinas libres.....	58
Figura 15 Logo GNU, Free Software, respeta la libertad de todos los usuarios que adquirieron el producto	60
Figura 16 Permite la libre distribución de copias y versiones modificadas	61
Figura 17 Permite usar y compartir tanto la creatividad como el conocimiento	62
Figura 18 Arduino uno	69
Figura 19 Arduino Ethernet Shield	71
Figura 20 Consulta de un esquema de una base de datos en MySQL.....	74
Figura 21 Evolución de las computadoras y las redes	82

Figura 22 En un Sistema de igual a igual no hay clientes servidores fijos como en llamadas o video conferencia	84
Figura 23 Red de local LAN	86
Figura 24 Una WAN que conecta tres sucursales en Australia.	87
Figura 25 Una red de área metropolitana basada en la TV por cable.	89
Figura 26 Arduino Sketch	149

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Gráfico la fachada oeste del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial.	101
Gráfico 2 Gráfico la fachada lateral sur del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial.	101
Gráfico 3 Gráfico la fachada lateral norte del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial	102
Gráfico 4 Gráfico la fachada este hacia el camino interno del edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial	102
Gráfico 5 Grafico la fachada lateral con medidas de alto del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial.	103
Gráfico 6 Plano del Primer Piso (aulas, pasillos y baños) del edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.	106
Gráfico 7 Gráfico de consumo eléctrico a nivel del general previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	109
Gráfico 8 Consumo eléctrico a nivel del Aula 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	112
Gráfico 9 Gráfico de consumo eléctrico a nivel del Aula 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	114
Gráfico 10 Consumo eléctrico a nivel del Aula 3 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	116
Gráfico 11 Consumo eléctrico a nivel del Aula 4 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	118
Gráfico 12 Consumo eléctrico a nivel del Aula 5 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	120

Gráfico 13 Consumo eléctrico a nivel del Aula 6 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	122
Gráfico 14 Consumo eléctrico a nivel del Aula 7 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación	124
Gráfico 15 Consumo eléctrico a nivel del pasillo 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	126
Gráfico 16 Consumo eléctrico a nivel del pasillo 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	128
Gráfico 17 Consumo eléctrico del baño del edificio previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	130
Gráfico 18 Consumo eléctrico a nivel del proyector 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	132
Gráfico 19 Consumo eléctrico a nivel del proyector 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	134
Gráfico 20 Consumo eléctrico a nivel del proyector 3 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	136
Gráfico 21 Consumo eléctrico a nivel del proyector 4 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	138
Gráfico 22 Consumo eléctrico a nivel del proyector 5 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	140
Gráfico 23 Consumo eléctrico a nivel del proyector 6 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	142
Gráfico 24 Consumo eléctrico a nivel del proyector 7 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación.....	144
Gráfico 25 Pantalla de inicio del Sistema de Control de Iluminación.....	164

Gráfico 26 Interfaz de ingreso al Sistema de Control de Iluminación.....	165
Gráfico 27 Pantalla de control de aulas, pasillos, baños del Sistema de Control de Iluminación	165
Gráfico 28 Pantalla de opciones de generación de reportes del Sistema de Control de Iluminación	166
Gráfico 29 Pantalla de ingreso de Usuario del Sistema de Control de Iluminación	166
Gráfico 30 Pantalla de lista de usuarios del Sistema de Control de Iluminación	167
Gráfico 31 Pantalla de creación de respaldo de la base de datos del Sistema de Control de Iluminación.....	167
Gráfico 32 Pantalla de muestra de datos sobre tiempo de encendido y grafico de consumo del Sistema de Control de Iluminación.....	168
Gráfico 33 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel general, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	169
Gráfico 34 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 1, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	171
Gráfico 35 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 2, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	173
Gráfico 36 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 3, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	175
Gráfico 37 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 4, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo	177
Gráfico 38 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 5, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	179
Gráfico 39 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 6, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	181

Gráfico 40 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 7, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	183
Gráfico 41 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del pasillo 1, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	185
Gráfico 42 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del pasillo 2, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	187
Gráfico 43 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel de los baños entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.	189
Gráfico 44 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 1 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	191
Gráfico 45 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 2 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	193
Gráfico 46 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 3 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	195
Gráfico 48 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 5 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	199
Gráfico 49 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 6 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.....	201

VIII LISTA DE ANEXOS

ANEXO N°1. FOTOGRAFÍAS

ANEXO N°2. UBICACIÓN GEOREFERENCIAL

ANEXO N°3. PRESUPUESTO

ANEXO N°4. CRONOGRAMA

ANEXO N°5. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

ANEXO N°6. CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL

**ANEXO N°7. CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL DOCUMENTO EN LA
HERRAMIENTA URKUND.**

IX RESUMEN EJECUTIVO EN ESPAÑOL

Este documento contiene los detalles sobre el proceso de análisis, diseño, desarrollo, pruebas e implementación del Sistema de Control Automático de Iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial ubicado en el sector del Aguacoto II.

Se empleó la entrevista como instrumento de recolección de datos para obtener la información necesaria sobre la situación de iluminación en el edificio citado, con el fin de diseñar una aplicación útil y efectiva para contrarrestar el inadecuado uso de la energía eléctrica y lumínica en dichas instalaciones.

Este Sistema emplea las herramientas basadas en los principios de hardware y software libre, tales como la plataforma Arduino; Sistema operativo GNU/Linux con CentOS 5.8, Servidor Web Apache 2.2, gestor de Base de datos MySQL 8.4, Lenguajes de Programación como PHP, JavaScript, etc.

Es necesario mencionar que el Sistema de Control Integrado (S.C.I.) optimiza el uso de la energía eléctrica y lumínica, principalmente refleja reducción de gastos en las planillas de consumo energético y también aporta como una herramienta amigable con el ambiente al desactivar luminarias y equipos que consumen innecesariamente energía eléctrica.

X INTRODUCCIÓN

Los requerimientos de eficiencia, ahorro económico y celeridad de procesos obligan a contar con Sistemas automatizados de control aplicados a diferentes áreas, tales como edificaciones, procesos tecnológicos, uso de dispositivos, entre los principales. Un Sistema automatizado de control es un conjunto de elementos físicos relacionados entre sí, que tienden a auto gestionarse sin necesidad de la intervención de agentes externos, disminuyendo de esta manera los posibles errores que se puedan generar en su funcionamiento en el transcurso del tiempo debido a aleatorizaciones de eventos; esto necesita obligatoriamente que el Sistema de Control Integrado (S.C.I.) esté constituido por un Sistema físico que realice la acción y un Sistema de mando que genera las órdenes para su correcto funcionamiento. Bajo esta premisa el presente estudio está enfocado a la implementación del SCI en las instalaciones de la Universidad Estatal de Bolívar; para lo cual tomo como estudio piloto la Escuela de Ingeniería Agroindustrial ubicado en el sector del Aguacoto II de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. A partir de un diagnostico se pudo detallar el funcionamiento en pleno de todo el Sistema eléctrico y el consumo de energía que supone la utilización de dispositivos existentes y dispositivos en uso por parte de estudiantes, docentes y empleados de la Escuela. Esto permitirá obtener datos veraces para poder transpolar luego a la implementación del SCI en otras infraestructuras físicas de la Universidad Estatal de Bolívar, y por qué no de la ciudad de Guaranda y Provincia Bolívar en general

CAPÍTULO I

1.1 TEMA

SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE ILUMINACIÓN EN EL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL UBICADO EN EL SECTOR DEL AGUACOTO II, EN EL AÑO 2014

1.2 ANTECEDENTES

El desarrollo de la Domótica, como ciencia que estudia el conjunto de Sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar Automáticos por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado. Bajo estos criterios, se ha desarrollado a nivel mundial el concepto de Edificio Inteligente, cuya finalidad principal es el logro automatizado de todas las funciones: eléctricas, agua, mantenimiento de un edificio.

En el Ecuador, se vienen implementando principios de Domótica en la construcción de modernas edificaciones tanto a nivel del sector privado como del público; sin embargo su implementación requiere de una alta demanda tecnológica y técnica, que por sus elevados costos se hace difícil su implementación.

En la Universidad Estatal de Bolívar, se construyó el edificio central bajo los principios del edificio inteligente, logrando el control automático de la iluminación; y bajo esta misma premisa, se desea proveer al edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de un Sistema automatizado de iluminación.

1.3 PROBLEMA

1.3.1 Planteamiento del Problema

El ahorro de energía constituye en la actualidad una necesidad a nivel mundial, casi en todas partes del mundo se implantan guías y prácticas de ahorro energético que tienen éxito; surge por tanto la necesidad continua y urgente de ahorrar energía y hacer eficiente su uso en las diversas actividades en la que se ocupa. En la Universidad Estatal de Bolívar, solo en el Edificio Central se trabaja para este objetivo de ahorrar energía, esto mediante la aplicación de un Sistema automatizado de iluminación ubicado en la parte superior del mismo; sin embargo los otros edificios no cuentan con esta aplicación lo que repercute directamente en el aumento del consumo de energía eléctrica y el alto costo por su uso. En la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Ambiente en el sector del Aguacoto II, se está terminando la construcción del nuevo edificio donde funcionará la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, infraestructura que no contempla el uso de un sistema automatizado de control de la iluminación. De no realizarse un estudio e implementación del Sistema automático de control de la iluminación en este edificio, causará a futuro un uso incontrolado de energía eléctrica que repercutirá en los altos costos que esta demanda.

1.3.2 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cómo lograr tener un control automatizado de la iluminación del edificio de Ingeniería Agroindustrial en el sector del Aguacoto II, que permita el uso óptimo de energía eléctrica, disminuya sus costos y consumo?

1.3.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA:

¿El Departamento técnico de la Universidad Estatal de Bolívar, maneja un inventario técnico de la iluminación a utilizar en el edificio del Aguacoto II?

¿El departamento técnico de la Universidad Estatal de Bolívar, utiliza algún Sistema automatizado para el control de la iluminación?

¿Se realiza monitoreo y control del consumo energético de la iluminación del edificio?

¿Cuánto es el valor monetario de la implementación de un Sistema automatizado de control de la iluminación?

¿Existen parámetros técnicos y medidas de control que permitan usar eficazmente la energía en el edificio?

¿Se conoce el consumo real del Sistema eléctrico en el edificio?

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es de importante porque abarca la temática del ahorro de energía, acorde a lo manifestado en el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013, que en su política 4.3 manifiesta: Diversificar la matriz energética nacional promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles que en el literal a. dicta: Aplicar programas, implementar tecnología e infraestructura orientados al ahorro y a la eficiencia de las fuentes actuales, de la soberanía energética. De acuerdo a lo mencionado el estudio se inserta dentro del plan proponiendo la implementación de un Sistema automatizado que colabora al cumplimiento de la política.

En el área tecnológica el estudio se justifica debido a que presenta una alternativa válida a ser implementada; a pesar de que existen dispositivos y software que mediante su instalación y funcionamiento permiten el control de la iluminación; el costo y asesoramiento continuo de los mismos representa un considerable gasto a la U.E.B.; con el estudio propuesto se pretende desarrollar un dispositivo con su hardware y software más económico y versátil.

En cuanto a su novedad, es de mencionar que en la Universidad es la primera vez que se propone la realización de este tipo de estudio lo que la convierte en original; siendo un referente provincial que podría ser emulado en otras instituciones interesadas en el manejo automatizado de la iluminación de sus edificaciones.

El aspecto científico se fundamenta en la utilización de diferentes instrumentos electrónicos, tales como micro controladores, diagramas, plaquetas, que junto a los sensores inteligentes, el software de última tecnología, brindan una alternativa técnica válida para que su implementación resulte eficiente, óptima y automática.

Otro importante aspecto sobre este tema y que debe tomarse en cuenta es el aporte que dará este trabajo de investigación a la Universidad, implementando un Sistema de control automático de iluminación a menor costo del que pueden tener los estamentos universitarios, aspecto que podrá a futuro seguir utilizando la Universidad en nuevas edificaciones.

En el aspecto financiero se tomará en cuenta valores que las casas comerciales distribuidoras de elementos electrónicos ofrecen a bajo costo, que permitirá la reducción de los mismos en su implementación.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 GENERAL

Implementar un Sistema de control automático de iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial ubicado en el sector del Aguacoto II, para el logro de la eficiencia energética y maximizar su uso al menor costo.

1.5.2 ESPECÍFICOS

1. Identificar las necesidades de iluminación del edificio.
2. Diseñar el hardware y software a ser utilizado en el control de la iluminación.
3. Realizar monitoreo y control del Sistema automatizado de iluminación
4. Evaluar económicamente las acciones propuestas
5. Proponer medidas para conseguir usar eficientemente la energía en el edificio
6. Obtener un conocimiento integral del Sistema eléctrico y el consumo energético para la iluminación

1.6 MARCO TEÓRICO

1.6.1 Referencial y Georeferencial

1.6.1.1 Referencial

La Universidad Estatal de Bolívar se inicia el 22 de octubre de 1977, gracias al auspicio económico del Consejo Provincial. Inicialmente funcionó como Extensión de la Universidad de Guayaquil, adscrita a la Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela de Administración de Empresas Agroindustriales, como la primera en crearse, cumpliendo así con una de las más caras aspiraciones de la sociedad bolivarense: contar con un centro de educación superior que atienda las demandas del desarrollo regional.

El funcionamiento de la Extensión Universitaria de Guaranda, transcurre con normalidad hasta el 15 de septiembre de 1983, fecha en la cual el H. Consejo Universitario de la Universidad Estatal de Guayaquil, declara insubsistente la firma del convenio con el Consejo Provincial, lo que posibilitó tramitar el funcionamiento del primer Centro de Educación Superior de la Provincia de Bolívar. A pesar de las dificultades, la Extensión de Guaranda, siguió funcionando por cuenta propia e inició los trámites para su reconocimiento oficial como universidad autónoma en el CONUEP.

Finalmente el desarrollo académico alcanzado por la Extensión Universitaria de Guaranda fue reconocido por el CONUEP quien aprobó la creación de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) el 20 de junio de 1989, mediante decreto No 32 del H. Congreso Nacional. El Presidente Constitucional de la

República del Ecuador en ese entonces Dr. Rodrigo Borja Cevallos, firma el ejecútese el 29 de junio del mismo año y se publica en el Registro Oficial No 225, el 4 de julio de 1989, "la creación de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), actuando como primer Rector el Ing. Gabriel Galarza López. Una vez que la Universidad Estatal de Bolívar adquirió la personería jurídica, inició la etapa de organización interna y la estructuración de propuestas para la formación de profesionales. Se crea la carrera de Enfermería en 1986, luego la de Educación Física, Tecnología Avícola y finalmente Contaduría Pública, la que más tarde cambiaría su nombre por Contabilidad y Auditoría (1990). En la Universidad Estatal de Bolívar las actividades y funciones se normaron por sus Estatutos aprobados por el H. Consejo Universitario el 14 de julio de 1989 y por el ente regulador de las Universidades de aquel entonces CONUEP, hoy llamado CONESUP, en donde se confiere legitimidad a la organización institucional basada en organismos, Facultades, Departamentos, Unidades Académicas y Servicios y es así que la Universidad Estatal de Bolívar actualmente funciona con cinco Facultades, siendo la última la de Jurisprudencia que fue creada el 12 de junio del 2002 . Todas ellas fueron creadas en base a los requerimientos de la sociedad y con la finalidad de buscar la calidad profesional y dar respuesta a la misión institucional y al desarrollo de la provincia.

De conformidad con el artículo 126 y el numeral 1 del artículo 127 del Estatuto de la Universidad Estatal de Bolívar y el artículo 63 de la Ley de Educación Superior se crea el departamento de Bienestar Universitario en la

Universidad Estatal de Bolívar para velar por el bienestar de todos los estamentos que conforman la Comunidad Universitaria.

El Departamento de Bienestar Universitario es una unidad administrativa de apoyo y depende del Vicerrectorado Administrativo Financiero de la Universidad Estatal de Bolívar, cuyo fin es planificar, coordinar, gestionar y autorizar todos los aspectos relacionados con el bienestar, servicios, orientación, integración y participación de la comunidad universitaria

1.6.1.2 Georeferencial

La presente investigación se realizó en la Universidad Estatal de Bolívar, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Ambiente, como lo muestra el Anexo N°, con los siguientes detalles:

País: Ecuador

Provincia: Bolívar

Cantón: Guaranda

Parroquia: Ángel Polibio Chávez

Dirección: Sector Aguacoto II

Ubicación Geográfica

Lon: -78° 59' 51''

Lat: -1° 36' 41''

1.6.1.3 Legal

El presente proyecto se basó en los: Estatutos, Reglamentos y demás Documentos Legales, vigentes en la Universidad Estatal de Bolívar, en los respectivos artículos que versan al respecto.

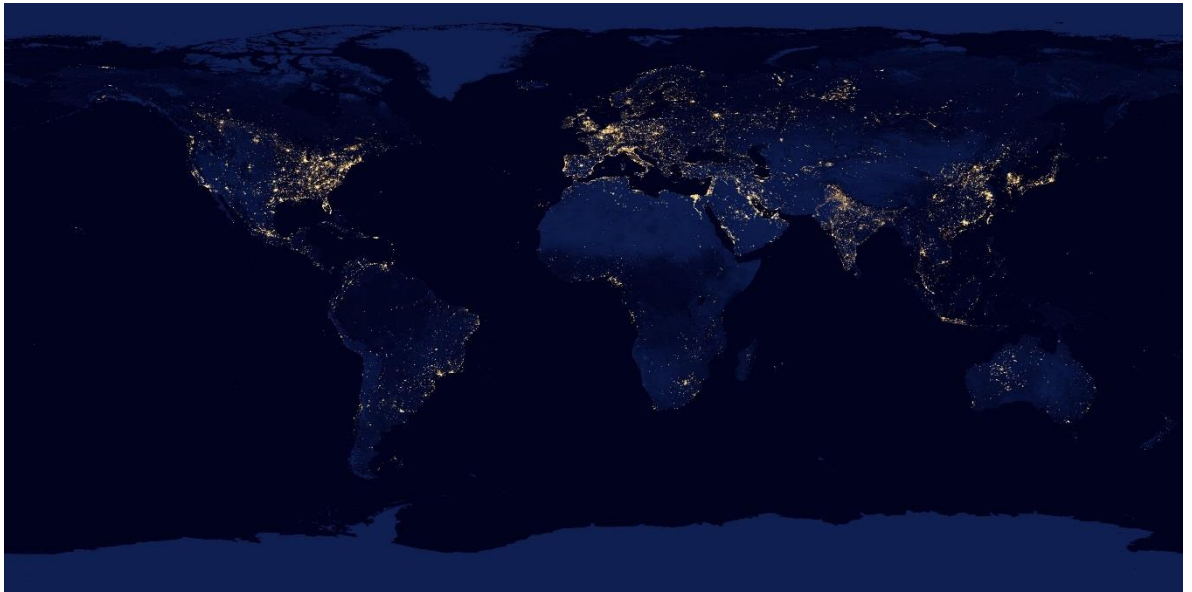
También mediante el Art. 32 de la LOES, que cita: las instituciones de educación superior obligatoriamente incorporaran el uso de programas informáticos con software libre.

1.6.2 Conceptual

1.6.2.1 Importancia de la Iluminación

Hoy es imposible concebir en esta mundo actual y globalizado nuestra vida sin iluminación artificial (Fig. 1), este concepto surge de la gran necesidad de cambiar el ritmo impuesto por la naturaleza, para llegar a prolongar el tiempo en el cual se pueden desarrollar muchas actividades que la oscuridad impide consumir (McDonald, 2010).

Figura 1 Regiones con mayor iluminación artificial (NASA, 2009).



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Desde tiempos inmemorables el hombre trato de iluminar espacios en los que él se encontraba, perfeccionando así varios tipos de Sistemas de alumbrado según procesos tecnológicos y demandas de la época, empezando desde el fuego y llegando al uso de lámparas fluorescentes, hasta hoy en día con diodos emisores de luz (LED's) de muy bajo consumo eléctrico. Se vuelve indispensable el uso de la iluminación para el avance de la ciencia y la tecnología propiciando el rápido crecimiento de la humanidad y sus nuevos retos del saber.

Es de mucha importancia la adecuada iluminación dentro del mundo en su conjunto (laboral, investigativo, descanso, salud, etc.), como justificación de este hecho puede darse por una parte, el que la automatización industrial y de hogares supone la sustitución de muchos esfuerzos de trabajo en que la iluminación es fundamental. A esta razón hay que añadir el hecho que los

procesos a realizar suponen tareas visuales más exigentes y complejas (Gil, 2009), es así que en la actualidad todas las actividades que llevamos a cabo requieren de iluminación; en el hogar, los estudios, la oficina, transporte, entre otros. Desde los primeros años desde el siglo XX se han realizado estudios para conocer la iluminación que debe proporcionarse en cada caso para satisfacer las ineludibles exigencias que en la tarea visual se realizan (Tiravanti, 2012.); el objetivo de diseñar ambientes adecuados para la visión no es solo proporcionar ambientes llenos de luz, sino que las personas reconozcan sin error lo que ven y sin fatigarse.

1.6.2.2 Iluminación interior.

La iluminación en nuestro diario vivir puede llegar a ser de muchísima importancia debido a que puede afectar a las personas en su confort, su grado de visibilidad e incluso en su seguridad (Norma UNE-EN, 2003). El emplear nuestra visión de manera intensa y continuar requiere de una iluminación eficaz para conseguir un ambiente de óptimas condiciones, así ofertando que el bienestar del usuario sea factor principal a considerar en el diseño de la iluminación interior (Méndez, 2009). De acuerdo a la Norma Europea de iluminación UNE-EN 12 464-1 2003 de los lugares de trabajo en interiores, alrededor del 85% de la información requerida para realizar una actividad captada a través de los ojos, lo cual hace necesaria la iluminación necesaria para el desarrollo de actividades; por esta razón es indispensable que dichos lugares se consideren y apliquen estándares para el diseño de los Sistemas de

iluminación; garantizando así la seguridad, confort y el bienestar de los usuarios (Akashi, 2006).

Por otra parte los lugares con insuficiente iluminación provocan un efecto negativo al ser humano, estudios recientes han demostrado que la permanencia prolongada en lugares de baja iluminación o inapropiada provocan problemas tales como lesiones por objetos que no se ven, irritación en los ojos, vista nublada, dolor de cabeza, entre otros; e incluso pueden provocar accidentes tanto leves como graves debido a que no se puede percibir la claridad y tampoco se puede reaccionar a tiempo ante situaciones que representen un peligro para nosotros (Méndez, 2009). Al tomar en cuenta los factores que afectan el desempeño óptimo de los usuarios es incuestionable lograr que los edificios se encuentran en un ambiente visual que se pueda considerar benéfico, se haga el uso de un Sistema integral de iluminación el cual sea capaz de aprovechar la luz natural proporcionada por el entorno; de esa manera se hace menor el uso de la iluminación artificial y por tanto el consumo de la energía eléctrica (Leslie, 2003).

1.6.2.3 Consumo de energía eléctrica.

En todos los países, el uso de la energía es uno de los principales motores del crecimiento económico, que nuestro país no es la excepción. Como resultado de ello las políticas afectan no solo al sector de la energía tienen un impacto sobre el resto de la economía y sobre el ambiente. El consumo de energía eléctrica en el país es de 18.469 gigavatios (GWh) por hora. Esta cifra

corresponde al cálculo establecido a septiembre de 2012, según la estadística de parámetros eléctricos de las empresas distribuidoras.

La Empresa Eléctrica Quito, en su área de concesión de 14.971 km², dispone de 3.955 GWh al año. Guayaquil dispone anualmente de 4.952 GWh, con un área de concesión de 1.399 km²; y la zona Centro-Sur dispone de 874 GWh por año de energía en un área de concesión de 22.721 km², según datos hasta septiembre de 2012. En parámetros técnicos, cada GWh es igual a un millón de kilovatios por hora (Kwh), mientras que cada Kwh representa la energía necesaria para iluminar una bombilla de 100 vatios (W) durante un periodo de 10 horas.

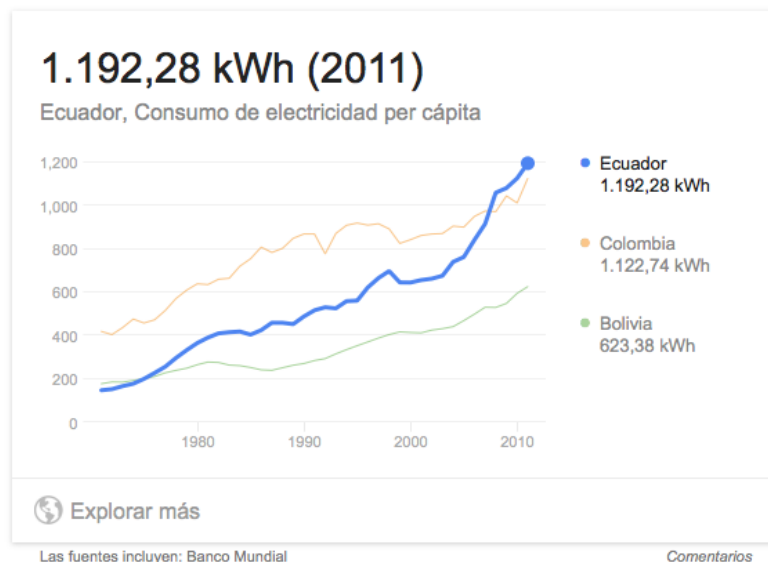
Según encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en junio de 2012 se establecieron los índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador.

Como resultado de las mejoras de eficiencia energética, así como de la implementación de nuevos estándares de eficiencia en el sector residencial en usos como la iluminación, calefacción, aire acondicionado, entre otras aplicaciones, se estima que el comportamiento del incremento en el consumo de energía en los países se mantendrá durante mediano y largo plazo. De acuerdo con las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía (IEA) publicadas en 2010, en los últimos 10 años el mayor crecimiento de consumo de energía eléctrica se ha presentado en países de Asia y Medio Oriente no

pertenecientes a las OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) con tasas de 8.8% y 5.8%, respectivamente, este comportamiento, así como la participación de cada región en el consumo mundial.

En la (Fig. 1.2) vemos el crecimiento del consumo de energía eléctrica en el Ecuador en comparación a países de la región como Colombia y Bolivia datos que fueron tomados de la página del Banco Mundial, World Bank Overview. Electric power consumption (Kwh per capita). Artículo digital disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC>. Ultimo Acceso 12 de marzo de 2015.

Figura 2 Tasa de crecimiento anual de consumo eléctrico en Ecuador y otros países de la region (World Bank, 2011)



Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.2.4 Sistemas de Iluminación eficientes

La iluminación del hogar debe diseñarse de manera que se aporten los niveles de iluminación adecuados a las distintas aplicaciones, usando siempre la menor cantidad de energía posible. El tipo de luz, color e intensidad que se necesita para iluminación de exteriores (jardines, puertas de entrada, etc.), no es la misma que en interiores, donde hay zonas de trabajo, de paso, de descanso, etc.

Tradicionalmente se han utilizado las lámparas de incandescencia, que resultan ser las menos eficientes, pues gran parte de la energía se desperdicia en forma de calor. En los últimos 40 años se han desarrollado luces fluorescentes y lámparas de descarga, que son más eficientes que las de incandescencia, aunque poco flexibles en cuanto al color de la luz que emiten.

Desde 1960 aproximadamente se ha estado trabajando en los Sistemas de iluminación basados en dispositivos de estado sólido (LEDs), que en principio eran mucho menos eficientes que el resto de Sistemas, pero que, poco a poco, se han convertido en lo que promete ser el futuro de los Sistemas de iluminación eficientes. (Santamaría, Lastres, 2007).

1.6.2.5 Criterios bioclimáticos en las edificaciones.

Desde una perspectiva general, no basta con solo reducir el consumo de energía eléctrica, sino que ahora debe resolver el problema desde un punto de vista ecológico económico y social; el uso de criterios bioclimáticos en el diseño de la construcción resurge en nuestros días como una solución variable en el ahorro de energía en los Sistemas de iluminación, debido a que emplean factores como el viento, el sol, la temperatura, entre otros enfocados a generar un ambiente de confort al interior; si a ello agregamos el uso de energías renovables para generar electricidad y Sistemas de control eficientes, se puede alcanzar una sustentabilidad energética en las edificaciones y con ello mejorar la calidad de vida de los usuarios (De los Mozos, 2009; Wilhelm et al., 2011).

1.6.2.6 Valoración del confort visual.

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves; y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que garantice el confort visual permanentemente. Este estudio se enfocará al análisis de los niveles de iluminación y la uniformidad de iluminancia, factores clave para asegurar el confort visual (Norma UNE-EN 12464-1, 2003).

- Nivel de iluminación.
- Uniformidad de iluminancia.

No obstante, no se debe olvidar otro factor fundamental para conseguir un adecuado confort visual en los lugares de trabajo, que es el tipo de iluminación: Natural o Artificial. La iluminación de los lugares de trabajo debe realizarse siempre que no existan problemas de tipo técnico, con un aporte de luz natural, aunque ésta, por sí sola, no garantiza una iluminación correcta ya que varía una función del tiempo, es preciso compensar su insuficiencia o ausencia con luz artificial.

1.6.2.7 Nivel de iluminación o iluminancia.

El confort visual depende de los niveles de iluminancia y de su distribución en el espacio, la luz intensa, el color dado, la vista, etc. La variable más adecuada para el control del confort visual es el nivel de iluminancia. En fotometría, la iluminancia (E) es la cantidad de flujo luminoso emitido por una fuente de luz que incide, atraviesa o emerge de una superficie por unidad de área. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el *Lux* (Eq. 1).

$$1Lux = 1 \frac{Lumen}{m^2} \quad (1)$$

En general, la iluminancia se define según la siguiente expresión:

$$E_v = \frac{dF}{dS} \quad (2)$$

dónde:

E_v = iluminancia, medida de luxes.

F = flujo luminoso, en lúmenes.

dS = elemento diferencial de área considerado, en metros cuadrados.

La iluminación se puede definir a partir de la magnitud radiométrica de la irradiación sin más que ponderar cada longitud de onda por la curva de sensibilidad del ojo.

Así, entonces:

E_v Es la iluminancia.

E_2 Representa la irradiación espectral.

V_2 Simboliza la curva de sensibilidad del ojo, entonces:

$$E_v = K \int E(\lambda)V(\lambda)d\lambda \quad (3)$$

Tanto la iluminancia como nivel de iluminación se puede medir con un aparato llamado fotómetro. A la iluminancia que entregue de la superficie por unidad de área también se le denomina emitancia luminosa M_v . Las normas y recomendaciones de iluminación para edificios educativos indica que el nivel de iluminación requerido para aulas de tutoría, estudio y reunión, sala de profesores y sala de lectura varía de los 200 a 500 lux, Tabla 1 (Norma UNE-EN, 2003).

Tabla 1 Edificios Educativos (Norma UNE-EN 12464-1, 2003).

Tipo de interior y actividad	E_m lux	UGR_L lux	R_a lux	Observaciones
Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	La iluminación debería ser controlable
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
Sala de lectura	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
Pizarra	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
Mesa de demostraciones	500	19	80	En salas de lectura 750 lux
Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80	
Salas de profesores	300	19	80	

Fuente: Trabajo Experimental 2015

Donde:

E_m = Iluminancia mantenida.

UGR_L = Índice de Deslumbramiento Unificado.

R_a = Rendimiento de colores mínimos.

1.6.2.8 Uniformidad de iluminancia.

Se define como “uniformidad de iluminancia” a la relación o cociente de la iluminación mínima y la iluminación medida sobre la superficie (Eq. 4), la uniformidad del área de tarea no debe ser inferior a 0.7.

$$\text{Uniformidad de iluminancia} = \left(\frac{\text{Lectura menor}}{\text{Lectura mayor}} \right) \geq 0.7 \quad (4)$$

El área de tarea debe ser iluminada tan uniforme como sea posible. La iluminación de las áreas circundantes inmediatas puede ser inferior a la iluminación del área de tarea pero no debe ser menor que los valores dados en la Tabla 2 (Norma UNE-EN, 2003).

Tabla 2 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes al área de tareas (Norma UNE-EN 12464-1, 2003).

Iluminancia de tarea	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas
Lux	
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E_{tarea}
Uniformidad: ≥ 0.7	Uniformidad: ≥ 0.5

Fuente: Trabajo Experimental 2015

La consideración de los niveles de iluminación es normalmente suficiente para el análisis de las condiciones visuales, reservándose el estudio de luminancias para casos muy específicos, como por ejemplo, el alumbrado de autopistas y carreteras. La medición de los niveles de iluminación debe efectuarse mediante un luxómetro, colocándolo en el mismo plano de trabajo, y con la misma inclinación que tenga la superficie de este.

1.6.2.9 Evaluación del consumo de energía eléctrica.

Debido a los elevados consumos de energía eléctrica por el Sistema de iluminación artificial, es necesario cuantificar los costos; para ello se implementa el cálculo del consumo de potencia (Eq. 5).

Se designa con la letra **P** y se mide en vatios **W**. De acuerdo con la ley del ohm y el triángulo de impedancias se puede expresar de la siguiente manera:

$$P(t) = V(t).I(t)\cos\phi \quad (5)$$

Donde V e I son las magnitudes del voltaje y corriente de fase, respectivamente y $\cos\phi$ es el factor de potencia del circuito. Para conocer el trabajo eléctrico que corresponde al consumo de energía en forma continua, se realiza la siguiente integral (Eq. 6).

$$E(t) = \int_0^t p(t)dt \quad (6)$$

La medición de energía es la medición de la potencia con la simultánea integración del tiempo, es decir se calcula un promedio de la potencia; con ello es posible evaluar el consumo de energía eléctrica al interior del edificio.

1.6.3 Domótica

1.6.3.1 Introducción

La evolución tecnológica de diferentes disciplinas como la informática, la microelectrónica, las telecomunicaciones, la arquitectura y la automática, ha posibilitado una interacción de las mismas que ha desembarcado en el concepto de edificio inteligente (Fig. 3).

Figura 3 Edificio inteligente controlado por PC.



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Las nuevas funciones y necesidades de los edificios/ viviendas y de sus usuarios, nos ha conducido a desarrollar nuevos productos capaces de satisfacerlas. Y todo ellos, nos ha llevado a ser espectadores del nacimiento de diferentes Sistemas con muy diversas cualidades, capaces de realizar

dichas funciones y de comunicarse por distintos medios de transmisión. Estos Sistemas además de posibilitar los niveles de automatización demandados han estado persiguiendo una serie de cualidades que se han llegado a considerar factores clave en el desarrollo de los mismos. Los factores determinantes son la facilidad de uso, la integración de las funciones y la interactividad tanto entre ellos mismos como con el usuario. (Romero, Vázquez, De Castro, 2011).

Si precisamos un poco podríamos decir que una vivienda domótica es aquella que permite integrar y comunicar interactivamente todas las funciones y automatizaciones de la misma y que permite al usuario final interactuar con el Sistema de forma sencilla.

Desde esta perspectiva hay que hacer notar la diferencia que existe entre la implantación de un Sistema domótico en una vivienda unifamiliar, en un edificio o en una ciudad. Así, aparecen nuevos términos como la inmótica (para el sector terciario como oficinas, hoteles, etc.) y urbótica (para las ciudades o edificios inteligentes).

Otros campos de aplicación de la domótica van dirigidos a viviendas adaptadas (donde cumplen un papel fundamental), comercios, industrias (tanto grandes como pymes), granjas, instalaciones de servicios (hoteles, museos, teatros, polideportivos, hospitales, residencias geriátricas, oficinas, restaurantes, colegios, etc.) y en general en cualquier tipo de edificación. (Rodríguez, 2010).

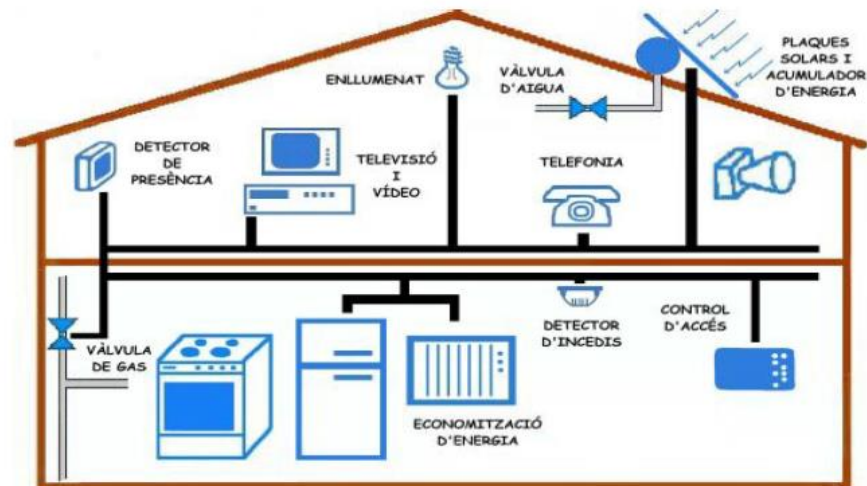
1.6.3.2 Definición

El paradigma de los edificios inteligentes ha experimentado un crecimiento importante en los últimos años. Esta evolución ha fraguado definiciones difíciles de asimilar que han suscitado largas discusiones y sobre las que, parece, se ha llegado a cierto consenso. En este primer apartado se va a intentar resumir el gran número de términos utilizados actualmente para referirse a los edificios inteligentes, tanto en español como en otra lenguas, tales como domótica (domotique), casa inteligente (Smart house), Sistemas domésticos(home systems). Automatización de viviendas (home automatitation), inmótica, urbótica, gestión técnica de la vivienda y de los edificios, bioconstrucción, viviendas ecológicas, sostenibles, edificios inteligentes (intelligent buildings), etc.

La frontera entre muchas de las definiciones presentadas es difusa y muchas veces se utilizan de forma indistinta para referirse a un mismo concepto.

La domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa; pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos Sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa (Fig. 4).

Figura 4 La Domótica es capaz de controlar diferentes aparatos de uso cotidiano



Fuente: Trabajo Experimental 2015

La vivienda domótica es, por lo tanto, aquella que integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento. La domótica, pues, buscar la integración de todos los aparatos del hogar, de forma que todo funcione en perfecta armonía, con la máxima utilidad y con la mínima intervención por parte del usuario. (Huidobro, 2007).

La Domótica es la incorporación al equipamiento de nuestras viviendas y edificios de una sencilla tecnología que permita gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y confortable para el usuario los distintos aparatos e instalaciones domesticas tradicionales que conforman una vivienda (la calefacción, la lavadora, la iluminación, etc.). (CEDOM, 2005).

La domótica es la integración de los servicios e instalaciones residenciales de toda tecnología que permita una gestión energéticamente eficiente, remota, confortable y segura, posibilitando una comunicación entre todas ellas. (Asociación de Domótica e Inmótica Avanzada (AIDA), 2003).

1.6.3.3 Gestión de la Producción y el consumo eléctrico.

Los Sistemas domóticos ofrecen una gran variedad de funcionalidades orientadas a monitorizar tanto el consumo como la producción eléctrica de una vivienda o edificio.

Actualmente los Sistemas permiten presentar al usuario final los datos del consumo eléctrico, pero la tendencia futura es que estos Sistemas de gestión de la electricidad envíen información a la empresa proveedora o suministradora de energía eléctrica, por medio de alguno de los Sistemas de comunicaciones disponibles (la propia línea eléctrica, ADSL, GSM, etc.). De esta forma, se tendrán Sistemas activos de gestión de la demanda eléctrica. Algunas de las funciones de estos Sistemas son

- Monitorizar el consumo eléctrico de todos los Sistemas de la vivienda: electrodomésticos, iluminación, Sistemas de comunicaciones, refrigeración y/o calefacción, etc. Esto permite tanto hacer una gestión personalizada del consumo eléctrico (consumo por franjas horarias, diario, mensual, etc.), como detectar malos funcionamientos de los equipos del hogar. El futuro de estos

dispositivos será notificar de estos consumos al productor de electricidad, de manera que se puedan ajustar con más exactitud los patrones de producción a los hábitos de consumo.

- Monitorizar la calidad del suministro eléctrico recibido, de forma que se puede notificar remotamente al suministrador de electricidad, mejorando así el funcionamiento global del Sistema de distribución eléctrica.
- Monitorizar la producción de electricidad en aquellos inmuebles que disponen de Sistemas de generación de electricidad por energía solar fotovoltaica u otros Sistemas (micros generadores, aerogeneradores, etc.). El usuario podrá saber en cada momento cuánta energía se está inyectando en la red y podrá obtener informes diarios, semanales y mensuales, que le permitirán incluso realizar la gestión económica de los ingresos que obtiene mediante la venta de la energía. Esta misma información es de gran utilidad también para la empresa compradora de la energía, no sólo a efectos de facturación, sino para poder prever la energía inyectada en red por los pequeños productores y planificar la producción basada en otras fuentes de energía que debe realizar (por franjas horarias, estaciones, etc.). (Santamaría, Lastres, 2007).

1.6.3.4 Introducción de la Domótica en los Edificios

1.6.3.4.1 Edificio

Un edificio según la clasificación de la tipología de la construcción “es una obra de construcción cubierta que puede utilizarse de manera independiente y que se ha construido con carácter permanente y sirve o está pensado para la protección de personas, animales u objetos”.

Uno de los requisitos básicos que debe cumplir toda edificación dice: “Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.” (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.4.2 Edificio Automatizado

Es un término clásico utilizado para referirse a un edificio o vivienda que tiene algún tipo de automatismo, de forma que, ante una solicitud prevista, da una respuesta adecuada dentro de una gama acotada y ordenada al mecanismo correspondiente para que actúe en consecuencia.

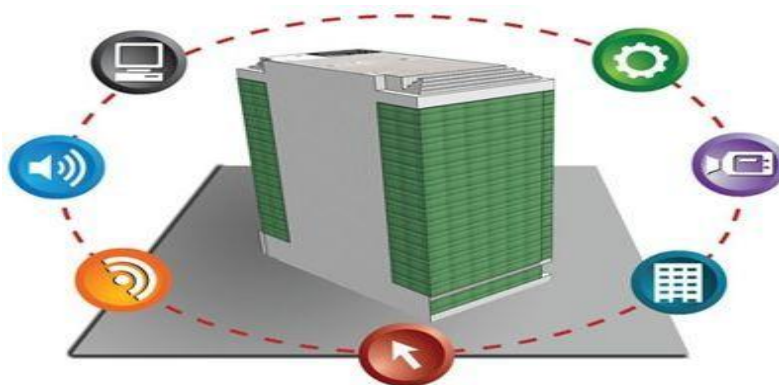
Incluye tres áreas: Confort, Ahorro Energético y Seguridad. Surge de la aplicación directa de la automatización, que comenzó en el siglo XIX, con el desarrollo industrial. De hecho, los primeros Sistemas de control aplicados a edificios fueron los mismos autómatas que se aplicaban a la industria.

El automatismo comenzó durante el siglo XIX con el desarrollo industrial, que permitía controlar y establecer secuencialmente los procesos productivos. En los edificios las primeras funciones que se controlaban eran el clima, para lograr un grado de confort y el control energético, para conseguir un óptimo consumo.

Posteriormente se comenzó a controlar otras funciones como el grado de humedad, la presión, el caudal de aire, etc. Además, el desarrollo de la electrónica permitió un control descentralizado de estos procesos, y finalmente la informática permitió una gestión en su control y centralización.

Los ejemplos más típicos de edificios automatizados son los grandes centros comerciales y los edificios de oficinas y bancos, a los cuales desde hace años se ha ido añadiendo servicios: las escaleras mecánicas, la calefacción centralizada, control de la iluminación, Sistemas anti incendio y antirrobo, etc. (Fig. 5).

Figura 5 Diferentes tipos de dispositivos a controlar en edificios



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Un concepto muy relacionado con el de edificio automatizado es el de la ecotrónica, que consiste en el uso o servicio que puede hacer toda la automatización electrónica y mecánica para mejorar la calidad de vida de las personas. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.4.3 Edificios Inteligentes

El término de edificios inteligentes es muy utilizado en la actualidad, aunque el calificativo de inteligente puede ser pretencioso. Fue en foros informáticos donde se comenzó a utilizarse para referirse a Sistemas con capacidad de procesar datos y conseguir un comportamiento similar al humano. De esta manera en principio se podría entender por edificio inteligente un edificio domotizado al que se le incorpora inteligencia artificial para simplificar el mantenimiento, hacerlo tolerante a fallos, etc. Pero el termino inteligente es muy amplio y se puede referir a muchos otros aspectos del edificio, como la interacción con el usuario (ambiente inteligente) y la interacción con el medio ambiente (edificio sostenible y ecológico), etc. Por lo tanto, un edificio inteligente debe ser un edificio domótico que además presente alguna característica que se pueda

considerar como inteligente, como por ejemplo: el manejo inteligente de la información, la integración con el medio ambiente, la facilidad de la interacción con los habitantes y anticiparse a sus necesidades, etc. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.4.4 Introducción de la Domótica en los edificios nuevos

La introducción de la domótica en los edificios nuevos depende principalmente de los promotores inmobiliarios, aunque está claro que si los usuarios demandan este tipo de Sistemas, los promotores terminarán por instalarlos, aunque sea de forma gradual. Puesto que el interés por la domótica es una realidad palpable en la sociedad y además su introducción en los edificios nuevos resulta bastante más barata que en los edificios preexistentes, no estamos lejos de la proliferación de promociones con estos Sistemas.

Según los expertos, la infraestructura básica para domotizar una vivienda, sólo encarece el precio entre un 1-2 % de media; algo ínfimo si se pondera lo mucho que mejora el atractivo de cara al público. No obstante, tanto en viviendas como en otro tipo de edificios, para conseguir la calidad deseada al menor coste posible, es importante que el promotor gestione adecuadamente el proyecto de instalación de los Sistemas domóticos.

En primer lugar, antes de realizar cualquier tipo de instalación es importante saber qué tecnologías es necesario implantar en un edificio

inteligente. Los edificios inteligentes están formados por una serie de redes de dispositivos, siendo sus componentes concretos descritos detalladamente en capítulos posteriores del libro, por lo que aquí se darán simplemente unas nociones generales de qué son y para qué sirven. (Huidobro, 2007)

1.6.3.4.5 Introducción de la Domótica en los edificios existentes

La introducción de la domótica en la vivienda construida es más cara por diversos motivos: el usuario no se aprovecha de las compras de dispositivos al por mayor que sí puede aprovechar el promotor, la dificultad de integrar los dispositivos con el resto de instalaciones del edificio es más compleja, las redes de interconexión de los distintos dispositivos tienen que ser tendidas sobre la infraestructura del edificio, el usuario no suele contar con experiencia en el diseño e instalación de Sistemas domóticos y debe adquirir los servicios de otros expertos, etc. (Huidobro, 2007)

1.6.3.5 Áreas de Aplicación

Un Sistema domótico proporciona una serie de funciones y ventajas que se puede agrupar en cuatro grandes áreas:

- Área de seguridad
- Área de confortabilidad
- Área de gestión de la energía

- Área de comunicaciones

Es importante decir que un Sistema estrictamente domótico es aquel que incide en esas cuatro áreas y que permite interactuar entre ellas, aunque muchas veces el usuario final solo necesita cubrir alguna de estas áreas muy concreta. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.5.1 Área de ahorro energético

Un Sistema domótico permite atender cada zona, programando los diferentes dispositivos de acuerdo a las necesidades y los horarios más adecuados, para obtener de la instalación el máximo rendimiento energético y económico. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.6 Los Sistemas de Control

Los diferentes elementos que forman un Sistema domótico, por si solos, tienen una capacidad de acción limitada. Por lo tanto, vamos a necesitar un Sistema de control para que estos elementos realicen las tareas encomendadas de una forma coordinada, racional y efectiva.

Los Sistemas de control se diseñan para facilitar al ser humano las tareas que este desempeña, sustituyendo la realización de un proceso manual por otro automatizado, de manera que la intervención humana sea mínima.

Los Sistemas de control son aquellos Sistemas capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas, animales y bienes. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.6.1 Características

Las principales características o rasgos generales que debe tener un Sistema de gestión técnica de un edificio inteligente se pueden resumir en los siguientes puntos:

- **Simple y fácil de utilizar.** El Sistema de control debe ser simple y fácil de utilizar para que sea aceptado por los usuarios finales. La interfaz de usuario deberá ser sencilla e intuitiva de utilizar, para permitir un aumento del confort.
- **Flexible.** Debe tener prevista la posibilidad de adaptaciones futuras, de forma que ampliaciones y modificaciones se pueden realizar sin un costo elevado ni un esfuerzo grande.

- **Modular.** El Sistema de control del edificio debe ser modular, para evitar fallos que puedan llegar a afectar a todo el edificio, y además debe permitir la fácil ampliación de nuevos servicios.
- **Integral.** El Sistema debe de permitir el intercambio de información y la comunicación entre diferentes áreas de gestión del edificio, de forma que los diferentes subsistemas estén perfectamente Automáticos.

Pero además se pueden apreciar otras características más específicas desde el punto de vista del usuario final o del punto de vista técnico.

1.6.3.6.2 Criterios referentes al usuario final.

Hay que dar la posibilidad de realizar preinstalación del Sistema en la fase de construcción. Facilidad de ampliación e incorporación de nuevas funciones. Simplicidad de uso.

1.6.3.6.3 Criterios desde el punto de vista técnico.

Topología de la red, tipo de arquitectura, medios de transmisión, tipo de protocolo y la velocidad de transmisión. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.7 Clasificación de los Sistemas de Control

Según sea la configuración empleada en los Sistemas de control, para implementar sus funciones se puede diferenciar entre Sistemas centralizados, Sistemas descentralizados y Sistemas distribuidos.

1.6.3.7.1 Sistemas centralizados

Los Sistemas centralizados se caracterizan por tener un único nodo que recibe toda la información de las entradas, que la procesa y envía a las salidas las órdenes de acción correspondientes (Fig. 6).

Figura 6 Los Sistemas centralizados en un solo Proceso



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Están unidos a un nodo central que dispone las funciones de control y mando.

Las ventajas de los Sistemas centralizados son:

- Los elementos sensores y actuadores son de tipo universal.

- Coste reducido o moderado.
- Fácil uso y formación.
- Instalación sencilla.

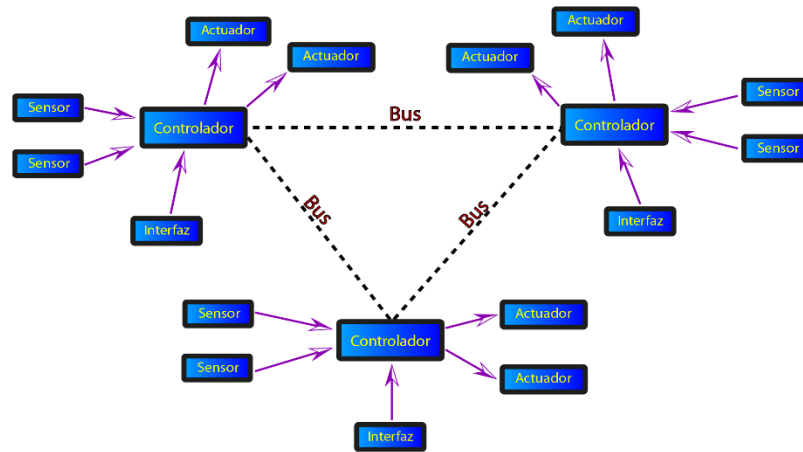
Los inconvenientes son:

- Cableado significativo.
- Sistema dependiente del funcionamiento óptimo de la central.
- Modularidad difícil.
- Reducida ampliabilidad.
- Capacidad del Sistema (canales o puntos). (Calafat, 2007).

1.6.3.7.2 Sistemas descentralizados

En este tipo de Sistemas existen diferentes elementos de control, cada uno de los cuales posee la capacidad de tratar la información que recibe y actuar en consecuencia de forma autónoma. En estos Sistemas los elementos de control están lo más cerca posible de los elementos que se deben controlar (Fig. 7).

Figura 7 Sistemas descentralizados



Fuente: Trabajo Experimental 2015

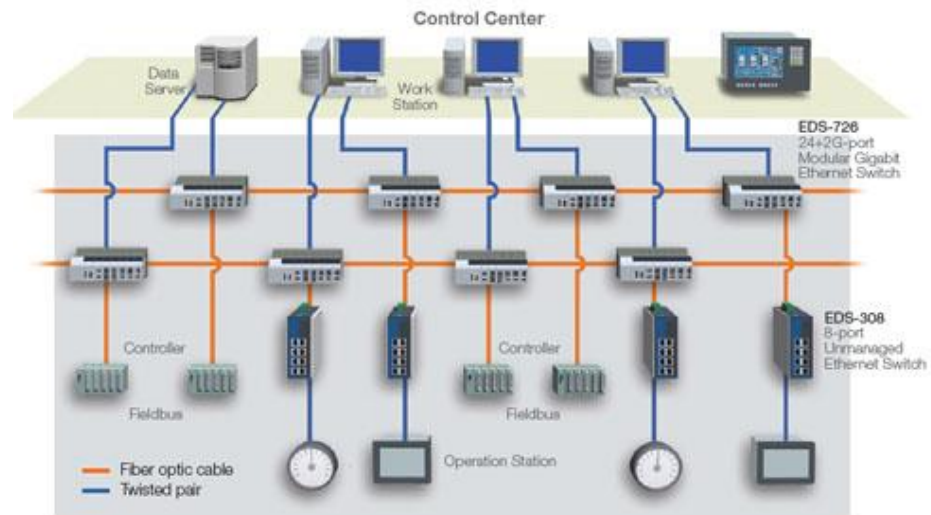
Mediante este método se eliminan los dos problemas mencionados en el Sistema centralizado. No existe una unidad de control central y, por lo tanto, el usuario no depende de un solo fabricante; por otra parte, la avería de cualquier elemento no afecta al funcionamiento del resto. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.7.3 Sistema de control distribuido

Los Sistemas distribuidos combinan las tipologías centralizada y descentralizada.

La inteligencia del Sistema está localizada en cada uno de los nodos de control y cada nodo tiene acceso físico directo a una serie limitada de elementos de red (Fig. 8).

Figura 8 Combinación tipologías centralizada y descentralizada



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Es necesario, al igual que en el caso de los Sistemas descentralizados, un protocolo de comunicaciones para que todos los módulos produzcan una acción coordinada.

Las ventajas de los Sistemas distribuidos son:

- Seguridad de funcionamiento.
- Posibilidad de rediseño de la red.
- Fácil ampliabilidad.
- Sensores y actuadores de tipo universal (económicos y de gran oferta).
- Coste moderado.
- Cableado moderado.

Como único inconveniente destacamos el hecho de que requieren programación o configuración. (Calafat, 2007).

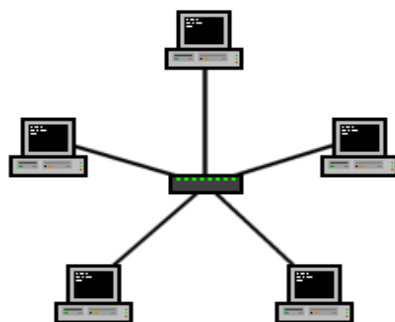
1.6.3.8 Topología de la Red

La topología de la Red, también denominada topología de cableado, se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable). Existen muchos tipos distintos de topologías: bipunto, estrella, anillo, árbol, malla, línea o bus, totalmente conectada, parcialmente conectada, etc. Las más utilizadas son: Estrella, Anillo, Bus, Árbol. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.8.1 Topología en estrella

En un Sistema en estrella (Fig. 9), todos los nodos que forman el Sistema están unidos a un controlador central (hub) y es este control central el que realiza las funciones de supervisión y control. En un Sistema en estrella, para comunicarse dos nodos cualesquiera éstos han de estar unidos al control central. (Rodríguez Arenas, 2010).

Figura 9 Sistema estrella

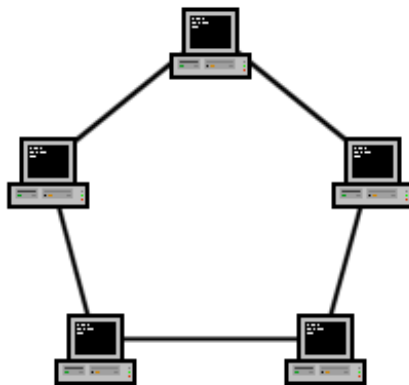


Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.8.2 Topología en anillo

Los elementos se encuentran interconectados formando un anillo cerrado (Fig. 10), por lo que la información pasa por todos los elementos. Sus principales ventajas son: control sencillo y mínimo cableado. Sus principales desventajas son: la vulnerabilidad a fallos debidos a que si falla un elemento falla toda la red y para añadir elementos es más complicado debido a que hay que paralizar el funcionamiento de la red. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

Figura 10 Sistema anillo



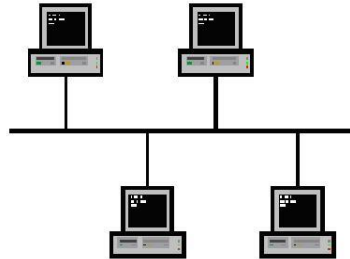
Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.8.3 Topología en bus

Todos los elementos del Sistema (sensores, actuadores y nodos) están ligados sobre una línea que describe el conjunto o una parte de la red. Todos los nodos transmiten y reciben señales a través de bus (Fig. 11). Como ventajas cabe citar la facilidad en cuanto a añadir y quitar nodos al bus y, por otra parte, que si un nodo tiene un fallo no afecta al resto del

Sistema. El inconveniente más importante está en la necesidad de contar con un protocolo de comunicación más sofisticado que en el resto de redes. (Calafat, 2007)

Figura 11 Sistema en bus

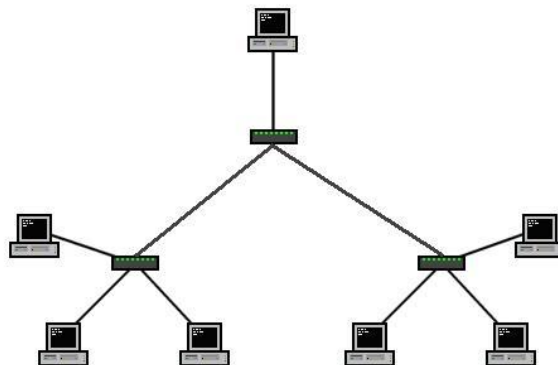


Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.8.4 Topología en árbol

La topología en árbol es una mezcla de las topologías en bus y en estrella (Fig. 12). Las ventajas e inconvenientes van a depender de la configuración final. (Rodríguez Arenas, 2010).

Figura 12 Sistema estrella que mezcla topologías en bus y estrella



Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.9 Medio de Transmisión

El medio de transmisión es el soporte físico que utilizan los diferentes elementos para intercambiar información unos con otros (par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio, infrarrojos, etc.).

1.6.3.9.1 Corrientes portadoras

Utilizan líneas de distribución ya existentes en el edificio para la transmisión de datos. Las más utilizadas son las líneas de distribución de energía eléctrica, aunque también se está comenzando a utilizar la línea telefónica tradicional. Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domesticas dado el bajo coste que implica su uso, ya que se trata de una instalación existente. Las especiales características de este medio lo hacen idóneo para su uso en las instalaciones domesticas ya existentes. Sus principales ventajas son el nulo coste de la instalación y la facilidad de conexionado. Y sus inconvenientes son la poca fiabilidad de transmisión de los datos y la baja velocidad de trasmisión. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.10 Tipos de Señales

Las señales, tanto de las de entrada como las de salida, de un Sistema de control pueden ser digitales y analógicas.

- Las señales digitales son aquellas que solamente pueden tener un determinado de valores. La más utilizada es la señal binaria, asociada a los valores 0 y 1.
- Las señales analógicas son aquellas que pueden tomar cualquier valor dentro de un margen determinado de funcionamiento. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.11 Protocolos de Comunicación

El protocolo de comunicación es el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del Sistema deber utilizar para entenderse unos con otros y que permiten el intercambio de información de una manera coherente.

De hecho, un Sistema domótico se caracteriza por el protocolo de comunicación que utiliza. Entre los protocolos existentes podemos realizar una primera clasificación, atendiendo a su estandarización, entre protocolos estándar y protocolos propietarios.

1.6.3.11.1 Protocolos estándar

Estos protocolos son los que, de alguna manera, son utilizados ampliamente por diferentes empresas y estas fabrican productos que son compatibles entre sí.

1.6.3.11.2 Protocolos propietarios

Son aquellos protocolos desarrollados por una empresa, que solo ella fabrica. Estos productos son capaces de comunicarse entre sí, pero no es posible utilizar componentes de otros fabricantes. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.12 Sistemas a gestionar en un Edificio

En un edificio inteligente existe una gran cantidad de Sistemas a gestionar.

Estos Sistemas también se suelen denominar servicios o aplicaciones y se pueden utilizar diferentes criterios de clasificación a la hora de agruparlos.

La clasificación más habitual de los Sistemas a gestionar es aquella que los agrupa dependiendo del tipo de servicio, formando los siguientes Sistemas: gestión de la energía, gestión de la seguridad, gestión del confort, gestión de las comunicaciones. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.12.1 Funciones de la Gestión de la Energía

- ✓ Programación y zonificación de la climatización y equipos domésticos.

- ✓ Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado.
Reduce la potencia contratada.

- ✓ Gestión de tarifas eléctricas: derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida, o aprovechándolas mediante acumuladores de carga.

- ✓ Detección de apertura de ventanas y puertas.

- ✓ Zonas de control de iluminación con encendido y apagado de luces interiores y exteriores dependiendo del grado de luminosidad, detección de presencia, etc.

(Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.13 Elementos que componen un Sistema Domótico

Los elementos comunes que componen cualquier Sistema de automatización de una vivienda son los siguientes:

- La unidad de control
- Los sensores
- Los actuadores
- Los aparatos terminales

1.6.3.13.1 Unidad de control

La unidad de control o controlador es la parte más importante del Sistema domótico, dado que es el dispositivo encargado de gestionar la información que recibe del sensor o detector y enviar los datos necesarios hacia el dispositivo de salida.

Se puede considerar el cerebro de la instalación. La unidad de control está en estado de vigilancia continuamente, recibiendo información constante de las entradas (detectores) que componen un Sistema y accionando los dispositivos de salida según la programación.

Todas las unidades de control disponen en su interior de un microprocesador, el cual requiere de una programación previa para efectuar un funcionamiento acorde con las características de instalación. No todos los elementos disponen del mismo tipo de microprocesador, dependiendo de la función que se tenga que realizar. Para ello el controlador se sirve de unos algoritmos de control, o modelos matemáticos

que utiliza el Sistema, que marcan los criterios y secuencias de los actuadores en función de la información recibida de los sensores. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.14 Sensores

La misión de un sensor es la conversión de magnitudes de una determinada naturaleza a otra, generalmente eléctrica (también se suelen denominar transductores). Estas magnitudes pueden ser físicas, químicas, biológicas, etc.

En un edificio, se encargaran de proporcionar toda la información necesaria para su posterior gestión. Sensores habilitantes son los de temperatura, humedad, presencia, iluminación, etc. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

Según la zona a vigilar/proteger son más adecuados unos Sistemas que otros, y lo común suele ser utilizar una combinación de varios de ellos: cuantos más, mejor.

En general, los sensores (detectores) que se utilizan, para la seguridad en el hogar, se clasifican en cinco tipos: de contacto, infrarrojos, ultrasonidos, vibración y microondas, aunque existen otros para aplicaciones especiales. (Huidobro, 2007).

Para valorar la calidad de un sensor hay que atender a sus características

Tabla 3 Características de los Sensores

CARACTERISTICA	DEFINICION
Amplitud	Diferencia entre los límites de medida.
Calibración	Patrón conocido de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida.
Error	Diferencia entre valor medido y valor real.
Exactitud	Concordancia entre valor medido y valor real.
Factor de escala	Relación entre la salida y la variable medida.
Fiabilidad	Probabilidad de no error.
Histéresis	Diferente recorrido de la medida al aumentar o disminuir ésta.
Precisión	Dispersión de los valores de salida.
Ruido	Perturbación no deseada que modifica el valor.
Sensibilidad	Relación entre la salida y el cambio en la variable medida.
Temperatura de Servicio	Temperatura de trabajo del sensor.
Zona de error	Banda de desviaciones permisibles de la salida.

(Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.14.1 Tipos de Sensores

Existen muchos tipos distintos de sensores que se pueden agrupar en función de determinados criterios de clasificación. A continuación se mostrarán algunos de ellos.

Tabla 4 Tipo de Sensores por Alimentación

TIPO	ATENDIENDO A SU ALIMENTACIÓN
Activos	Deben ser alimentados eléctricamente a los niveles apropiados (tensión, corriente, etc.). Son los más habituales.
Pasivos	No necesitan alimentación eléctrica.

(Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

Fuente: Trabajo Experimental 2015

Tabla 5 Tipo de Sensores por Señal Implicada

TIPO	ATENDIENDO A SU ALIMENTACIÓN
Continuos	Cuando las señales que proporcionan son continuas.
Discretos	Cuando las señales que proporcionan son discretas.

(Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.3.15 Sensores de Movimiento

El Sensor de Movimiento es un dispositivo que permite la detección de movimiento en estancias gracias a la tecnología de detección infrarroja que incorpora.

Además, este dispositivo cuenta con un sensor de luminosidad que combinado con las funciones propias del detector de movimiento proporcionan una gran funcionalidad.

1.6.3.16 Software de Control o Gobierno

Es el software de control que permite la parametrización, puesta en marcha y seguimiento o mantenimiento del Sistema. Controla al hardware de control y se comunica con él. El software puede estar basado en distintos Sistemas operativos.

En la actualidad se están utilizando páginas web y lenguaje Java.

Se le puede dividir en varios módulos, cada uno encargado de un subsistema como puede ser:

1.6.3.16.1 Control de la iluminación

Permite observar y decidir cuándo encender y apagar las luces de un edificio. Suelen permitir hacer una programación de encendido y apagado automático. (Romero, Vásquez, De Castro, 2011).

1.6.3.17 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación adapta la tensión de la red eléctrica a la que necesitan los circuitos electrónicos internos del autómata, tanto como a las posibles extensiones que se conecten. Algunos autómatas suelen llevar una pequeña batería, llamada batería tampón, para el mantenimiento de las memorias ante fallo o falta de tensión.

- Si son captadores pasivos, no hay ningún problema en conectarlos a la fuente de alimentación
- Si son captadores activos, tendremos que tener en cuenta la corriente que consume cada uno de ellos con el fin de evitar una posible sobre carga en la fuente. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.3.18 Interfaz de Comunicaciones

Todo autómata programable posee una interfaz de comunicaciones para facilitar la comunicación con los diferentes dispositivos. Se podría decir que la interfaz de comunicación es el conjunto de medios ya sean hardware o software, mediante los cuales el programador puede “dialogar” con el autómata.

Los dispositivos con los que podemos dialogar con el autómata son los siguientes:

1.6.3.18.1 Unidad de programación

Suele ser pequeña, el tamaño de una calculadora. Con ella se puede programar el autómata y hacer pequeñas modificaciones del programa.

1.6.3.18.2 Consola de programación

Es un terminal, a modo de ordenador, que proporciona otra forma de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómata.

1.6.3.18.3 Ordenador personal o PC (Personal Computer).

Es el modo más potente y más empleado en la actualidad. Permite programar, almacenar en soporte magnético, imprimir el programa y las variables internas, transferir datos, etc. (Rodríguez Arenas, 2010).

1.6.4 Arduino

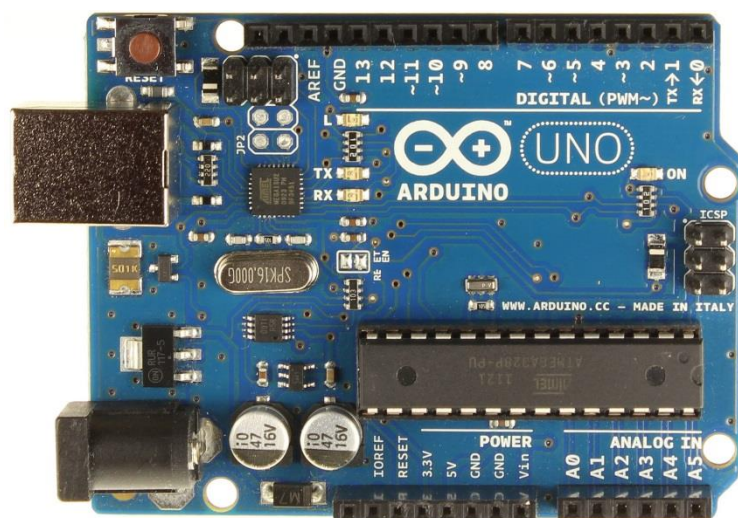
1.6.4.1 Introducción

Arduino (Fig. 13) es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. (Enríquez, 2009).

Una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas de E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Figura 13 Arduino Uno con micro controladores programables



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Cuando hablamos de “placa hardware” nos estamos refiriendo en concreto a una PCB (del inglés “printed circuit board”, o sea, placa de circuito impreso). Las PCBs son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica o plástica) sobre las cuales aparecen laminadas (“pegadas”) pistas de material conductor (normalmente cobre). Las PCBs se utilizan para conectar eléctricamente, a través de los caminos conductores, diferentes componentes electrónicos soldados a ella. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico (en contraposición a una breadboard, perfboard o similar) pero, al contrario que estas, una vez fabricada, su diseño es bastante difícil de modificar. Así pues, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. (Torrente, 2013)

De acuerdo a la página oficial de Arduino, la presentación de general dice “El Arduino uno es un microcontrolador basado en la hoja de datos ATmega328”, lo que permite realizar un trabajo más confiable.

Arduino Uno. Overview. Los microcontroladores. Artículo digital disponible en: <http://arduino.org/products/arduino-uno>. Último acceso: 10 de marzo del 2015.

1.6.4.2 Hardware Libre

Figura 14 Hardware Libre, electrónica libre o máquinas libres



Fuente: Trabajo Experimental 2015

A la sombra del crecimiento del software libre (Fig. 14), ha aparecido en los últimos años el llamado hardware libre. Su objetivo es crear diseños de aparatos informáticos de forma abierta, de manera que todas las personas puedan acceder, como mínimo, a los planos de construcción de los dispositivos. Lejos de ser una novedad, esta corriente enlaza directamente con década de los años 70, cuando los primeros aficionados a los ordenadores construían sus propios equipos en los garajes con piezas compradas a diferentes fabricantes y creaban sus propias implementaciones.

La denominación de hardware libre se refiere a la libertad de poder utilizar el dispositivo y su documentación, no a que sea necesariamente gratuito. Aunque comparta filosofía con el software libre, debido a la propia naturaleza de estos componentes físicos, muchos de sus preceptos son limitados. Básicamente se considera que un hardware es abierto si cumple una serie de requisitos.

La información sobre la manera de comunicarse con el hardware, el diseño del mismo y las herramientas utilizadas para crear ese diseño deben ser

publicados para ser usadas libremente. De esta manera se facilita el control, implementación y mejoras en el diseño por la comunidad de desarrolladores. Sin embargo, debido a la gran cantidad de patentes que existen en la creación de componentes informáticos, muchas veces se hace complicado el conseguir una solución óptima que previamente no haya sido patentada por una empresa. Además, cada vez más, los componentes informáticos son lanzados al mercado con una limitada documentación, hasta el punto de hacer imposible una reparación.

Hardware Libre. Overview. ¿Qué es el Hardware Libre? Artículo digital disponible en:

<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2007/2007prim/tecnologia41/hardware-mi-211107.asp>. **Último acceso: 11 de marzo del 2015.**

1.6.4.3 Software Libre

Figura 15 Logo GNU, Free Software, respeta la libertad de todos los usuarios que adquirieron el producto



Fuente: Trabajo Experimental 2015

El software libre¹, es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre su producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, modificado, y redistribuido libremente. Según la Free Software Foundation (Fig. 15), el software libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar el software y distribuirlo modificado.

1.6.4.4 Copyleft

Es un movimiento social y cultural alternativo al Sistema tradicional del copyright que aboga por el uso de licencias libres para compartir y reutilizar recursos (Fig. 16).

Figura 16 Permite la libre distribución de copias y versiones modificadas



Fuente: Trabajo Experimental 2015

¹ En inglés free software, aunque esta denominación también se confunde a veces con "gratis" por la ambigüedad del término "free" en el idioma inglés, por lo que también se usa "libre software" y "logical libre"

Hay diferentes tipos de licencias libres, las más utilizadas son las licencias Creative Commons.

1.6.4.5 Creative Commons

Figura 17 Permite usar y compartir tanto la creatividad como el conocimiento



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Creative Commons es una organización sin ánimo de lucro que fue fundada por Lawrence Lessing, Profesor de Derecho en la Universidad de Stanford, que ofrece modelos de licencias libres que permiten a los autores depositar su obra de forma libre en Internet (Fig. 17), limitando los usos que de dichas obras se pueden hacer. Están muy relacionadas con el movimiento de acceso abierto (Open Access) y se incluyen en los repositorios institucionales para que los autores al depositar sus documentos puedan elegir las condiciones de acceso y protección de su obra.

Las licencias Creative Commons, nacen para compartir y reutilizar las obras de creación bajo ciertas condiciones. Con las licencias Creative Commons, el autor autoriza el uso de su obra, pero la obra continua estando protegida.

Frente al COPYRIGHT que quiere decir “todos los derechos reservados”, las Creative Commons proponen “algunos derechos reservados”.

Las cuatro condiciones de las licencias Creative Commons son:

Reconocimiento: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, realizar obras derivadas (traducción, adaptación, etc.) y hacer de ella un uso comercial, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original.

Sin obra derivada: El autor no permite generar obras derivadas.

No comercial: El autor no permite el uso comercial.

Compartir igual: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas pero bajo la misma licencia.

1.6.4.5.1 Tipos de licencias Creative Commons

Reconocimiento: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, realizar obras derivadas (traducción, adaptación, etc.) y hacer de ella un uso comercial, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original.

Reconocimiento - Sin obra derivada: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y hacer de ella un uso

comercial siempre y cuando siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No permite generar obra derivada.

Reconocimiento - Sin obra derivada - No comercial: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, siempre y cuando siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No permite generar obra derivada ni utilizarla con finalidades comerciales.

Reconocimiento - No comercial: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. No se permite utilizar la obra con fines comerciales.

Reconocimiento - No comercial - Compartir igual: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. La distribución de las obras derivadas deberá hacerse bajo una licencia del mismo tipo. No se permite utilizar la obra con fines comerciales.

Reconocimiento - Compartir igual: El autor permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, generar obras derivadas y hacer de ellas un uso comercial, siempre y cuando se cite y reconozca al autor original. Se permite la distribución de la obra derivada pero única y exclusivamente con una licencia del mismo tipo.

Todas las licencias Creative Commons obligan al reconocimiento del autor de la obra y, si el autor quiere, también deberá indicarse la fuente (por ejemplo, institución, publicación o revista) donde se ha publicado. Las licencias Creative Commons son de carácter gratuito y que, por tanto, la mejor manera de asegurar la remuneración del autor es excluyendo los usos comerciales y las obras derivadas (es decir, la licencia de Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada). Estas licencias se establecen a perpetuidad, es decir, toda la duración de la protección de la obra. El autor se reserva el derecho, en cualquier momento, de explotar la obra con otra licencia (sea Creative Commons o no), o, incluso, de retirarla, pero la licencia previamente otorgada continuará vigente. Las licencias Creative Commons no tienen carácter de exclusividad, por tanto el autor puede otorgar otras licencias sobre la misma obra con condiciones diferentes, pero las subsiguientes licencias sólo se podrán otorgar en régimen de no exclusividad.

El uso de obras con licencias Creative Commons obliga a:

Cuando un usuario decide utilizar una obra con una licencia Creative Commons, se convierte en licenciataria y se compromete a aceptar y respetar las condiciones de la licencia establecida por el autor.

En el caso de incumplimiento o infracción de una licencia Creative Commons, el autor, como con cualquier otra obra y licencia, habrá de recurrir a los tribunales. Cuando se trate de una infracción directa (por un

usuario de la licencia Creative Commons), el autor le podrá demandar tanto por infracción de la propiedad intelectual como por incumplimiento contractual (ya que la licencia crea un vínculo directo entre autor y usuario/licenciatarario). El derecho moral de integridad recogido por la legislación española queda protegido aunque no aparezca en las licencias Creative Commons. Estas licencias no sustituyen ni reducen los derechos que la ley confiere al autor; por tanto, el autor podría demandar a un usuario que, con cualquier licencia Creative Commons, hubiera modificado o mutilado su obra causando un perjuicio a su reputación o sus intereses. Por descontado, la decisión de cuándo ha habido mutilación y de cuándo la mutilación perjudica la reputación o los intereses del autor quedaría en manos de cada Juez o Tribunal.

Copyleft y Creative Commons. Overview. Las Licencias Creative Commons Artículo digital disponible en:
<http://www.bib.upct.es/licencias-creative-commons>. **Último acceso: 11 de marzo del 2015.**

1.6.4.6 Porque utilizar Arduino

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar.

Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y accionados interesados sobre otros Sistemas:

- Barato: Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladores. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de Arduino preensamblados cuestan menos de 50\$.
- Multiplataforma: El software de Arduino se ejecuta en Sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los Sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y clara: El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación Processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.
- Código abierto y software extensible: El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C

en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres.

- Código abierto y hardware extensible: El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero. (Enríquez Herrado. 2009)

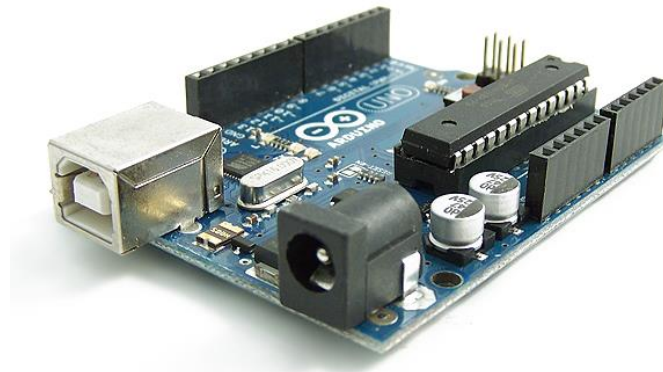
Arduino nació en el año 2005 en el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia), centro académico donde los estudiantes se dedicaban a experimentar con la interacción entre humanos y diferentes dispositivos (muchos de ellos basados en microcontroladores) para conseguir generar espacios únicos, especialmente artísticos. Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en las aulas que fuera de bajo coste, que funcionase bajo cualquier Sistema operativo y que contase con documentación adaptada a gente que quisiera empezar de cero.

La idea original fue, pues, fabricar la placa para uso interno de la escuela. (Torrente, 2013)

1.6.4.7 Arduino Uno

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328 (Fig. 18). Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

Figura 18 Arduino uno



Fuente: Trabajo Experimental 2015

El Uno es diferente de todas las placas anteriores en que no utiliza el chip controlador de USB a serial FTDI. En lugar de ello, cuenta con la Atmega16U2 (Atmega8U2 hasta la versión R2) programado como convertidor USB a serie.

Revisión 3 de la placa tiene las siguientes características nuevas:

1.0 pinout: SDA añadido y pines SCL que están cerca al pin AREF y otros dos nuevos pasadores colocados cerca del pin RESET, la instrucción IOREF que permiten a los escudos para adaptarse a la tensión suministrado desde la pizarra. En el futuro, escudos serán compatibles tanto con el tablero que utiliza el AVR, que funciona con 5V y con el Arduino Debido que funciona con 3.3V. El segundo es un pin no está conectado, que se reserva para usos futuros.

"UNO" en italiano y se nombra para conmemorar el próximo lanzamiento de Arduino 1.0. El Uno y la versión 1.0 serán las versiones de referencia de Arduino, moviéndose hacia adelante. El Uno es el último de una serie de placas Arduino USB y el modelo de referencia para la plataforma Arduino; para una comparación con las versiones anteriores, consulte el índice de la placa Arduino.

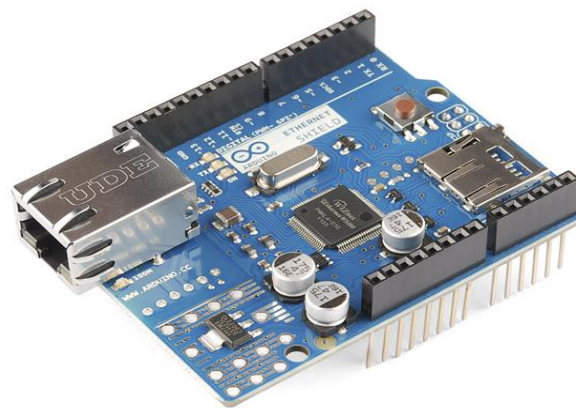
Arduino 1. Overview. Arduino Board Uno Artículo digital disponible en:
<http://arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno> **Último acceso: 11 de marzo del 2015.**

1.6.4.8 Arduino Ethernet Shield

Al igual que el modelo UNO, la placa Ethernet está basada en el microcontrolador ATmega328P (y por lo tanto, tiene la misma cantidad de memoria Flash, SRAM y EEPROM), y también tiene el mismo número de pines de entrada/salida digitales y de entradas analógicas. El resto de

características también es muy similar al modelo UNO. La mayor diferencia que existe con la placa UNO es que la placa Ethernet incorpora un zócalo de tipo RJ-45 para poder conectarse mediante el cable adecuado (cable de par trenzado de categoría 5 o 6) a una red de tipo Ethernet (Fig. 19).

Figura 19 Arduino Ethernet Shield



Fuente: Trabajo Experimental 2015

La placa Arduino Ethernet permite, pues, transferir datos entre ella misma (los cuales pueden ser obtenidos de algún sensor, por ejemplo) y cualquier otro dispositivo conectado a su misma red LAN (normalmente, un computador que los recopila y guarda), o viceversa: transferir datos entre un dispositivo conectado a la LAN (normalmente, un computador ejecutando algún tipo de software de control) y ella misma (la cual puede estar conectada a algún actuador controlado remotamente por ese computador). También se puede lograr, gracias al establecimiento del enrutamiento de paquetes adecuado, comunicar nuestra placa Ethernet con cualquier dispositivo conectado a cualquier red del mundo fuera de nuestra LAN privada

(incluyendo “Internet”), con lo que sus posibilidades de uso se disparan.
(Torrente, 2013)

1.6.5 Base de Datos

1.6.5.1 Introducción

En la actualidad, todas las personas interactúan con datos que, de alguna manera, se almacenan en un medio físico y se asocian a un Sistema informático que los registra y permite su acceso. Por ejemplo si desde su casa o desde un teléfono móvil, una persona marca un número de teléfono, lo que se hace es utilizar los datos registrados dentro de una empresa telefónica, que reconoce el teléfono, el origen de la llamada y el número del receptor. Eso implica una serie de acciones que desencadenan una serie de controles y registros en una base de datos. Con respecto al control, se deduce que este debe verificar la existencia del número receptor o que, por ejemplo, no se encuentre ocupado: de lo contrario, es una llamada equivocada. Una vez establecida la comunicación, el Sistema informática registrara mínimamente su número, número destino, la hora de inicio y la hora de final de la llamada, al momento de dar finalizada la comunicación. Dichos registros son los que permiten obtener la facturación de los clientes y de todos los reportes que se soliciten. (López Maldonado, Castellano Pérez, Ospina Rivas, 2013)

1.6.5.2 Definición

Un Sistema de base de datos es básicamente un Sistema computarizado para llevar registros. Es probable considerar a la propia base de datos como una especie de armario electrónica para archivar, es decir, es un depósito o contenedor de una colección de archivos de datos computarizados.

Los usuarios del Sistema pueden realizar una variedad de operaciones sobre dichos archivos, por ejemplo:

- Agregar nuevos archivos vacíos a la base de datos.
- Insertar datos dentro de los archivos existentes.
- Recuperar datos de los archivos existentes.
- Modificar datos en archivos existentes.
- Eliminar datos de los archivos existentes.
- Eliminar archivos existentes de la base de datos. (Date, 2001)

1.6.5.2.1 Estructura de una Base de Datos

Una base de datos almacena los datos a través de un esquema. El esquema es la definición de la estructura donde se almacenan los datos, contiene todo lo necesario para organizar la información mediante tablas, registros (filas) y campos (columnas). También contiene otros objetos necesarios para el tratamiento de los datos (procedimientos visuales, índices, etc.). Al

esquema también se le suele llamar metainformación, es decir, información sobre la información o metadatos (Fig. 20).

Figura 20 Consulta de un esquema de una base de datos en MySQL

TIPOS

```
mysql> select table_schema, table_name, table_rows
      -> from information_schema.tables
      -> where table_schema= 'jardineria';
```

table_schema	table_name	table_rows
jardineria	Clientes	36
jardineria	DetallePedidos	295
jardineria	Empleados	32
jardineria	GamasProductos	0

Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.5.3 Gestor de Base de Datos

Los gestores de base de datos Oracle, MySQL y DB2, entre otros, almacenan el esquema de la base de datos en tablas, de tal manera que el propio esquema de la base de datos se puede tratar como si fueran datos comunes de la base de datos. (Reinosa, 2012).

Evolución y tipos de bases de datos

Tabla 6 Cuadro de tipos de Base de Datos (Ricardo, 2009)

Base de datos	Datos almacenados	Ubicación
Sistemas de ficheros Jerárquicas En red	Datos en ficheros Estructuras de datos (listas y árboles) Estructuras de datos (árboles y grafos)	Varios ficheros
Relacionales Orientadas a objetos Geográficas Deductivas Documentales Gestores	Teoría de conjuntos y relaciones Objetos complejos con comportamiento Puntos, Líneas y Polígonos Hechos y Reglas Documentos	Una o varias BBDD
Distribuidas Multidimensionales	Múltiples Cubos	Varias BBDD en varios ordenadores

Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.5.4 Sistemas Gestores de Base de Datos

Se define un Sistema gestor de base de datos, en adelante SGBD, como el conjunto de herramientas que facilitan la consulta, uso y actualización de una base de datos. Un ejemplo de software Gestor de Base de Datos en Oracle 11g que incorpora un conjunto de herramientas software que son capaces de estructurar en múltiples discos duros ficheros de una base de datos, permitiendo el acceso a sus datos tanto a partir de herramientas graficas como

a partir de potentes lenguajes de programación (PL-SQL, php, c++....).
(Reinosa, 2012).

1.6.5.5 MySQL

MySQL es el Sistema de administración de bases de datos² más popular, desarrollado y proporcionado por MySQL AB. Es un Sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario.

MySQL fue escrito en C y C++ y destaca por su gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo, permitiendo su interacción con los lenguajes de programación más utilizados como PHP, Perl y Java y su integración en distintos Sistemas operativos.

También es muy destacable, la condición de open source de MySQL, que hace que su utilización sea gratuita e incluso se pueda modificar con total libertad, pudiendo descargar su código fuente. Esto ha favorecido muy positivamente en su desarrollo y continuas actualizaciones, para hacer de MySQL una de las herramientas más utilizadas por los programadores orientados a Internet.

Según las cifras del fabricante, existirían más de seis millones de copias de MySQL funcionando en la actualidad, lo que supera la base instalada de cualquier otra herramienta de bases de datos. (Davis, Phillips, 2008).

² Siglas en Ingles, Database Management System, DBMS

1.6.5.6 Lenguajes de Programación

Los lenguajes de programación nos permiten crear aplicaciones para resolver problemas específicos de empresas o personas a través de la computadora.

Un lenguaje de programación está formado por un conjunto de palabras (Instrucciones) y una serie de reglas para escribir adecuadamente estas palabras (Sintaxis) con la finalidad de que sean entendibles por la computadora.

Recordando que un programa es un conjunto de instrucciones con secuencia lógica para realizar una tarea específica en la computadora.

Lenguajes de Programación. Conceptos de Lenguajes de Programación.

Artículo digital disponible en:

<http://es.kioskea.net/contents/langages/langages.php3>.

Último acceso: 11 de marzo del 2015.

1.6.5.7 Conceptos de MySQL

Es un Sistema para la administración de base de datos relacionadas (conocido con las siglas RDBMS en inglés o SGBDR en español) rápido y sólido. Las bases de datos permiten almacenar, buscar, ordenar y recuperar datos de forma eficiente. El servidor de MySQL controla el acceso a los datos para

garantizar el uso simultáneo de varios usuarios, para proporcionar acceso a dichos datos y asegurarse de que sólo obtienen acceso a ellos los usuarios con autorización. Por lo tanto, MySQL es un servidor multiusuario y de subprocesamiento múltiple. Utiliza SQL³, el lenguaje estándar para la consulta de bases de datos utilizado en todo el mundo. MySQL lleva disponible desde 1996 pero su nacimiento se remonta a 1979. Ha obtenido el galardón Choise Award de Linux Journal Readers en varias ocasiones.

MySQL se distribuye bajo un Sistema de licencias dual. Puede utilizarlo bajo una licencia de código abierto (GPL⁴), que es gratuita mientras cumpla las condiciones de la misma. Si desea distribuir una aplicación que no desea GPL y que incluya MySQL, puede adquirir una licencia comercial.

1.6.5.8 PHP

PHP es un lenguaje de secuencia de comandos de servidor diseñado específicamente para la Web. Dentro de una página Web puede instalar código PHP que se ejecutara cada vez que se visite una página. El código PHP se interpreta en el servidor Web y genera código HTML y otro contenido que el visitante podrá ver.

PHP fue concebido en 1994 y es fruto del trabajo de un hombre. Rasmus Lerdof. Has ido adoptado por otras personas de talento y a experimentado cuatro importantes transformaciones hasta convertirse en el producto actual.

³ Del inglés Structured Query Language, Lenguaje de consulta estructurado.

⁴ La Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés GNU General Public License (o simplemente sus siglas del inglés GNU GPL)

En agosto de 2004, se encontraba instando en 17 millones de dominios de todo el mundo y su número crece rápidamente.

PHP es un producto de código abierto, lo que quiere decir que puede acceder a su código. Puede utilizarlo, modificarlo y redistribuirlo sin coste alguno. Las siglas PHP equivalen inicialmente a *Personal Home Page*⁵ pero se modificaron de acuerdo con la convención de designación de GNU⁶, y ahora equivale PHP *Hipertext Preprocessor*⁷.

En la actualidad, PHP está en su versión 5. Esta versión incorpora mejoras importantes en lo que respecta al motor Zend Framework⁸ subyacente y al lenguaje que utiliza.

1.6.5.9 Razones para utilizar PHP y MySQL

Al desarrollar un sitio de comercio electrónico, se pueden utilizar una gran cantidad de productos diferentes:

- Hardware de servidor Web.
- Un Sistema operativo.
- Software de servidor Web.
- Un Sistema de administración de base de datos.
- Un lenguaje de secuencia de comandos o de programación.

⁵ Pagina de inicio personal (PHP).

⁶ Del Inglés GNU's Not Unix, Gnu no es Unix.

⁷ Preprocesador de hipertexto PHP.

⁸ ZF: es una, marco de aplicación web orientada a objetos de código abierto implementado en PHP 5 y licenciado bajo la licencia BSD Nueva.

Algunas de estas opciones dependen de otras. Por ejemplo, no todos los Sistemas operativos se ejecutan sobre todo el hardware ni todos los lenguajes de secuencia de comandos se pueden conectar a bases de datos, etc. Una de las ventajas de PHP y MySQL es que funcionen en cualquier Sistema operativo importante y en otros Sistemas menores.

Gran parte del código PHP se puede escribir como portable entre los distintos Sistemas operativos de servidores Web. Existen algunas funciones de PHP que se relacionan específicamente con el Sistema de archivos que depende del Sistema operativo, pero éstos se destacan con claridad. Sea cual sea el hardware, el Sistema operativo y servidor Web que elija, le recomendamos que considere seriamente la opción de utilizar PHP y MySQL.

1.6.5.10 Algunas de las cualidades de PHP

Entre los competidores principales de PHP se puede citar a Perl, Microsoft Active Server Pages (ASP), Ruby (en Rails o en cualquier otro), Java Server Pages (JSP) y ColdFusion. En comparación con estos productos, PHP cuenta con muchas ventajas, entre las cuales se encuentran las siguientes (Welling & Thomson, 2009):

- Alto rendimiento.
- Escalabilidad.
- Interfaces para diferentes de Sistemas de base de datos.
- Biblioteca incorporada para muchas tareas Web habituales.

- Bajo coste.
- Facilidad de aprendizaje y uso.
- Compatibilidad con el enfoque orientado a objetos.
- Portabilidad.
- Flexibilidad en el desarrollo.
- Disponibilidad de código abierto.
- Disponibilidad de asistencia técnica y documentación.

1.6.6 Redes

1.6.6.1 Introducción

El término “red informática” es usado desde hace muchos años para identificar a toda estructura que combine los métodos físicos y técnicos necesarios para interconectar equipos informáticos con el propósito de lograr un intercambio efectivo de información en un entorno específico , ya sea laboral , personal o global . (Katz, 2013).

Por un lado (Figura 21), las redes de computadoras representan un caso particular de los Sistemas de cómputo distribuido en los que un grupo de computadoras trabajan de manera coordinada para realizar una serie de tareas interrelacionadas mediante el intercambio de datos de manera automática. Las redes de computadoras también pueden considerarse como un medio de transmitir información a larga distancia. Para hacer lo anterior, las redes de computadoras implementan varios métodos para codificar y multiplexar

datos, los cuales han sido adoptados ampliamente por los Sistemas de telecomunicaciones (Olifer, 2009).

Figura 21 Evolución de las computadoras y las redes



Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.6.2 Funcionamiento de una Red

El funcionamiento de una red, por más simple que parezca, es un proceso complejo.

Las comunicaciones que fluyen naturalmente entre los equipos conectados dependen de cientos (o miles) de factores clave, que deben ponerse a punto al máximo detalle para lograr una comunicación exitosa.

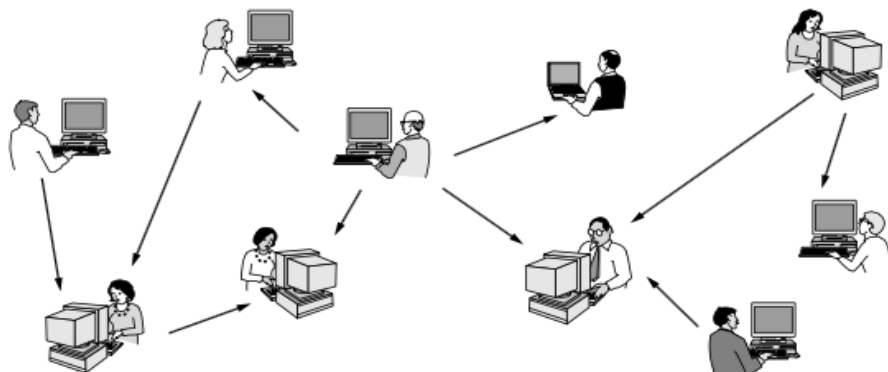
Sin nosotros saberlo ni notarlo, nuestra información es trasladada por diferentes partes geográficamente separadas, pero correctamente conectadas entre sí, y configuradas de una manera que permita un flujo eficiente y rápido de información.

Son justamente estas configuraciones complejas las que hacen buenas a una red, ya que gracias a ellas podemos contar con comunicaciones exitosas alrededor del planeta, como ser una llamada telefónica desde la Argentina hasta Japón, o un video conferencia entre EE.UU y Singapur (Katz, 2013).

La comunicación de igual a igual se utiliza con frecuencia para compartir música y videos. Su mayor impacto fue en 2000 con un servicio de compartición de música llamado Napster, el cual se desmanteló después de lo que tal vez haya sido el caso de infracción de derechos de autor más grande de la historia que se haya documentado (Lam y Tan, 2001; y Macedonia, 2000). También existen aplicaciones legales para la comunicación de igual a igual, como los fanáticos que comparten música del dominio público, las familias que comparten fotografías y películas caseras, y los usuarios que descargan paquetes de software públicos (Fig. 22). De hecho, una de las aplicaciones más populares de Internet, el correo electrónico, es sin duda una aplicación de comunicación de igual a igual. Y es probable que esta forma de

comunicación crezca de manera considerable en lo futuro (Tanenbaum A. – Wetherall D., 2012).

Figura 22 En un Sistema de igual a igual no hay clientes servidores fijos como en llamadas o video conferencia



Fuente: Trabajo Experimental 2015

1.6.6.3 Redes LAN

Las redes LAN⁹, como su nombre lo indica son el tipo de redes que se utilizan cuando se desea interconectar un entorno local, limitado y no muy abarcado.

⁹ Local Área Network, Red de área local.

Las redes LAN se usan para conectar entornos privados, ya sea un hogar o una organización, en donde las comunicaciones establecidas permanecen en el perímetro interno que se desea interconectar. Estas redes se caracterizan por poseer velocidades de transferencias altas y presentar una tasa de errores muy baja, gracias al hecho de mantenerse en un entorno de conectividad limitado.

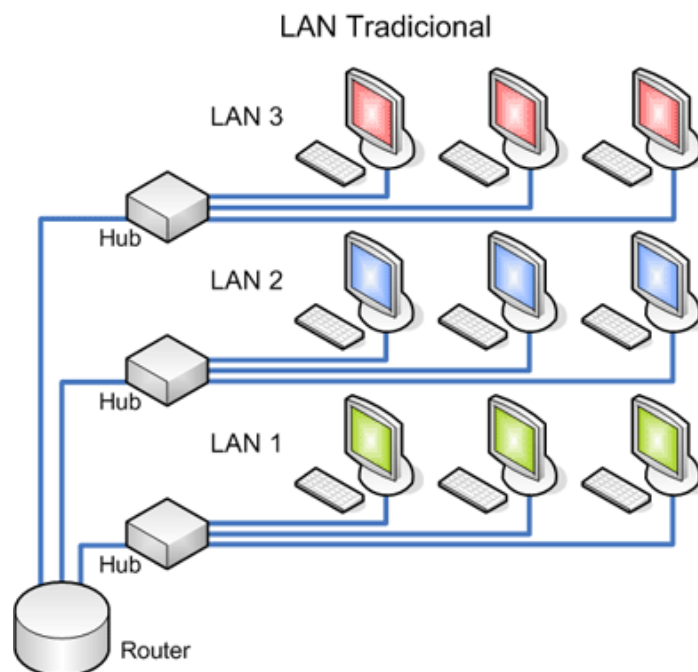
Las comunicaciones dentro de estas redes generalmente abarcan las capas 1 y 2 del Modelo OSI¹⁰, ya que en la mayoría de los entornos LAN existe una red única. Sin embargo, es normal encontrar entornos donde las redes estén segmentadas, en cuyo caso se debería incorporar componentes y protocolos que operen en capa 3 (red), para enrutar las comunicaciones entre dichas redes. El hardware comúnmente utilizado para interconectar en estas redes son los switches. Cuando haya segmentación de redes dentro de una LAN (Fig. 23), se deberán incorporar routers de perímetro, e incluso se puede requerir el uso de firewalls. Más adelante en este capítulo analizaremos en detalle estos componentes.

Lo importante a destacar sobre el hardware utilizado en este tipo de redes es que la organización es dueña de los componentes físicos. Es decir, el hardware necesario para la implementación de estas redes no es alquilado ni cedido, sino adquirido por la organización en cuestión (Katz, 2013).

¹⁰ Open System Interconnection; Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos.

Las LAN representan grupos de computadoras concentradas en una región relativamente pequeña, por lo general dentro de un radio que no excede de 2.5 kilómetros, aunque las LAN pueden excederse para abarcar áreas mayores (docenas de kilómetros). En general, las LAN representan un Sistema de comunicación que pertenece una sola organización (Olifer, 2009).

Figura 23 Red de local LAN



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Las tecnologías de redes es un conjunto coordinado de software y hardware (por ejemplo, controladores, adaptadores de red, cables y conectores) y mecanismos para la transmisión de datos a través de enlaces de comunicación, superficies para construir una res de computadoras.

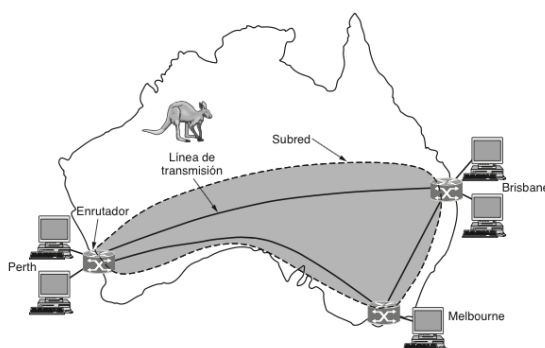
1.6.6.4 Redes WAN

Las redes WAN¹¹, son redes de gran amplitud, generalmente utilizadas para conectar sitios geográficos significativamente alejados, por ejemplo, continentes cruzando océanos.

Es el tipo de red utilizado para interconectar a nuestro planeta por completo, permitiéndonos comunicarnos con nuestros pares a miles de kilómetros de distancia en cuestión de segundos. Las redes WAN están formadas por concentradores de red de gran tamaño y funcionamiento complejo, ubicados en lugares específicos y conectados a través de cables tendidos por tierra o por mar, y satélites gravitando en el espacio.

La red WAN más popular es internet, que nos permite acceder a contenido publicado en cualquier parte del mundo (Fig. 24), instantáneamente. Otras redes WAN conocidas son GPRS y 3G (Katz, 2013).

Figura 24 Una WAN que conecta tres sucursales en Australia.



Fuente: Trabajo Experimental 2015

¹¹ Wide Área Network, Red de área amplia.

En la mayoría de las redes WAN, la subred cuenta con dos componentes distintos: líneas de transmisión y elementos de conmutación. Las líneas de transmisión mueven bits entre máquinas. Se pueden fabricar a partir de alambre de cobre, fibra óptica o incluso enlaces de radio. Como la mayoría de las empresas no poseen líneas de transmisión, tienen que rentarlas a una compañía de telecomunicaciones. Los elementos de conmutación o switches son computadoras especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea entrante, el elemento de conmutación debe elegir una línea saliente hacia la cual reenviarlos. En el pasado, estas computadoras de conmutación han recibido varios nombres; ahora se conocen como enrutador (Olifer, 2009).

1.6.6.5 Redes MAN

Las redes MAN¹², esta muy relacionadas con las redes LAN. De hecho, su mayor diferencia es únicamente el hecho de poseer una área de cobertura geográfica significativamente mayor. Estas redes pueden ser utilizadas para interconectar diferentes edificios o complejos que se encuentren físicamente cercanos. Se podría decir que una red MAN es un conjunto de redes LAN agrupadas e interconectadas.

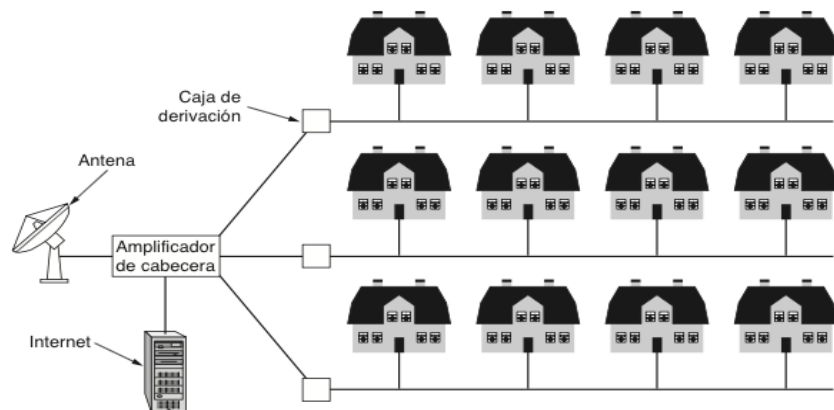
Su modo de operación no difiere mucho de las LAN, aunque el hardware a implementar es muy diferente entre estos tipos de red. Los dispositivos ATM

¹² Metropolitan Area Network, Red de área metropolitana.

son los mayormente utilizados para interconectar físicamente una red MAN, aunque se puede utilizar cualquier tipo de hardware que cumpla las funciones de Capa física necesarias.

Un ejemplo (Figura 25) de este tipo de red son las redes **WIMAX**¹³, que permiten conexiones inalámbricas de alta velocidad en un radio de distancia muy alto (50 km) (Katz, 2013).

Figura 25 Una red de área metropolitana basada en la TV por cable.



Fuente: Trabajo Experimental 2015

¹³ Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas).

1.7 HIPÓTESIS

El control automático de la iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Ambiente, localizada en el sector del Aguacoto II, permitirá un ahorro significativo de energía eléctrica, como el control de la iluminación en la infraestructura a través del software ARDUINO.

1.8 VARIABLES

1.8.1 Variable Dependiente

- Sistema de iluminación

1.8.2 Variable Independiente

- Control automático (software y hardware)

1.8.3 Operacionalización de Variables

Tabla 7 Operacionalización de Variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM PARA LOS INDICADORES	INSTRUMENTOS O REACTIVOS
El control automático de la iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y	VARIABLE INDEPENDIENTE Control automático (software y hardware)	Un Sistema de control automático es aquel que controla una variable Física sin intervención humana.	Software Hardware	Lenguaje de programación PHP Arduino	Software del Sistema de Control Integrado (SCI) de Iluminación.	Entrevistas al personal de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

del Ambiente, localizada en el sector del Aguacoto II, permite un ahorro significativo de energía eléctrica.						
--	--	--	--	--	--	--

	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Sistema de iluminación</p>	<p>Conjunto de elementos que interactúan para la transformación de energía lumínica en iluminación</p>		<p>Formativa</p> <p>Competencias individuales</p> <p>Socioeconómicas</p> <p>Carreras seleccionadas.</p>		<p>Encuestas a estudiantes</p> <p>Entrevistas al personal de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.</p> <p>Test.</p>
--	--	--	--	---	--	--

1.9 METODOLOGÍA

1.10 METODOS

1.10.1 Inductivo - deductivo

Es un método mixto en el cual la inducción y la deducción se van a complementar en el presente trabajo. Partiremos del estudio de un conjunto de casos particulares para luego llegar a la realidad o verdad, comprobar y aplicar.

1.10.2 Inductivo.

Se realizó observaciones específicas o particulares del problema que permitió la recopilación de datos, para posteriormente luego de su análisis e interpretación establecer las estrategias de cambio y elaborar las conclusiones.

1.10.3 Deductivo.

Se analizó desde un punto general para llegar a lo particular. Esto facilitó definir en forma adecuada el problema y la hipótesis, posibilitando la consulta de documentación con respecto al tema.

En cuanto tiene que ver con la revisión de la bibliografía se utilizó a técnicas heurísticas que permitieron la recopilación de material relevante para la investigación.

1.11 TIPO DE INVESTIGACIÓN

1.11.1 Por el propósito

Aplicada.- Los resultados de la investigación permitirán realizar mejoras en el Edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, e incorporar criterios válidos de automatización y domótica.

1.11.2 Por el nivel de estudio

Descriptiva.- Permitirá describir la situación real actual de la luminosidad en el edificio, se identificarán mediante una exploración, las ventajas de la implementación de la automatización. Se determinó las variables pertenecientes al problema, lo que permitirá descubrir nuevos significados, determinar la frecuencia de fenómenos y la categorización de la información.

1.11.3 Por el lugar

Investigación de campo.- Este trabajo se lo realizará en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, localizada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Sector El Aguacoto II, de la ciudad de Guaranda, Provincia de Bolívar.

Investigación Bibliográfica.- Se recurrirá a fuentes bibliográficas de diversos autores y fuentes sobre la Automatización de edificios, que posteriormente sirvieron de base teórica.

1.11.4 Por la dimensión temporal

Transversal.- Se lo realizará en el periodo lectivo 2015.

1.12 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

1.12.1 Guía de Entrevista

La Entrevista es una técnica que se aplicará a los involucrados como son personal administrativo, trabajadores y autoridades de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

1.12.2 Observación Directa

Se realizará visitas, revisiones con la finalidad de determinar las necesidades tecnológicas.

Sistema Automatizado de control, inserto en el propio software.

1.13 PROCESAMIENTO DE DATOS

Se lo realizará mediante la utilización de tablas, cuadros, gráficos específicos para tal fin.

CAPÍTULO II

2.1 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1.1 Descripción del Edificio

La edificación de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, se encuentra localizado en el sector del Aguacoto II, con orientación al Este; cuenta con dos plantas. Sus dimensiones son: 15.05 m. de ancho, 19 m. de frente, cuenta con 7 Aulas cuyas dimensiones son: Aula 1, 2, 5, 6: 6.5 m. de largo, 4 m. de ancho, 35m² de superficie total , sus ventanales tienen las siguientes dimensiones: 3 metros de alto; Aula 3,4,7: 7.9 m. de largo, 4 m. de ancho, 42m² de superficie total, sus ventanales tienen las siguientes dimensiones: 3 metros de alto; las Aulas no poseen una numeración específica que faciliten su identificación inmediata en un plano organizacional, los pasillos son de 11 m. de largo y 3 m. de ancho; para acceder al segundo piso se cuenta con el acceso a través de gradas en un número de 28, cuyas dimensiones son de 20 cm de alto y 2 m. de ancho; los baños tienen un área total de 53 m². El edificio en conjunto tiene las siguientes medidas: 15m. de largo, 19m. de ancho; se menciona también que los ventanales son de color oscuro, lo que incrementa la necesidad de iluminación interna.

El estudio se realizó en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar. La edificación y el Sistema eléctrico y de iluminación está determinado por:

Tabla 8 Descripción de la edificación:

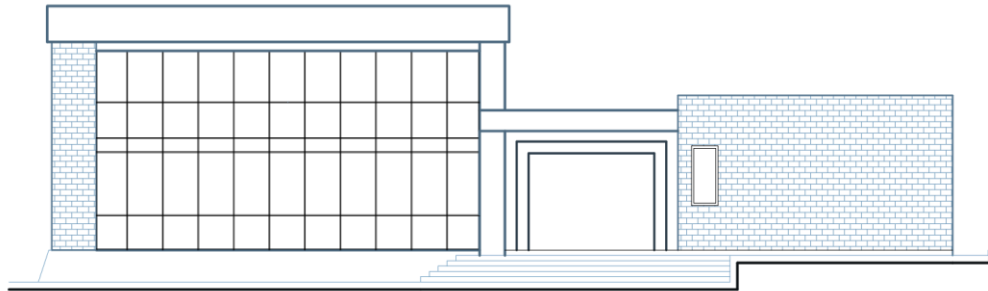
Tipo de construcción	Número de Aulas	Superficie Aulas (m ²)	Superficie pasillos(m ²)	Superficie baños(m ²)	Altura Máxima	Superficie Total
Hormigón	7	4 Aulas: 34,2 m ² 2 Aulas: 50,88 m ² 1 Aula: 42.41 m ²	Pasillo 1: 22 m ² Pasillo 2: 25,24m ²	31,6 m ²	8,20 m	285,95 m ²

Fuente: Trabajo experimental 2015

La edificación cumple con las características técnicas establecidas en las normativas de construcción vigentes.

2.1.2 Características de la Infraestructura Física

Gráfico 1 Gráfico la fachada oeste del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial.



FACHADA OESTE
(HACIA LA CARRETERA PRINCIPAL)

Fuente: Trabajo experimental 2015

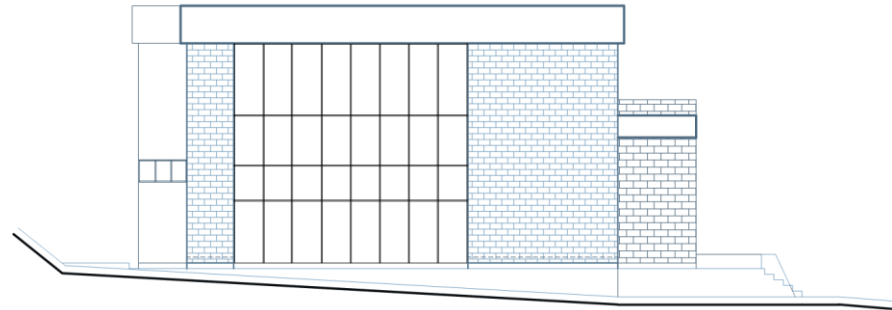
Gráfico 2 Gráfico la fachada lateral sur del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial.



FACHADA LATERAL SUR

Fuente: Trabajo experimental 2015

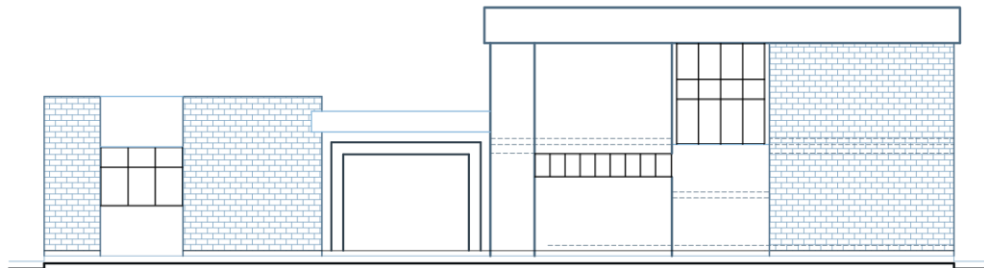
Gráfico 3 Gráfico la fachada lateral norte del edificio de la Escuela Ingeniería de Agroindustrial



FACHADA LATERAL NORTE

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 4 Gráfico la fachada este hacia el camino interno del edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial



FACHADA ESTE
(HACIA EL CAMINO INTERNO)

Fuente: Trabajo experimental 2015

actuales de funcionamiento y consumo del todo el Sistema eléctrico y de iluminación del edificio.

La adquisición de todos los datos lumínicos y eléctricos se realizó en la totalidad de secciones del edificio, determinando de esa manera las condiciones de iluminación existentes.

2.1.3.2 Descripción por Aula, Pasillo y Baño

El Aula 1 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 2 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 3 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 4 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 5 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 6 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

El Aula 7 cuenta con 8 lámparas fluorescentes para iluminación interior, con 24 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

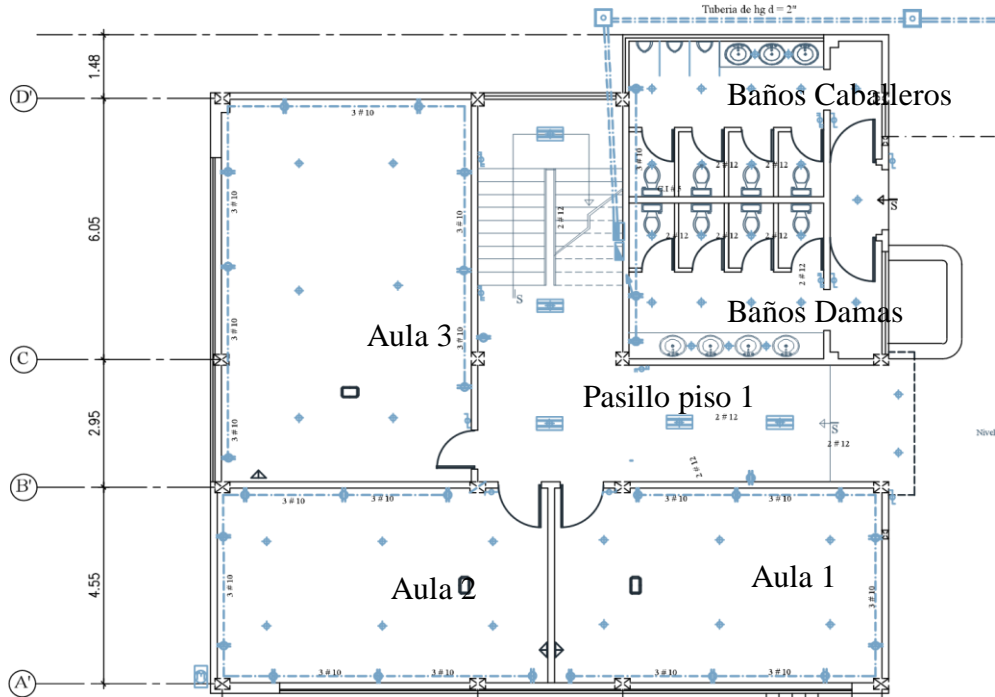
Los Pasillos cuentan con 6 lámparas fluorescentes con 3 tubos T8 de 75 Watts y un balastro electromagnético de 2X75 Watts cada uno.

El Baño tiene 5 lámparas fluorescentes con 15 tubos T8 de 35 Watts y balastro electromagnético de 2X35 Watts.

Cabe recalcar que el estado actual de las luminarias se encuentra en aceptables condiciones aunque se destaca la ausencia de protectores de polvo en las lámparas, el mal funcionamiento de algunos tubos, por encontrarse fundidos y otros parpadean constantemente, así mismo determinada cantidad de tubos generan ruido debido al desgaste del balastro y también consumen un alto porcentaje de energía por las condiciones en las que funcionan.

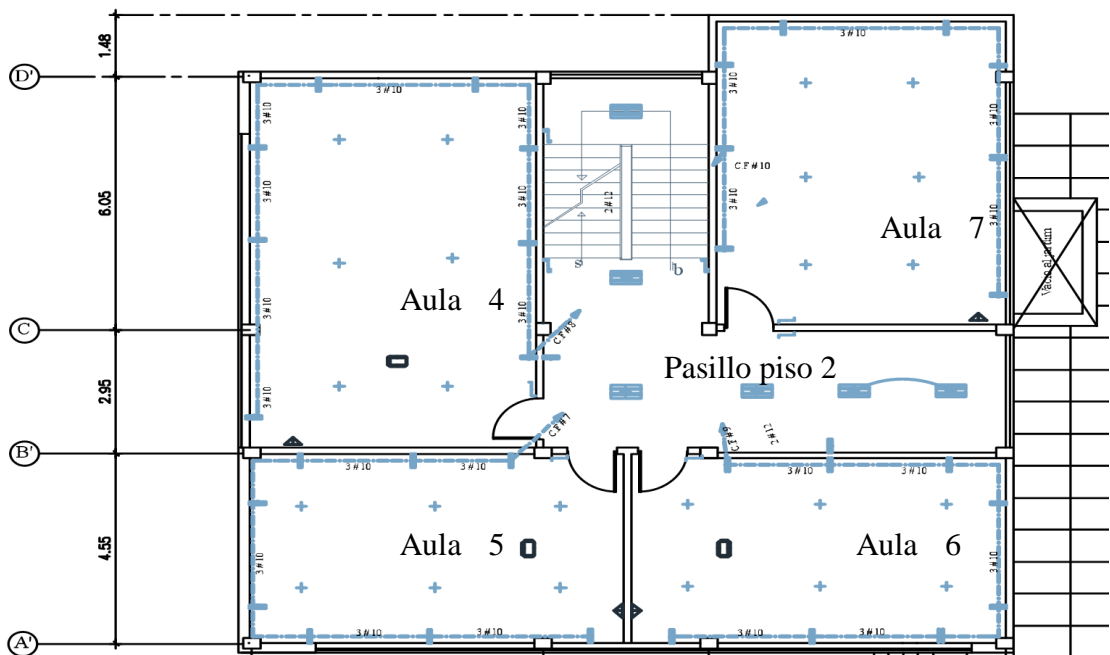
2.1.4 Descripción Gráfica de Aulas, Pasillos y Baños del edificio

Gráfico 6 Plano del Primer Piso (aulas, pasillos y baños) del edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.



Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 32. Plano del Segundo Piso (aulas y pasillos) del edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial



Fuente: Trabajo experimental 2015

AULAS 1 – 2 – 5 – 6

Dimensiones generales:

Ancho: 4 m.

Frente: 6.5 m.

Altura: 3.05 m.

Total en metros cuadrados: 26 m²

AULAS 3 – 4 – 7

Dimensiones generales:

Ancho: 4 m.

Frente: 7.9 m.

Altura: 3.05 m.

Total en metros cuadrados: 31.6 m²

PASILLOS PISO 1 Y 2

Dimensiones generales:

Ancho: 3 m.

Frente: 11 m.

Altura: 3.05 m.

Total en metros cuadrados: 33 m²

BAÑOS

Dimensiones generales:

Ancho: 4 m.

Frente: 7.9 m.

Altura: 3.05 m.

Total en metros cuadrados: 31.6 m²

2.1.5 Generación y Consumo de Energía

La energía que es suministrada al edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, es de una fuente ubicada a 30 metros del edificio donde se encuentra un transformador instalado por la Corporación Nacional de Electrificación CNEL, este su vez se encuentra conectado a la red eléctrica pública, que a su vez suministra el servicio a todo el sector del Aguacoto II.

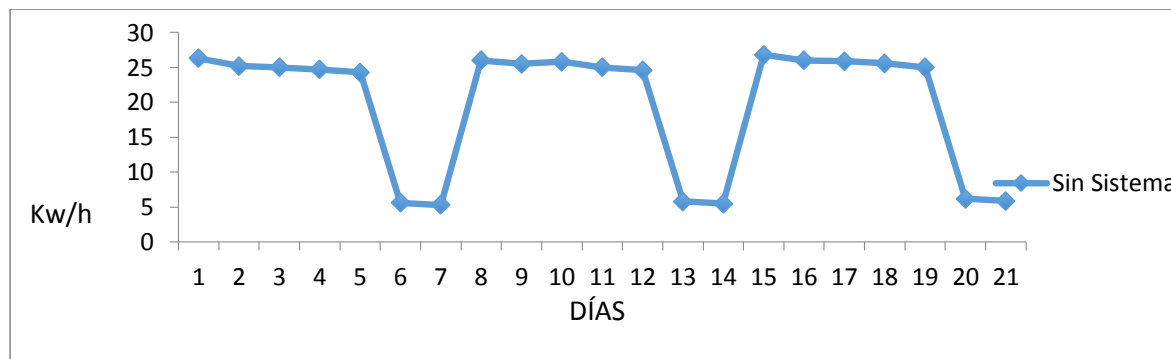
2.1.5.1 Consumo de Iluminación y Proyectoros

Tabla 9 Consumo general iluminación y proyectoros, edificio de aulas Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

CONSUMO GENERAL ILUMINACIÓN Y PROYECTORES EDIFICIO DE AULAS FACULTAD DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES																						
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	26.3	25.2	25	24.7	24.3	5.60	5.30	26	25.5	25.8	25	24.6	5.80	5.50	26.8	26	25.9	25.6	25	6.20	5.90
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 7 Gráfico de consumo eléctrico a nivel del general previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer el consumo general de energía eléctrica desde el 12 de enero al 8 de febrero de 2015, tiempo en el cual se realizó el registro y monitoreo del consumo; destacando que los días sábado y domingo baja el consumo en una forma significativa, debido a que se suspenden las actividades académicas y laborales. En general la media del consumo se mantiene entre 24 y 26 KW/h.

2.1.5.2 Caracterización Sistema de Iluminación y Eléctrico

El Sistema de iluminación se encuentra constituido por lámparas fluorescentes, distribuidos en las dos plantas del edificio. Su control es de forma manual mediante la utilización de interruptores ubicados en las paredes de cada entrada de estas Aulas. Los tomacorrientes se encuentran distribuidos en cada Aula y en los pasillos, en la parte inferior de las paredes a 40 cm. del piso. Los proyectores de video se encuentran ubicados en la parte superior de cada aula.

Los consumos se detallan a continuación:

Tabla 10 Diagnóstico de la iluminación en el edificio

DIAGNÓSTICO DE LAS NECESIDADES DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO								
Numero de lámparas	Tipo	Consumo eléctrico por lámpara	Cantidad de lúmenes emitidos	Cantidad de lúmenes necesarios por estudiante	Distancia del techo al piso	Numero de lámparas por Aula	Metros cuadrados del Aula	
200	Fluorescentes	32 W.	50 a 90 lm. por Watt	340	4m.	24	33,75m ² .	

Fuente: Trabajo experimental 2015

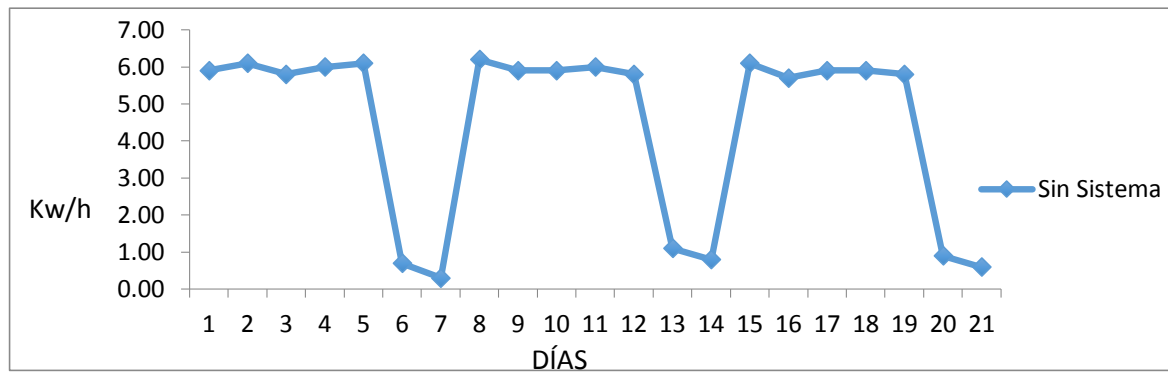
2.1.6 Consumo de Energía Eléctrica

Tabla 11 Consumo de iluminación del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control

AULA 1																						
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
12 Enero -																						
Semanas 8 Febrero		5.90	6.10	5.80	6.00	6.10	0.70	0.30	6.20	5.90	5.90	6.00	5.80	1.10	0.80	6.10	5.70	5.90	5.90	5.80	0.90	0.60
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 8 Consumo eléctrico a nivel del Aula 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

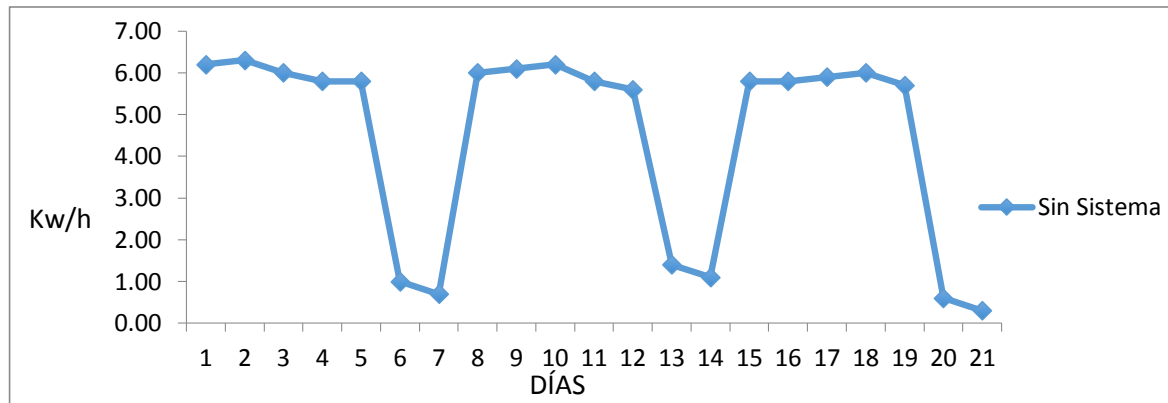
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 1 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 12 Consumo de iluminación del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 2																				
		Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	6.20	6.30	6.00	5.80	5.80	1.00	0.70	6.00	6.10	6.20	5.80	5.60	1.40	1.10	5.80	5.80	5.90	6.00	5.70	0.60	0.30
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 9 Gráfico de consumo eléctrico a nivel del Aula 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

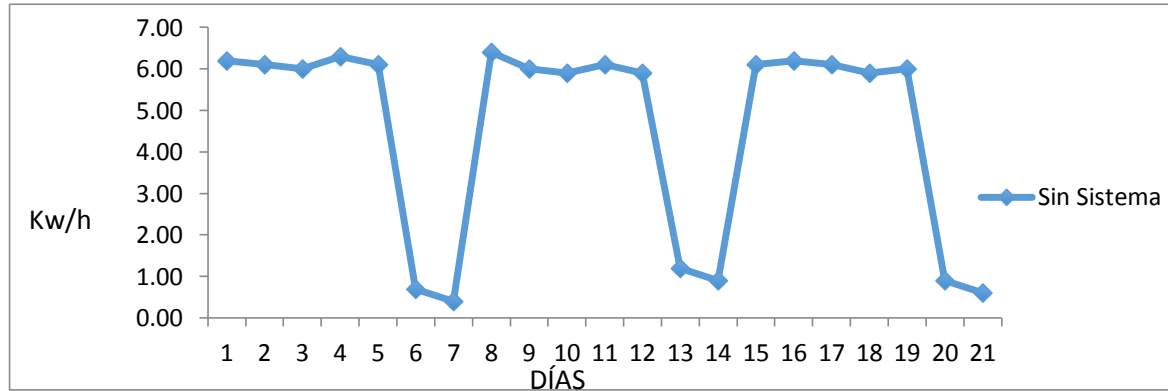
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 2 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 13 Consumo de iluminación del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 3																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	6.20	6.10	6.00	6.30	6.10	0.70	0.40	6.40	6.00	5.90	6.10	5.90	1.20	0.90	6.10	6.20	6.10	5.90	6.00	0.90	0.60
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 10 Consumo eléctrico a nivel del Aula 3 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

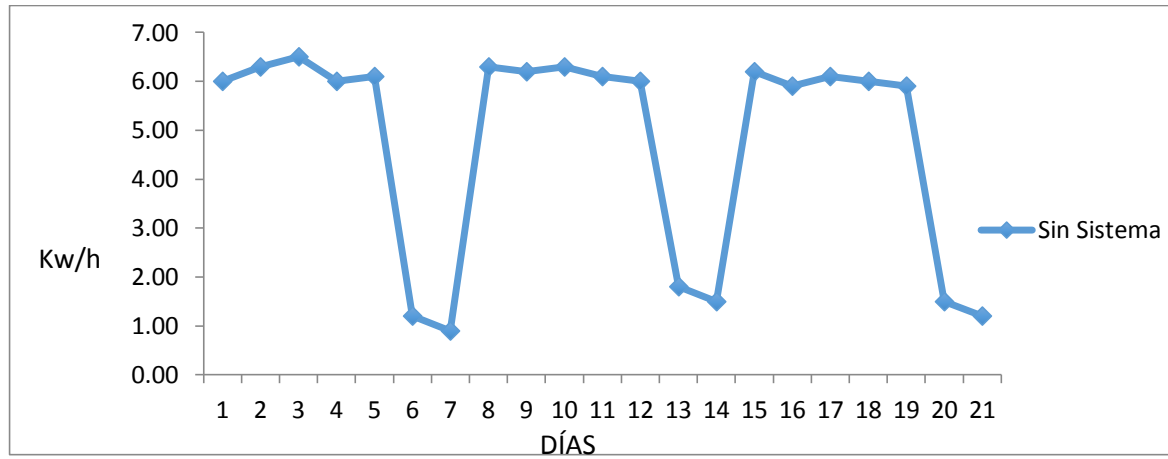
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 3 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 14 Consumo de iluminación del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 4																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	6.00	6.30	6.50	6.00	6.10	1.20	0.90	6.30	6.20	6.30	6.10	6.00	1.80	1.50	6.20	5.90	6.10	6.00	5.90	1.50	1.20
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 11 Consumo eléctrico a nivel del Aula 4 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

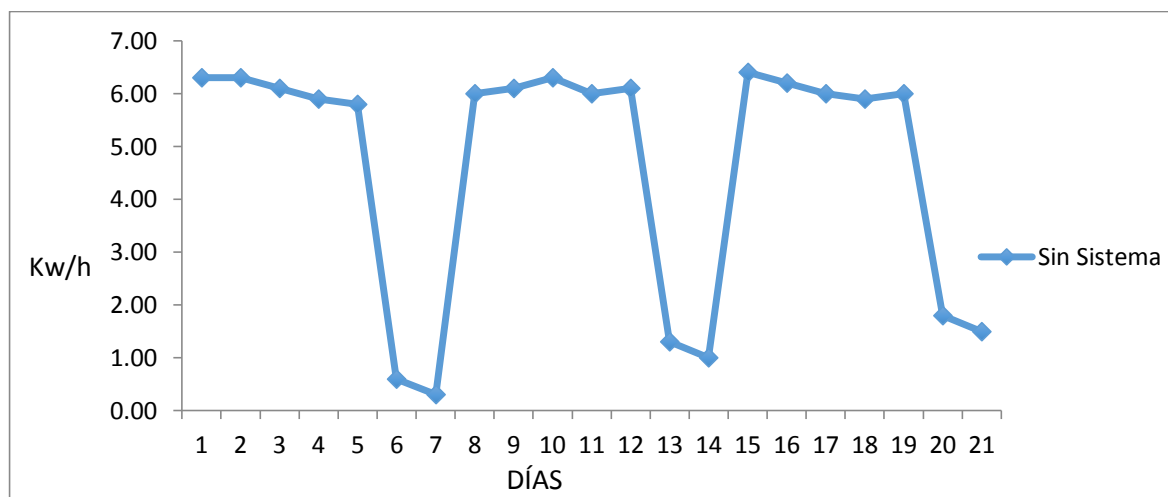
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 4 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 15 Consumo de iluminación del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 5																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
12 Enero -																						
Semanas	8 Febrero	6.30	6.30	6.10	5.90	5.80	0.60	0.30	6.00	6.10	6.30	6.00	6.10	1.30	1.00	6.40	6.20	6.00	5.90	6.00	1.80	1.50
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 12 Consumo eléctrico a nivel del Aula 5 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

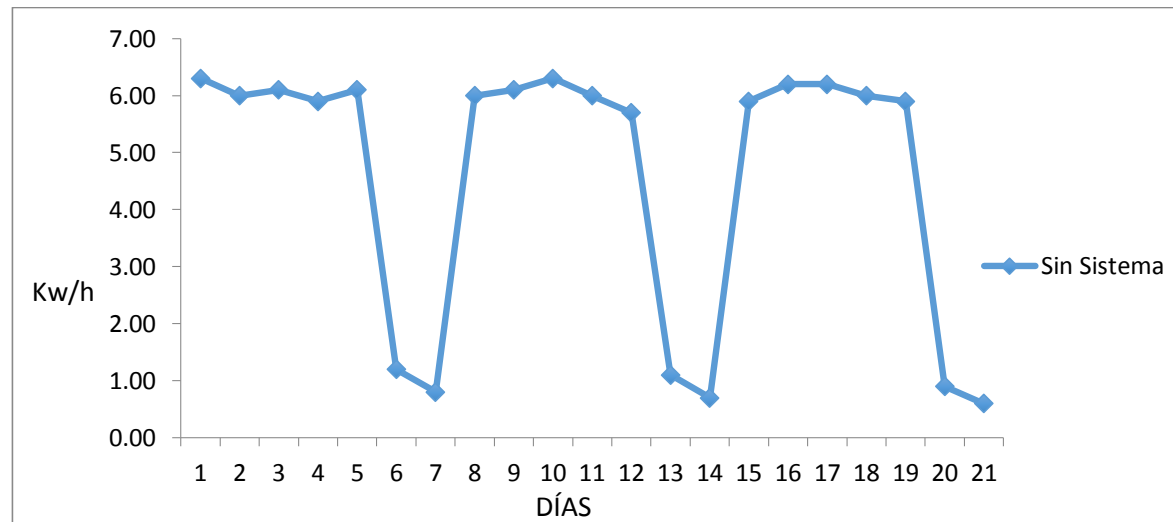
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 5 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 16 Consumo de iluminación del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 6																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	6.30	6.00	6.10	5.90	6.10	1.20	0.80	6.00	6.10	6.30	6.00	5.70	1.10	0.70	5.90	6.20	6.20	6.00	5.90	0.90	0.60
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 13 Consumo eléctrico a nivel del Aula 6 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

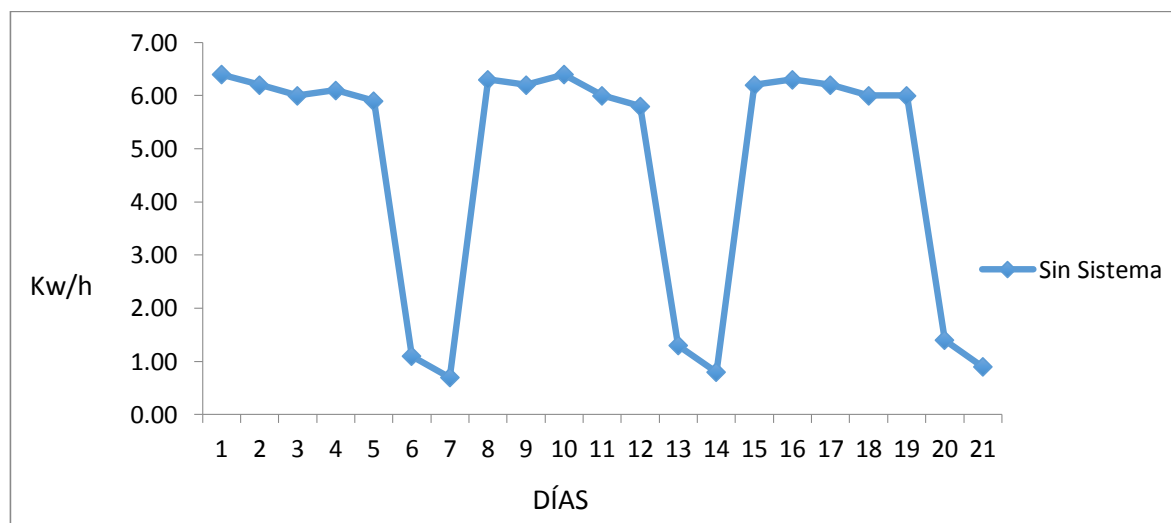
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 7 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 17 Consumo de iluminación del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		AULA 7																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	6.40	6.20	6.00	6.10	5.90	1.10	0.70	6.30	6.20	6.40	6.00	5.80	1.30	0.80	6.20	6.30	6.20	6.00	6.00	1.40	0.90
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 14 Consumo eléctrico a nivel del Aula 7 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

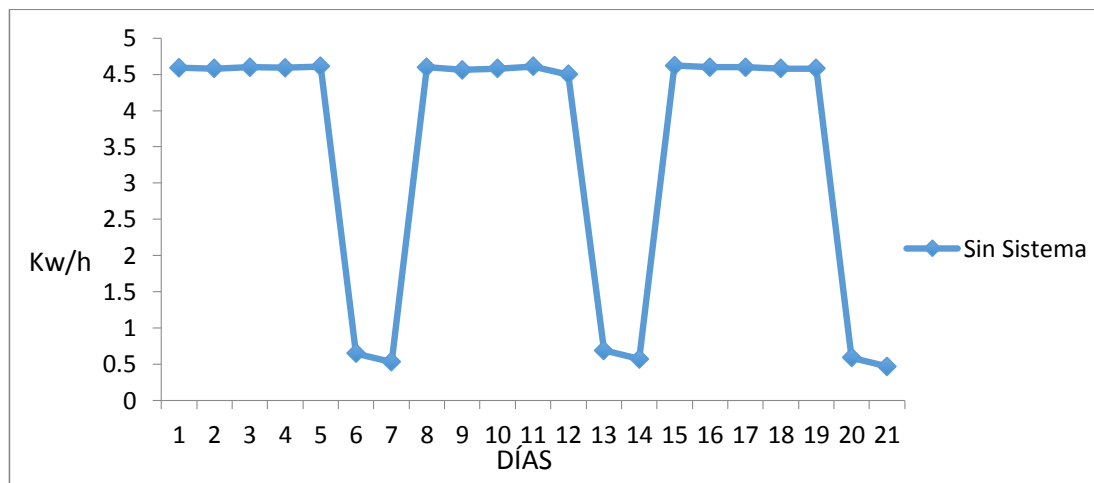
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación; en el Aula 7 se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 5 y 7 Kw/h.

Tabla 18 Consumo del Pasillo del primer piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PASILLO 1																				
		Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom	Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	4.59	4.58	4.6	4.59	4.61	0.65	0.53	4.6	4.56	4.58	4.61	4.5	0.69	0.57	4.62	4.6	4.6	4.58	4.58	0.59	0.47
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 15 Consumo eléctrico a nivel del pasillo 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

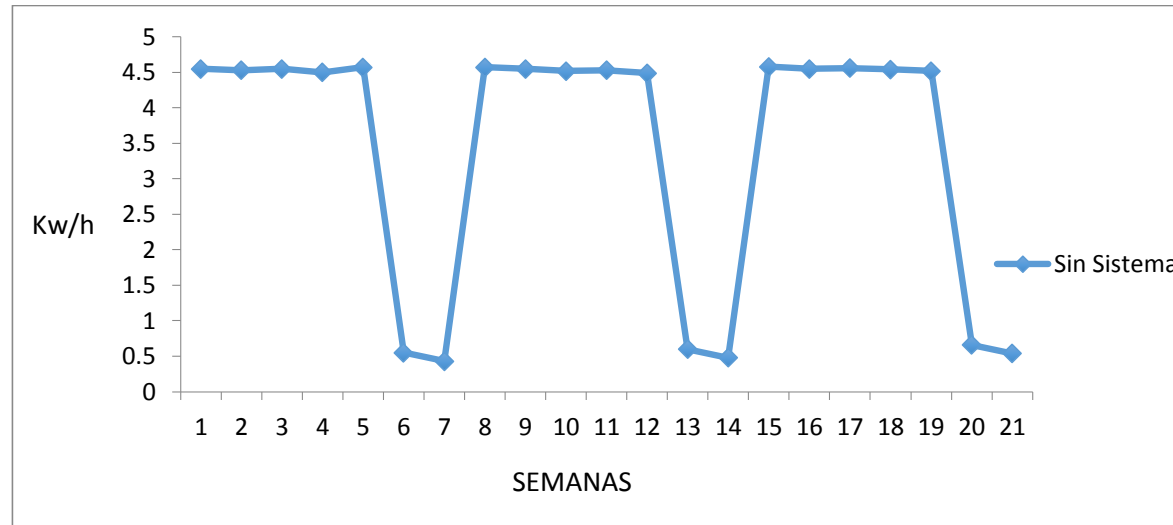
Aquí se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en el pasillo del primer piso del edificio; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo energético hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 4 y 5 Kw/h.

Tabla 19 Consumo del Pasillo del segundo piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control

		PASILLO 2																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	4.55	4.53	4.55	4.5	4.57	0.55	0.43	4.57	4.55	4.52	4.53	4.49	0.6	0.48	4.58	4.55	4.56	4.54	4.52	0.66	0.54
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 16 Consumo eléctrico a nivel del pasillo 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

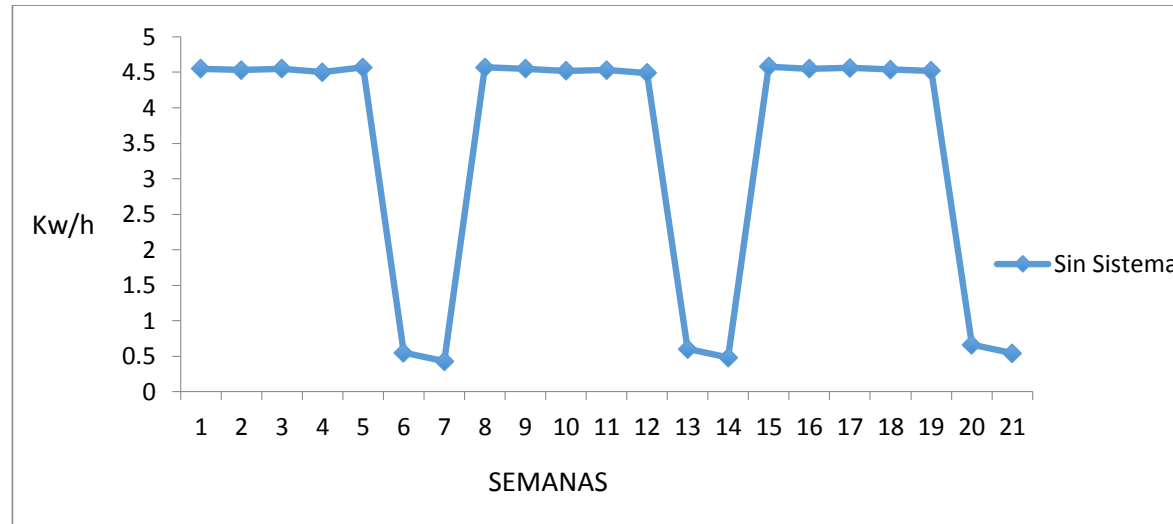
Aquí se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en el pasillo del segundo piso del edificio; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 4 y 5 Kw/h.

Tabla 20 Consumo de los baños del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		BAÑOS																				
		Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero - 8 Febrero	3.9	3.88	3.84	3.83	3.83	0.48	0.36	3.84	3.83	3.83	3.81	3.79	0.45	0.33	3.85	3.82	3.82	3.84	3.8	0.52	0.4
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 17 Consumo eléctrico del baño del edificio previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

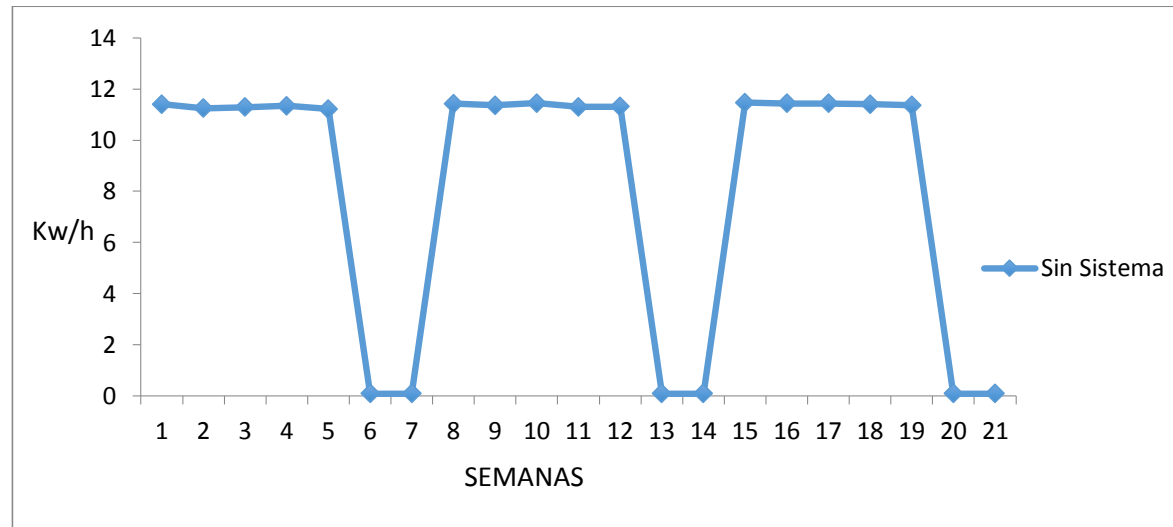
Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en el baño del edificio; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que por omisión o causas externas se dejan luminarias encendidas en la edificación. Es interesante destacar que existe diferencia de consumo entre los primeros días de la semana ya que la figura muestra un descenso pequeño de consumo de energía hasta llegar al viernes, último día laborable, y en general el promedio de consumo de energía esta entre 4 y 5 Kw/h.

Tabla 21 Consumo eléctrico del proyector del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 1																				
		Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.4	11.3	11.3	11.3	11.2	0.09	0.09	11.4	11.4	11.5	11.3	11.3	0.09	0.09	11.5	11.4	11.4	11.4	11.4	0.09	0.09
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 18 Consumo eléctrico a nivel del proyector 1 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 1 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

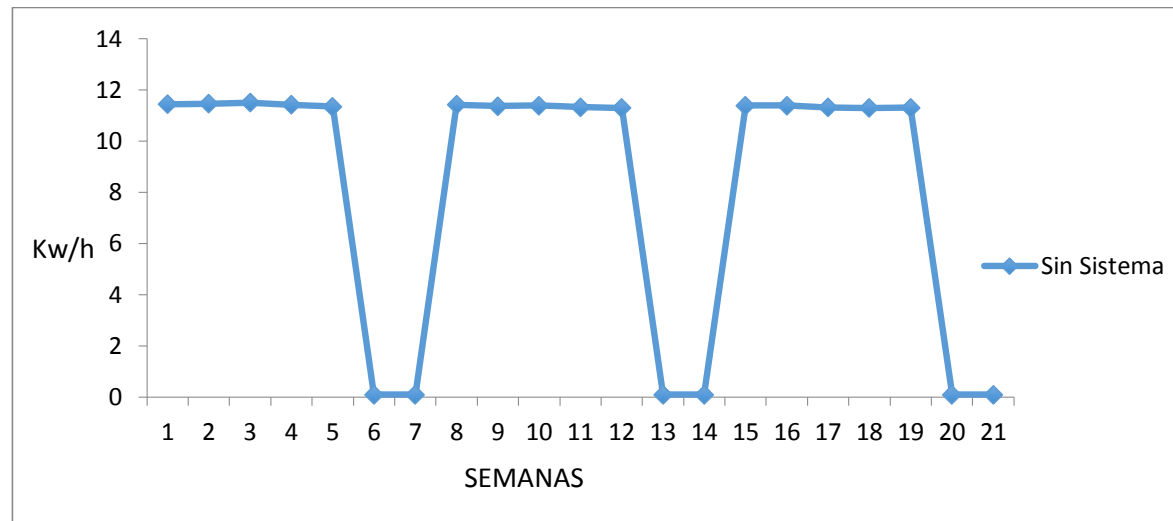
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 22 Consumo eléctrico del proyector del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 2																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.43	11.46	11.5	11.41	11.34	0.09	0.09	11.41	11.36	11.38	11.32	11.29	0.09	0.09	11.38	11.38	11.31	11.29	11.3	0.09	0.09
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 19 Consumo eléctrico a nivel del proyector 2 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 2 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

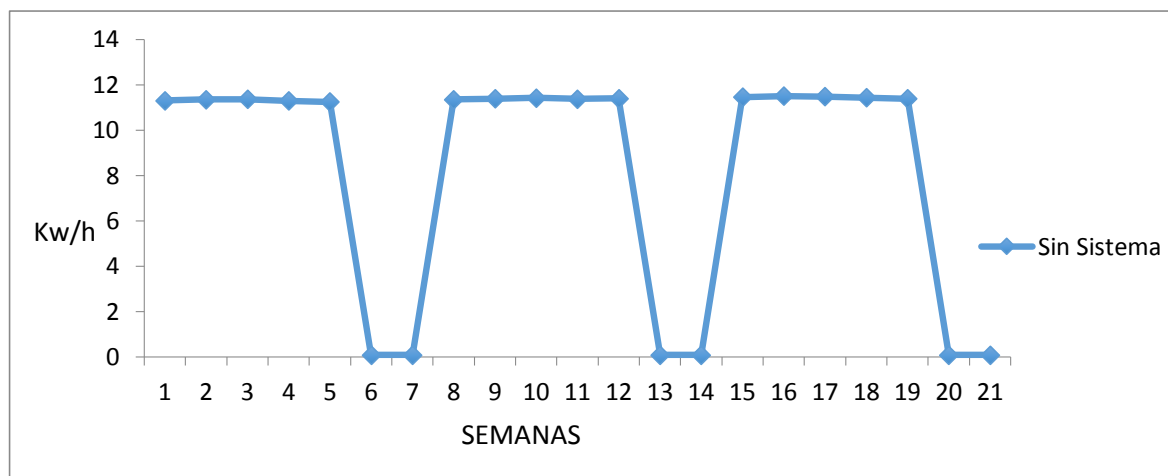
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 23 Consumo eléctrico del proyector del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 3																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.31	11.35	11.36	11.29	11.25	0.09	0.09	11.35	11.39	11.42	11.38	11.4	0.09	0.09	11.46	11.5	11.48	11.43	11.39	0.09	0.09
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 20 Consumo eléctrico a nivel del proyector 3 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 3 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

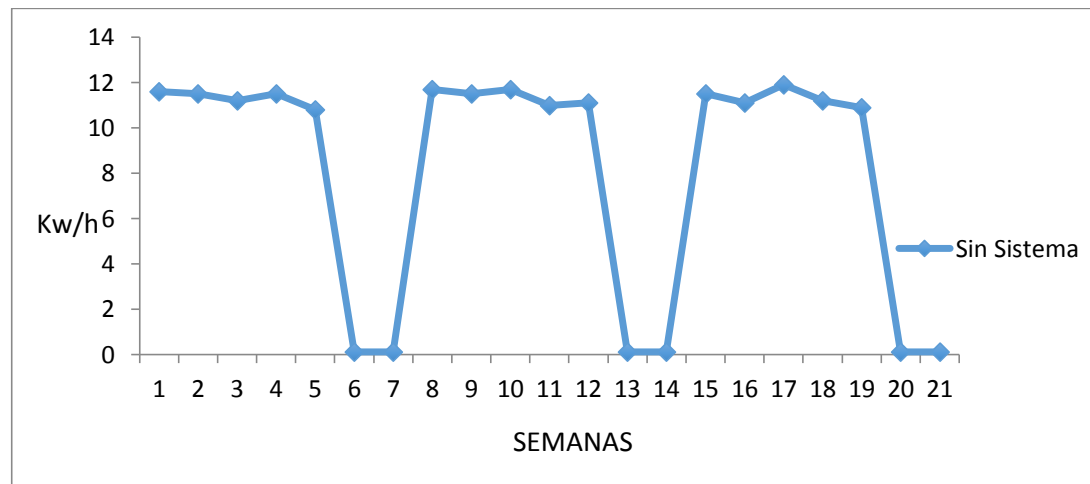
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 24 Consumo eléctrico del proyector del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 4																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.6	11.5	11.2	11.5	10.8	0.1	0.1	11.7	11.5	11.7	11	11.1	0.1	0.1	11.5	11.1	11.9	11.2	10.9	0.1	0.1
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 21 Consumo eléctrico a nivel del proyector 4 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 4 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

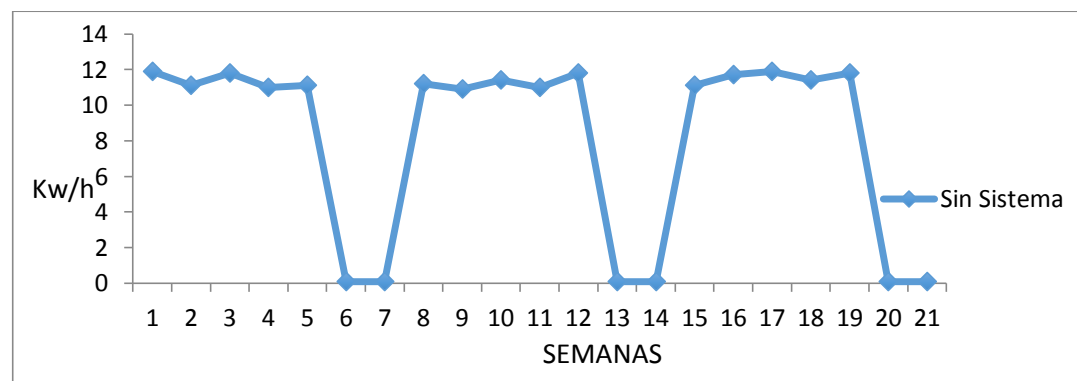
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 25 Consumo eléctrico del proyector del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control

		PROYECTOR 5																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.1	11.8	11	11.1	0.1	0.1	11.2	10.9	11.4	11	11.8	0.1	0.1	11.1	11.7	11.9	11.4	11.8	0.1	0.1
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 22 Consumo eléctrico a nivel del proyector 5 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 5 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

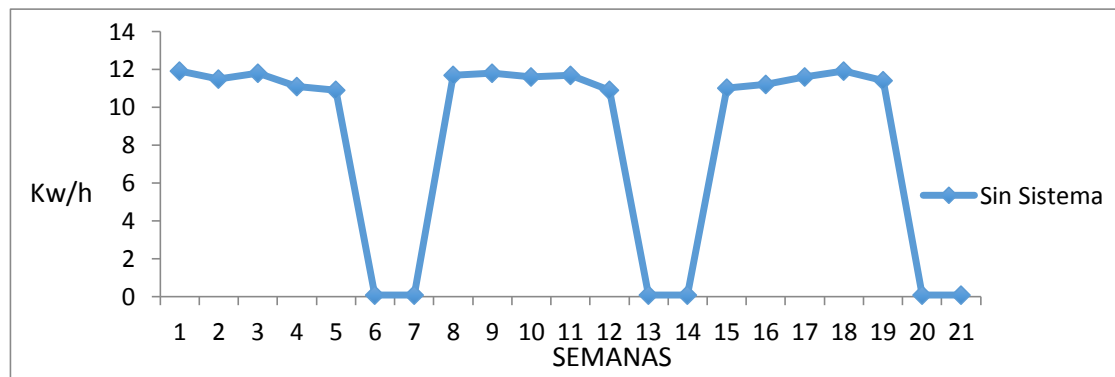
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 26 Consumo eléctrico del proyector del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 6																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.5	11.8	11.1	10.9	0.09	0.09	11.7	11.8	11.6	11.7	10.9	0.09	0.09	11	11.2	11.6	11.9	11.4	0.09	0.09
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 23 Consumo eléctrico a nivel del proyector 6 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 6 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

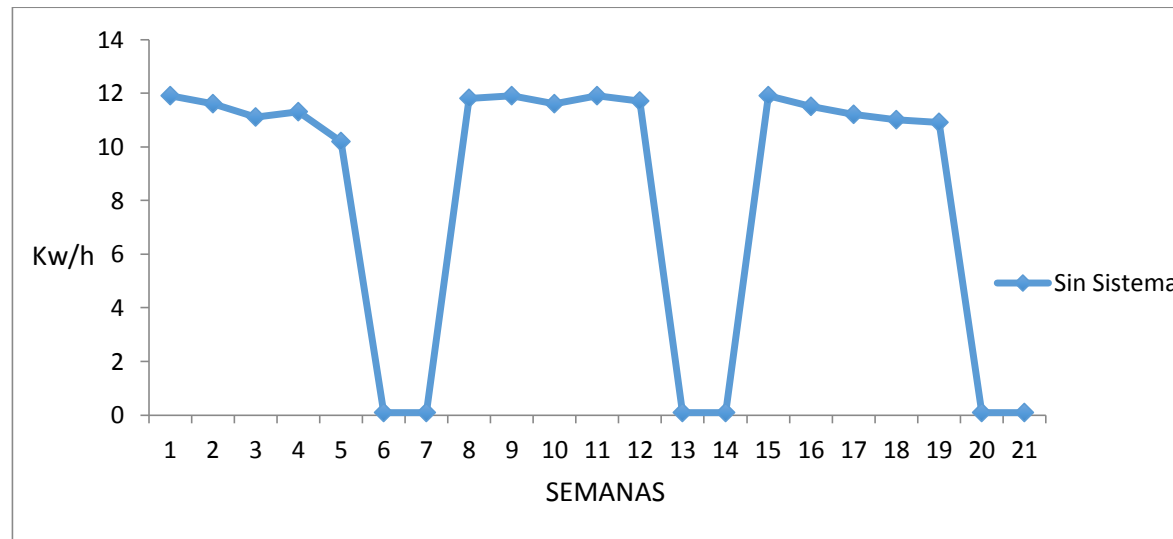
El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

Tabla 27 Consumo eléctrico del proyector del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, previo a la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR 7																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Semanas	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.6	11.1	11.3	10.2	0.1	0.1	11.8	11.9	11.6	11.9	11.7	0.1	0.1	11.9	11.5	11.2	11	10.9	0.1	0.1
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 24 Consumo eléctrico a nivel del proyector 7 previo a la instalación del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo experimental 2015

Se da a conocer los indicadores en el consumo de la energía del proyector de video del Aula 7 del edificio previo a la instalación del Sistema de control de iluminación en; se evidencia un dispendio similar entre todos los días laborables y los días Sábados y Domingos también se advierte un indicador de consumo, esto debido a que su manera de instalación dentro de la edificación no es la adecuada, por permanecer conectados directamente en modo encendido, estos equipos permanecen trabajando durante las 24 hora del día, los 7 días de la semana. Ya sea en funcionamiento durante las horas clase en las que si cumplen su objeto de trabajo, que en promedio son 8 horas al día, y las 16 horas restantes más las 48 horas de los días Sábado y Domingo, donde el equipo permanece en etapa de suspensión o Stand by, donde de igual forma mantiene su consumo eléctrico pero este es inútil ya que no es necesaria su utilización en las horas antes mencionadas, lo que provoca un desperdicio de energía consumida y recursos económicos que pueden emplearse en otros proyectos dentro del edificio y la Facultad de Ciencias Agronómicas en general.

El promedio de consumo de energía diaria esta entre 10 y 12 Kw/h.

2.1.7 Requerimientos del Sistema

En la base a la investigación realizada se ha determinado los siguientes requerimientos necesarios para el funcionamiento del Sistema, los mismos que se detallan a continuación.

Gestión de Control

- **REQ (1):** Permite encender las luces por aula del edificio.

- **REQ (2):** Permite apagar las luces por aula del edificio.
- **REQ (3):** Permite encendido de todas las luces del edificio.
- **REQ (4):** Permite el apagado total del edificio.

Gestión de Usuarios

- **REQ (5):** Permite el ingreso de usuarios.
- **REQ (6):** Permite la actualización de usuarios.
- **REQ (7):** Permite dar de baja a usuarios.
- **REQ (8):** Permite cambiar la clave del usuario.

Gestión de reportes.

- **REQ (9):** Permite generar un reporte de consumo por día.
- **REQ (10):** Permite generar un reporte de consumo general

Gestión de Respaldos.

- **REQ (11):** Permite generar un backup de la base de datos.

2.1.7.1 Implementación del Sistema de Iluminación

En la implementación del Sistema de Control Automático de Iluminación se instalaron los siguientes elementos así como los diferentes componentes que detallaremos a continuación:

- Arduino Uno.
- Arduino Shield Ethernet.
- Fuente de poder 12 voltios.

- Fuente de poder 5 voltios.
- Módulo de 4 Relés 8 amperios.
- Módulo de 2 Relés 8 amperios.
- Módulo de 1 Relé 12 amperios.
- Caja para conector RJ45.
- Caja tipo telefónica para albergar los módulos del Sistema de iluminación.
- Cable de red UTP categoría 6.
- CPU con características básicas en disco duro y memoria Ram.
- Instalación de Apache y MySQL en el servidor para el correcto funcionamiento de la página de control del Sistema de Iluminación.

2.1.7.2 Herramientas utilizadas en el desarrollo del software

2.1.7.2.1 Base de datos

Para la creación de la base de datos se ha empleado MySQL:

Para el esquema de la base de datos del Sistema de control

Automático se desarrolló **bd_control** con el siguiente esquema:

Tabla 28 Esquema de la Base de Datos

The image shows a screenshot of a database schema with two tables. The first table, 'bd_control_luces', has the following fields: 'cod_luz' (double), 'luz1' (int(11)), 'fecha' (date), 'hora_encendido' (time), 'hora_apagado' (time), and 'estado' (varchar(2)). The second table, 'bd_control_usuarios', has the following fields: 'id' (bigint(20)), 'cedula' (varchar(11)), 'nombres' (varchar(39)), 'apellidos' (varchar(39)), 'direccion' (varchar(39)), 'correo' (varchar(39)), 'celular' (varchar(10)), 'tipo' (varchar(15)), 'clave' (varchar(100)), and 'estado' (varchar(2)).

Table Name	Field Name	Field Type
bd_control_luces	cod_luz	double
	luz1	int(11)
	fecha	date
	hora_encendido	time
	hora_apagado	time
	estado	varchar(2)
bd_control_usuarios	id	bigint(20)
	cedula	varchar(11)
	nombres	varchar(39)
	apellidos	varchar(39)
	direccion	varchar(39)
	correo	varchar(39)
	celular	varchar(10)
	tipo	varchar(15)
	clave	varchar(100)
	estado	varchar(2)

Fuente: Trabajo Experimental 2015

2.1.7.2.2 Lenguajes de programación

En el desarrollo de la aplicación se utilizó los siguientes

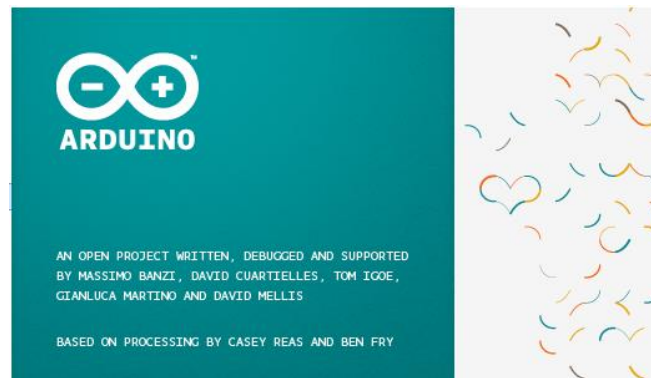
- PHP
- Java Script
- CSS

Para la edición del código fuente se utilizaron los editores Bluefish y Sublime Text 2.

2.1.7.2.3 Sketch de Arduino

Para el desarrollo del sketch se utilizó la herramienta de Arduino versión 1.0.5-r2.

Figura 26 Arduino Sketch



Fuente: www.arduino.org

2.1.7.2.4 Software requerido en el servidor

El servidor para un adecuado funcionamiento deberá tener:

- Sistema Operativo: GNU/Linux, Distribución CentOS 5.8
- Servidor Web: Apache 2.2
- Gestor de base de datos: PostgreSQL 8.4
- Lenguaje de programación: PHP 5

2.1.7.2.5 Software requerido por el Usuario

Este es el software necesario para el funcionamiento del Sistema:

- Navegador Web: Mozilla Firefox
- Lector de archivos en formato PDF
- Java 7 o superior

2.1.7.3 Herramientas utilizadas en el desarrollo del hardware

Para el Sistema de control Automático se utilizó las siguientes herramientas:

2.1.7.3.1 Equipo de cómputo:

Computador Toshiba Satélite C45 con las siguientes características:

Tabla 29 Especificaciones Técnicas del Computador

<i>Memoria RAM</i>	<i>4 GB</i>
<i>Procesador</i>	<i>Intel inside CORE i 3 2,40 GHz</i>
<i>Disco Duro</i>	<i>750 GB</i>
<i>Sistema Operativo</i>	<i>Windows 8</i>
<i>Tarjeta Gráfica</i>	<i>NVIDIA GEFORCE</i>

2.1.7.3.2 Equipos electrónicos

- Tarjeta Arduino Uno
- Arduino Ethernet
- Resistencias
- Protoboard
- Transistores
- Relé
- Cable UTP

2.1.7.3.3 Hardware requerido por el Usuario

Los computadores que trabajen con este Sistema deberán tener por características internas y externas lo siguiente:

- Procesador a 1 Ghz o superior

- Memoria RAM 1 GB o superior
- Disco Duro 40 GB o superior
- Tarjeta de Red
- Tarjeta de video
- Monitor
- Teclado
- Mouse
- Impresora

2.1.7.4 Programación de la placa de Arduino

Para poder programar se empleó la aplicación Arduino 1.0.5-r2, por medio de la cual se creó el archivo luces, con la siguiente codificación:

```
#include <SPI.h> //Importamos librería comunicación SPI
```

```
#include <Ethernet.h> //Importamos librería Ethernet
```

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //Ponemos la dirección
```

```
MAC de la Ethernet Shield que está con una etiqueta debajo la placa
```

```
IPAddress ip(192,168,0,100); //Asignamos la IP al Arduino
```

```
EthernetServer server(80); //Creamos un servidor Web con el puerto 80 que es  
el puerto HTTP por defecto
```

```
int led=2; //Pin del led
```

```
int led1=3; //Pin del led
```

```
int led2=4; //Pin del led
```

```
int led3=5; //Pin del led

int led4=6; //Pin del led

int led5=7; //Pin del led

int led6=8; //Pin del led

int led7=9; //Pin del led

int led8=11; //Pin del led

void setup()

{

    Serial.begin(9600);

    // Inicializamos la comunicación Ethernet y el servidor

    Ethernet.begin(mac, ip);

    server.begin();

    Serial.print("server is at ");

    Serial.println(Ethernet.localIP());

    pinMode(led,OUTPUT); // Configura el pin como una salida.

    pinMode(led1,OUTPUT);

    pinMode(led2,OUTPUT);

    pinMode(led3,OUTPUT);

    pinMode(led4,OUTPUT);

    pinMode(led5,OUTPUT);

    pinMode(led6,OUTPUT);

    pinMode(led7,OUTPUT);

    pinMode(led8,OUTPUT);

}
```

```

void loop()

{

EthernetClient client = server.available(); //Creamos un cliente Web

//Cuando detecte un cliente a través de una petición HTTP

if (client) {

Serial.println("new client");

boolean currentLineIsBlank = true; //Una petición HTTP acaba con una línea
en blanco

String cadena=""; //Creamos una cadena de caracteres vacía

while (client.connected()) {

if (client.available()) {

char c = client.read();//Leemos la petición HTTP carácter por carácter

Serial.write(c);//Visualizamos la petición HTTP por el Monitor Serial

cadena.concat(c);//Unimos el String 'cadena' con la petición HTTP (c). De
esta manera convertimos la petición HTTP a un String

//Ya que hemos convertido la petición HTTP a una cadena de caracteres,
ahora podremos buscar partes del texto.

int posicion=cadena.indexOf("LED="); //Guardamos la posición de la
instancia "LED=" a la variable 'posicion'

if(cadena.substring(posicion)=="LED=ON&PIN=2")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin

{

digitalWrite(led,HIGH);

```

```

    }

    if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=2")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin

    {

        digitalWrite(led,LOW);

    }

    if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=3")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin

    {

        digitalWrite(led1,HIGH);

    }

    if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=3")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin

    {

        digitalWrite(led1,LOW);

    }

    if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=4")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin

    {

        digitalWrite(led2,HIGH);

    }

    if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=4")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin

    {

```

```

    digitalWrite(led2,LOW);
}

if(cadena.substring(posicion)=="LED=ON&PIN=5")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin

{
    digitalWrite(led3,HIGH);
}

if(cadena.substring(posicion)=="LED=OFF&PIN=5")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin

{
    digitalWrite(led3,LOW);
}

if(cadena.substring(posicion)=="LED=ON&PIN=6")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin

{
    digitalWrite(led4,HIGH);
}

if(cadena.substring(posicion)=="LED=OFF&PIN=6")//Si a la posición
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin

{
    digitalWrite(led4,LOW);
}

```

```
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=7")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{
```

```
digitalWrite(led5,HIGH);
```

```
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=7")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{
```

```
digitalWrite(led5,LOW);
```

```
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=8")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{
```

```
digitalWrite(led6,HIGH);
```

```
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=8")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{
```

```
digitalWrite(led6,LOW);
```

```
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=9")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led7,HIGH);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=9")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led7,LOW);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=11")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led8,HIGH);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=11")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led8,LOW);  
}
```



```
if(cadena.substring(posicion)=="LED=ON&PIN=21")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led,HIGH);  
    digitalWrite(led1,HIGH);  
    digitalWrite(led2,HIGH);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)=="LED=OFF&PIN=21")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led,LOW);  
    digitalWrite(led1,LOW);  
    digitalWrite(led2,LOW);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)=="LED=ON&PIN=22")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led3,HIGH);  
    digitalWrite(led4,HIGH);  
}
```

```
if(cadena.substring(posicion)=="LED=OFF&PIN=22")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led3,LOW);  
    digitalWrite(led4,LOW);  
}  
  
if(cadena.substring(posicion)== "LED=ON&PIN=23")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=ON" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led5,HIGH);  
    digitalWrite(led6,HIGH);  
    digitalWrite(led7,HIGH);  
    digitalWrite(led8,HIGH);  
}  
  
if(cadena.substring(posicion)== "LED=OFF&PIN=23")//Si a la posición  
'posicion' hay "LED=OFF" y número del pin
```

```
{  
    digitalWrite(led5,LOW);  
    digitalWrite(led6,LOW);  
    digitalWrite(led7,LOW);  
    digitalWrite(led8,LOW);  
}  
  
//Cuando reciba una línea en blanco, quiere decir que la petición HTTP ha  
acabado y el servidor Web está listo para enviar una respuesta
```

```

if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {

    // Enviamos al cliente una respuesta HTTP

    client.println("HTTP/1.1 200 OK");

    client.println("Content-Type: text/html");

    client.println();

    //Página web en formato HTML que confirma la acción realizada

    client.println("<html>");

    client.println("<head>");

    client.println("<script type='text/javascript'>");

    client.println("setTimeout('window.close()', 1000)");

    client.println("</script>");

    client.println("</head>");

    client.println("<body>");

    client.println("<h1 align='center'>SCL</h1><h3

align='center'>Procesando la instruci&oacute;n...</h3>");

    client.println("<br/><br/>");

    client.println("</body>");

    client.println("</html>");

    break;

}

if (c == '\n') {

    currentLineIsBlank = true;

}

```

```

else if (c != '\r') {
    currentLineIsBlank = false;
}
}
}

//Dar tiempo al navegador para recibir los datos 1

delay(1);

client.stop();// Cierra la conexión
}
}

```

2.1.7.5 Programación HTML, PHP, Java Script

Para el desarrollo del SISTEMA DE CONTROL INTEGRADO (SCI) se utilizó una programación basada en los lenguajes de programación web como son: PHP, HTML, JAVASCRIPT donde se creó una serie de archivos que describen a continuación cada uno de ellos:

Tabla 30 Especificaciones el desarrollo del Sistema de Control

Archivo	Lenguaje/tipo	Descripción
<i>Conexión.php</i>	Php	Funciones que permiten realizar la conectividad entre php y mysql
<i>Control.php</i>	Php	Interfaz de encendido y apagado de luces

<i>funcionJEAPFerret.php</i>	Php	Funciones del programa
<i>Guardardatos.php</i>	Php	Funciones para almacenar los valores de encendido como es la fecha, hora, lugar y estado de las luces según la interacción del usuario
<i>Imprimirreporteluzfecha.php</i>	Php	Interfaz del reporte de consumo diario
<i>Imprimirreporteluzfecha2.php</i>	Php	Interfaz del reporte de consumo por fechas
<i>Index.php</i>	Php	Interfaz de la página de inicio
<i>libreriasJEAPFerret.php</i>	Php	Permite interactuar a los archivos del Sistema.
<i>Login.php</i>	Php	Interfaz de acceso al Sistema
<i>mensajeJEAPFerret.php</i>	Php	Interfaz de los mensajes del Sistema
<i>Navegador.php</i>	Php	Funciones de control del navegador
<i>Prender_apagar.php</i>	Php	Archivo para encender y apagar automáticamente las luces
<i>Principal.php</i>	Php	Archivo que permite respaldar los datos

<i>Procedimientosusuarios.php</i>	Php	Funciones que permite ingresar usuarios
<i>Reportesdecontrol.php</i>	Php	Interfaz de reportes de luces
<i>Usuarios.php</i>	Php	Interfaz para ingresar usuarios
<i>Calendario.js</i>	Java script	Funciones de java de calendario
<i>EstilosJEAPFerret.css</i>	Hoja de estilo en cascada	Estilos del Sistema
<i>funcionesjavaJEAPFerret.js</i>	Java script	Funciones de control del Sistema
<i>Style.css</i>	Hoja de estilo en cascada	Estilos del Sistema

2.1.8 Características del Sistema

Las características de monitoreo y funcionamiento del Sistema son:

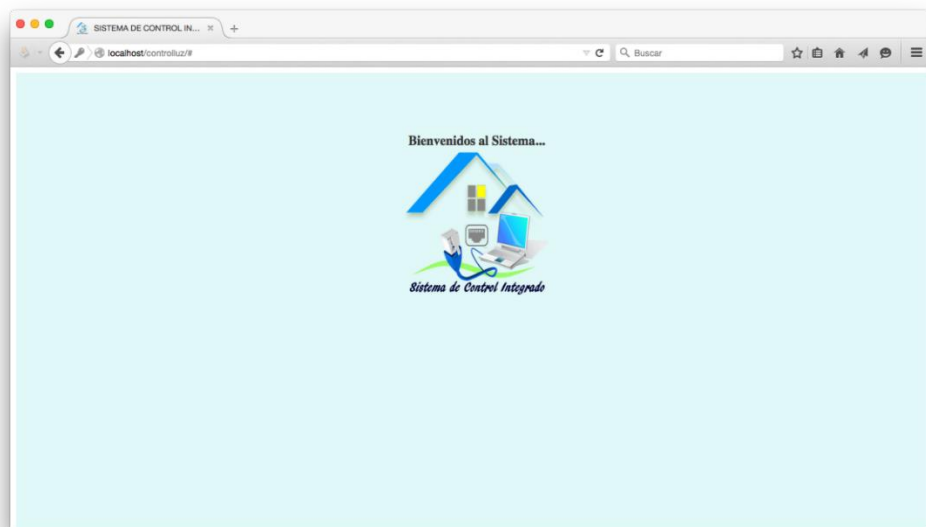
- Permite encender las luces por Aula del edificio.
- Permite apagar las luces por Aula del edificio.
- Permite encendido de todas las luces del edificio.
- Permite el apagado total del edificio.
- Permite generar un reporte de consumo por día con su respectivo gráfico de barras del consumo.
- Permite generar un reporte de consumo general con su respectivo gráfico de barras del consumo.

- Permite tener un reporte del aproximado a pagar mensualmente por el consumo total.

2.1.9 Funcionamiento, Monitoreo y Control del Sistema

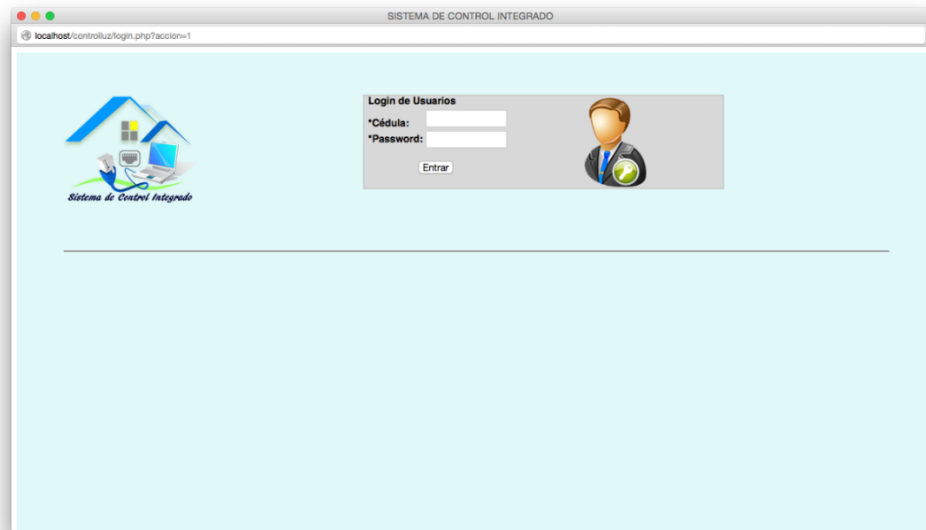
El Sistema de Control Integrado (SCI) cuenta con el software que permite realizar las tareas de monitoreo y control del mismo, ya que por cada día, semana y mes arroja los reportes de consumo eléctrico, por aula, por pasillo y por baño; además de emitir una cantidad estimada del pago de la planilla que se debe efectuar. También proporciona los movimientos que el Administrador realiza dentro del Sistema, ya sea Ingresos, Modificaciones y Eliminación de usuarios. Posee además la capacidad de respaldar toda la Base de Datos en caso de que su información sea necesaria para fines informativos y de comparación de resultados.

Gráfico 25 Pantalla de inicio del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 26 Interfaz de ingreso al Sistema de Control de Iluminación



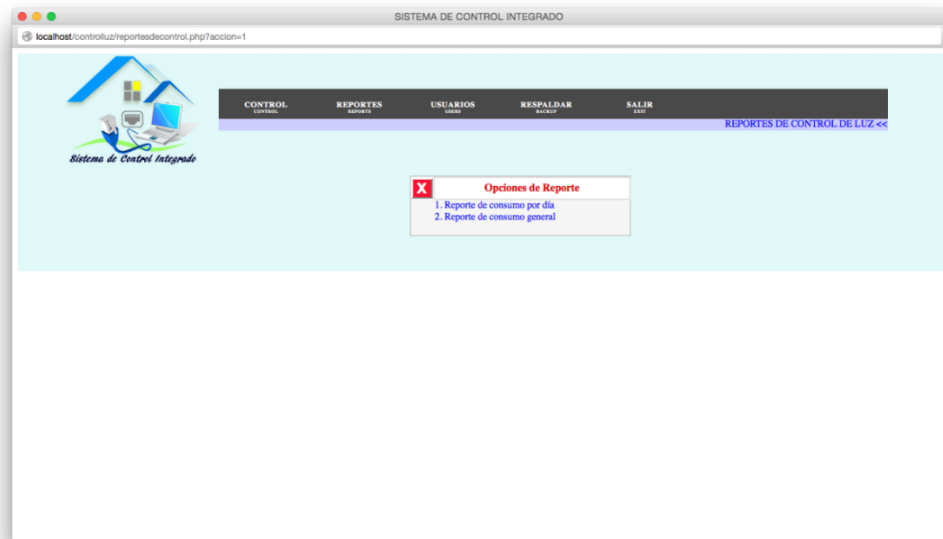
Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 27 Pantalla de control de aulas, pasillos, baños del Sistema de Control de Iluminación



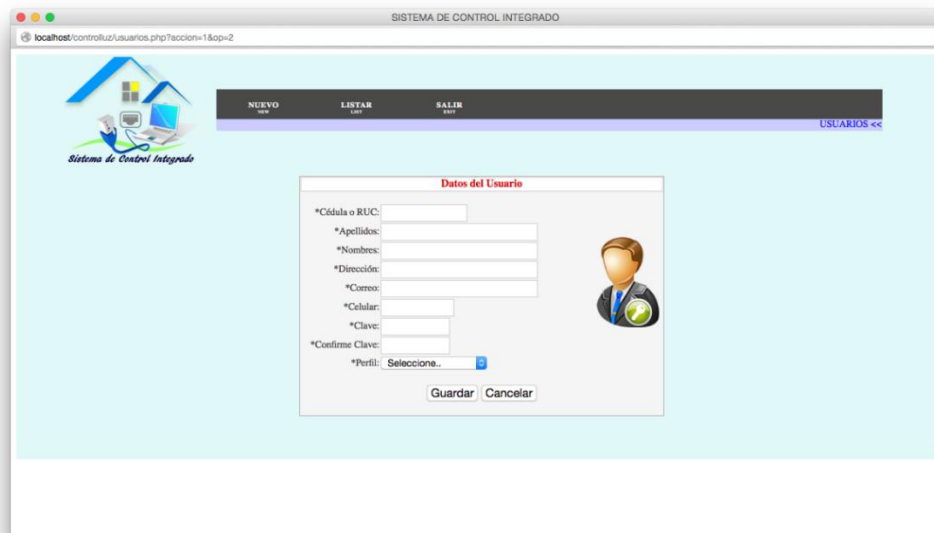
Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 28 Pantalla de opciones de generación de reportes del Sistema de Control de Iluminación



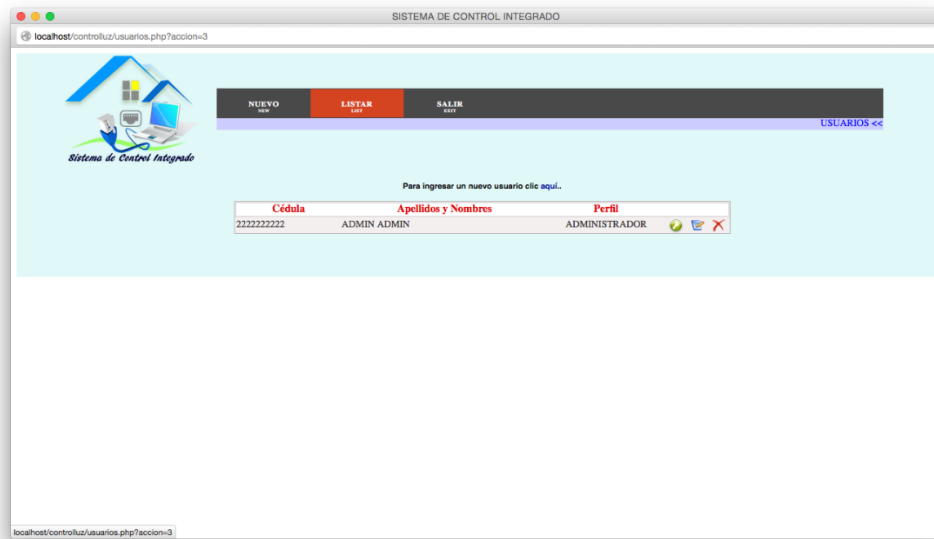
Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 29 Pantalla de ingreso de Usuario del Sistema de Control de Iluminación



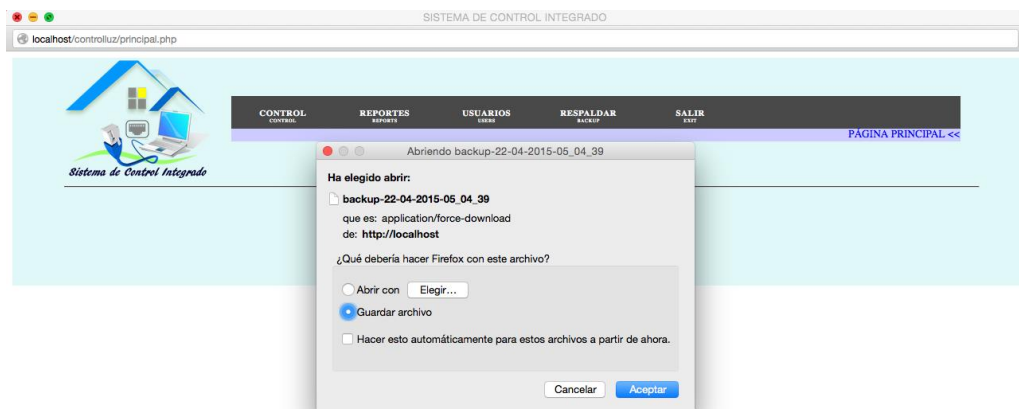
Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 30 Pantalla de lista de usuarios del Sistema de Control de Iluminación



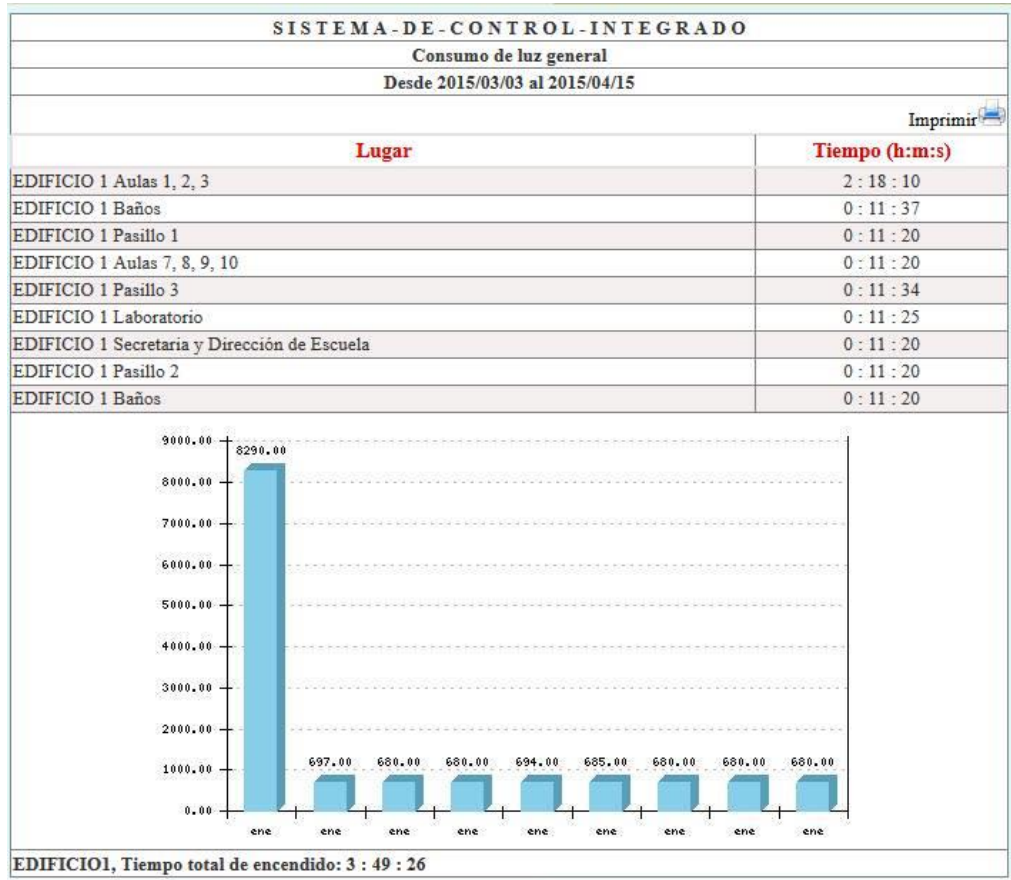
Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 31 Pantalla de creación de respaldo de la base de datos del Sistema de Control de Iluminación



Fuente: Trabajo Experimental 2015

Gráfico 32 Pantalla de muestra de datos sobre tiempo de encendido y grafico de consumo del Sistema de Control de Iluminación



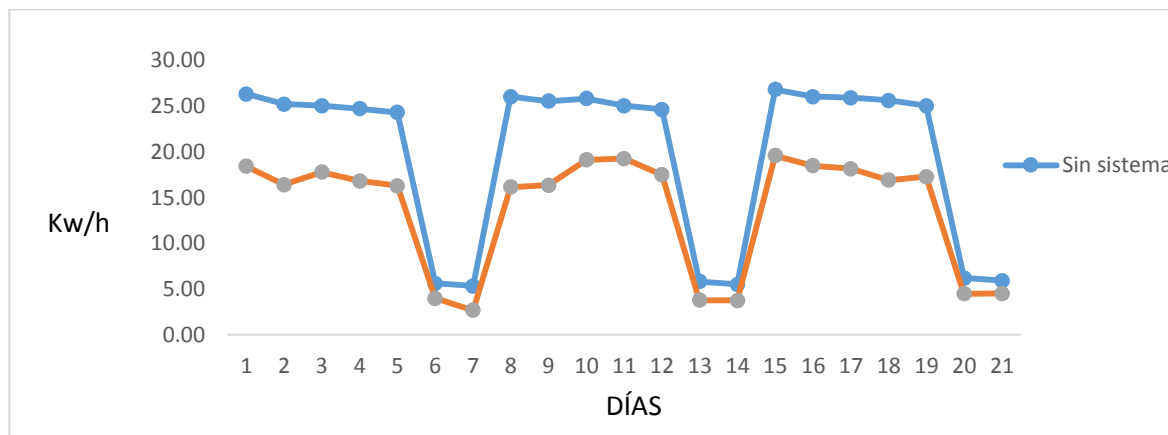
2.1.10 Comparación del consumo de energía eléctrica instalado el Sistema de Control Automático

Tabla 31 Consumo general iluminación y proyectores, edificio de aulas Facultad de Ciencias Agroindustriales, una vez instalado el Sistema de Control.

		CONSUMO GENERAL ILUMINACIÓN Y PROYECTORES EDIFICIO DE AULAS FACULTAD DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	26.30	25.20	25.00	24.70	24.30	5.60	5.30	26.00	25.50	25.80	25.00	24.60	5.80	5.50	26.80	26.00	25.90	25.60	25.00	6.20	5.90
CON ARDUINO		18.41	16.38	17.75	16.80	16.28	3.98	2.65	16.12	16.32	19.09	19.25	17.47	3.77	3.74	19.56	18.46	18.13	16.90	17.25	4.46	4.48
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 33 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel general, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

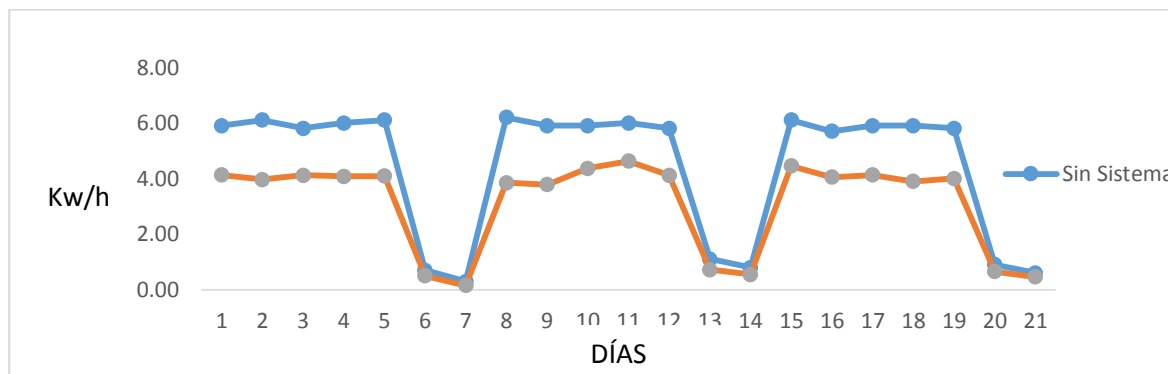
El gráfico indica la relación entre el consumo de energía eléctrica a nivel general sin el Sistema de control automático y luego con el Sistema implementado. El promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados, indican la no existencia significativa de diferencia, es decir estadísticamente los valores son similares; los días sábados y domingos, disminuye el consumo, esto se debe a que son días feriados, y no asisten a clases los estudiantes, disminuyendo el consumo a valores cercanos a 0. El Sistema de control automático de la iluminación permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 32 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 1																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	5.90	6.10	5.80	6.00	6.10	0.70	0.30	6.20	5.90	5.90	6.00	5.80	1.10	0.80	6.10	5.70	5.90	5.90	5.80	0.90	0.60
CON ARDUINO		4.13	3.97	4.12	4.08	4.09	0.50	0.15	3.84	3.78	4.37	4.62	4.12	0.72	0.54	4.45	4.05	4.13	3.89	4.00	0.65	0.46
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 34 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 1, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

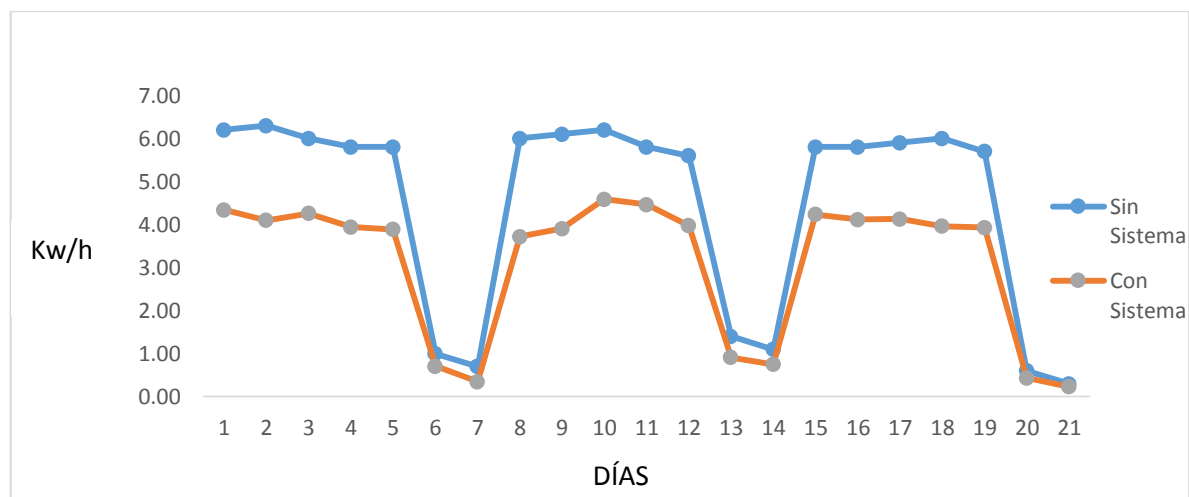
En el gráfico anterior podemos apreciar la energía consumida en el aula No. 1 sin el Sistema de control de iluminación y con el mismo. Evidenciando la disminución del consumo de la energía de un 31% con la implementación del Sistema de control de lunes a viernes, debido al mayor control de encendido y apagado de las luminarias así como de los equipos electrónicos en él instalados, también apreciamos que los días sábados y domingos carece el consumo debido a la no asistencia de los estudiantes por ser días de descanso y sus valores llegan a 0. El Sistema de control Integrado permite el monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1-2 Kw/promedio en relación del consumo normal.

Tabla 33 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 2																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.20	6.30	6.00	5.80	5.80	1.00	0.70	6.00	6.10	6.20	5.80	5.60	1.40	1.10	5.80	5.80	5.90	6.00	5.70	0.60	0.30
CON ARDUINO		4.34	4.10	4.26	3.94	3.89	0.71	0.35	3.72	3.90	4.59	4.47	3.98	0.91	0.75	4.23	4.12	4.13	3.96	3.93	0.43	0.23
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 35 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 2, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

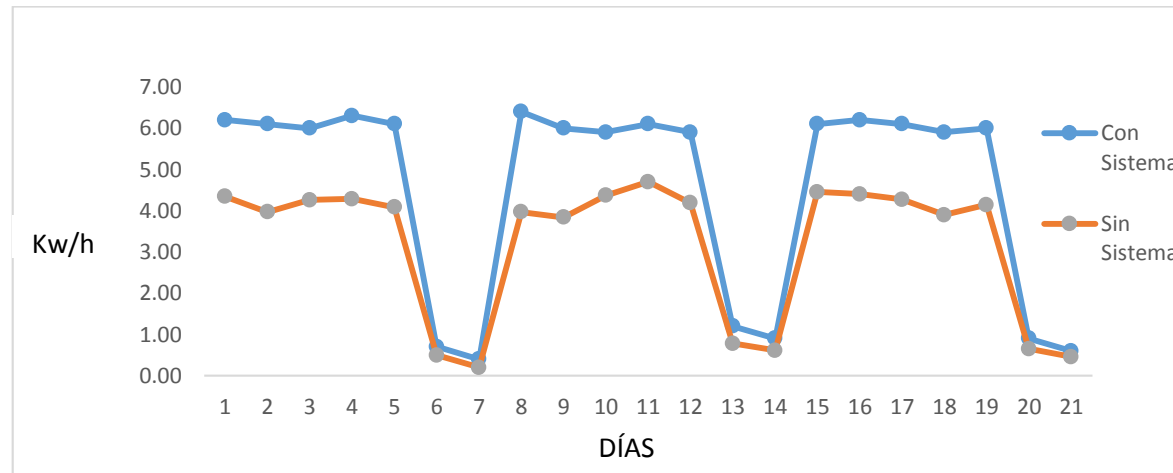
En el gráfico se da a conocer el consumo de energía en el aula No. 2 del edificio de la Escuela de Agroindustrias con el Sistema que muestra el ahorro energético y sin el Sistema de control implementado que de lunes a viernes existe una disminución porcentual como los fines de semana llegando en valores a 0 por la no presencia de estudiantes ya que son días feriados. Con la implementación del Sistema de Control Integrado se otorga más vigilancia e inspección debido a los tiempos de encendidos y apagados de las luminarias con valores entre 1-2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 34 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 3																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.20	6.10	6.00	6.30	6.10	0.70	0.40	6.40	6.00	5.90	6.10	5.90	1.20	0.90	6.10	6.20	6.10	5.90	6.00	0.90	0.60
CON ARDUINO		4.34	3.97	4.26	4.28	4.09	0.50	0.20	3.97	3.84	4.37	4.70	4.19	0.78	0.61	4.45	4.40	4.27	3.89	4.14	0.65	0.46
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 36 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del Aula 3, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

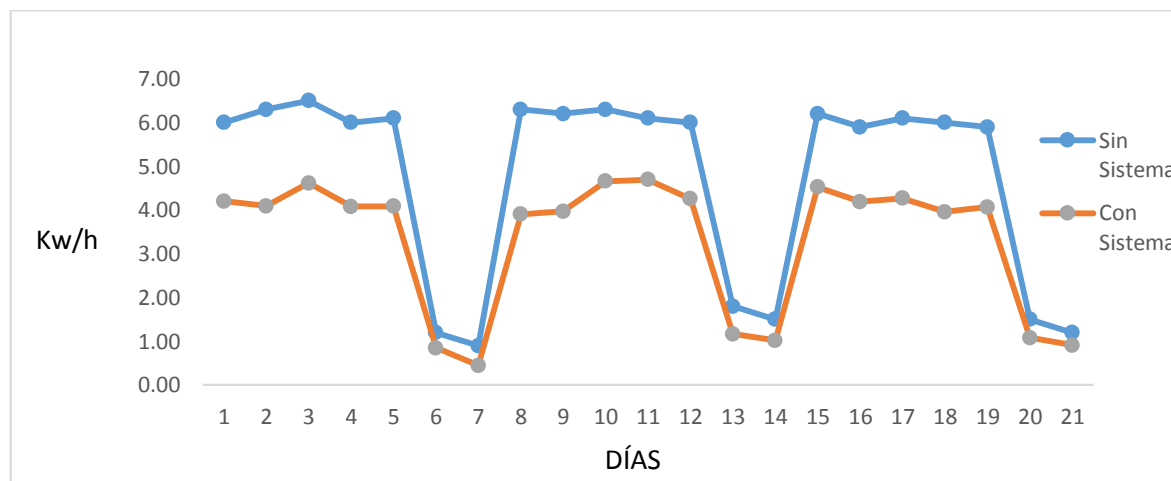
Se evidenció en el gráfico anterior una disminución del consumo en el aula No. 3, sin el Sistema de control automático y con el mismo implementado. Se da a conocer la disminución dada por la instalación del Sistema de Control de la Iluminación que llega a disminuir un 30% en consumo total del aula, como podemos observar con nuestro Sistema de Control Integrado los días sábados y domingos notamos una disminución porcentual del consumo total de esta aula debido a la ausencia de alumnos por cuanto es días feriados. El Sistema de control automático permite el monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores mejores entre 1-2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 35 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 4																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.00	6.30	6.50	6.00	6.10	1.20	0.90	6.30	6.20	6.30	6.10	6.00	1.80	1.50	6.20	5.90	6.10	6.00	5.90	1.50	1.20
CON ARDUINO		4.20	4.10	4.62	4.08	4.09	0.85	0.45	3.91	3.97	4.66	4.70	4.26	1.17	1.02	4.53	4.19	4.27	3.96	4.07	1.08	0.91
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 37 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 4, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo



Fuente: Trabajo experimental 2015

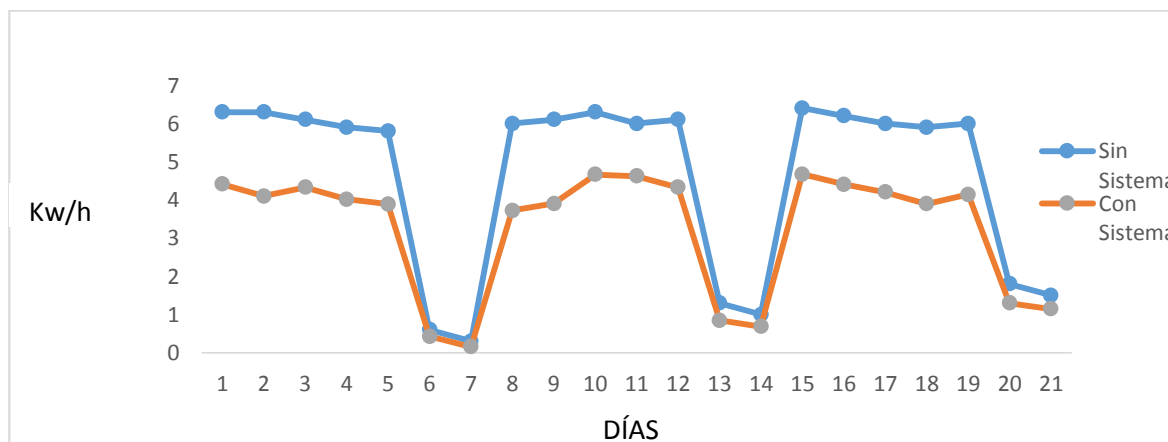
En el gráfico indica la disminución en el consumo del aula No. 4, con la instalación de nuestro Sistema de Control Integrado y sin el Sistema evidenciando el consumo de lunes a viernes durante los 21 días monitoreados, que hemos logrado disminuir un 30% de consumo total como de los días sábados y domingos disminuyendo el consumo debido a que la ausencia de los estudiantes por ser días feriados. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 36 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 5																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.3	6.3	6.1	5.9	5.8	0.60	0.30	6	6.1	6.3	6	6.1	1.30	1.00	6.4	6.2	6	5.9	6	1.80	1.50
CON ARDUINO		4.41	4.10	4.33	4.01	3.89	0.43	0.15	3.72	3.90	4.66	4.62	4.33	0.85	0.68	4.67	4.40	4.20	3.89	4.14	1.30	1.14
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 38 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 5, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

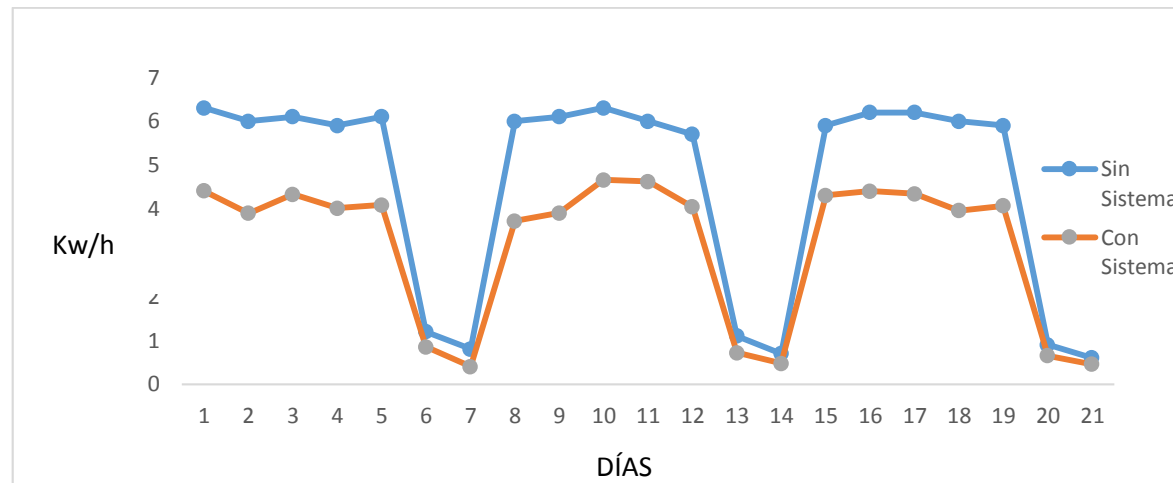
En el gráfico tomado como resultado del experimento realizado en el aula No. 5, notamos la disminución del consumo de energía eléctrica, el promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados indica que los valores son similares como de los fines de semana debido a la ausencia de estudiantes ya que son días feriados por la instalación del Sistema de Control Integrado de la iluminación, a la vez reducir consumos, y costos en las áreas instaladas. Logrando así un bajo consumo de un 30% menos al presentado antes de la instalación de nuestro Sistema de iluminación, El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 37 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 6																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.3	6	6.1	5.9	6.1	1.20	0.80	6	6.1	6.3	6	5.7	1.10	0.70	5.9	6.2	6.2	6	5.9	0.90	0.60
CON ARDUINO		4.41	3.90	4.33	4.01	4.09	0.85	0.40	3.72	3.90	4.66	4.62	4.05	0.72	0.48	4.31	4.40	4.34	3.96	4.07	0.65	0.46
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 39 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 6, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

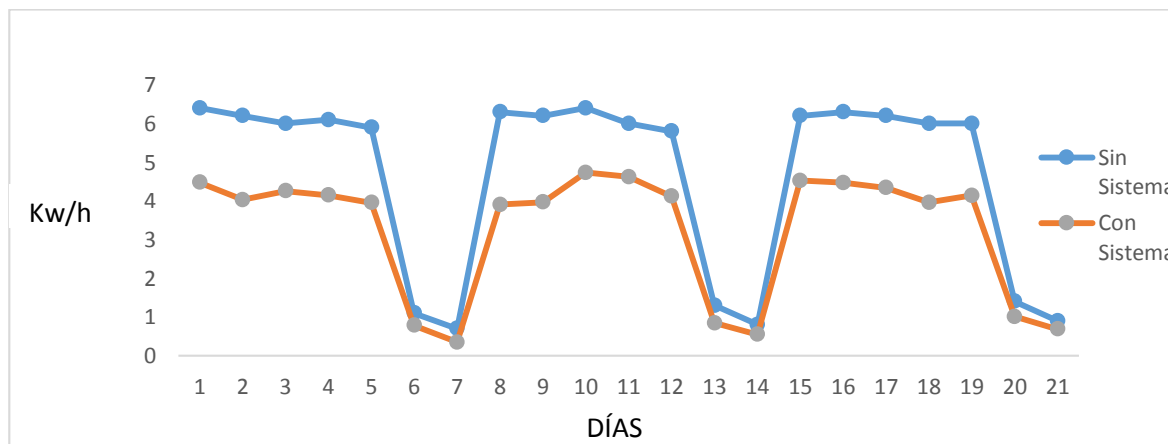
En el gráfico notamos que con la implementación de nuestro Sistema en el aula No. 6 logramos una disminución de un 30%. El promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados indica los valores similares así como del fin de semana un porcentaje de reducción debido a la ausencia d estudiantes por ser días feriados bajando el consumo con valores cercanos a 0, por a la correcta utilización de luminarias, conectores y diferentes artefactos electrónicos instalados en dicha aula. El Sistema de control permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 38 Comparativa de consumo de iluminación del Aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		AULA 7																					
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	6.4	6.2	6	6.1	5.9	1.10	0.70	6.3	6.2	6.4	6	5.8	1.30	0.80	6.2	6.3	6.2	6	6	1.40	0.90	
CON ARDUINO		4.48	4.03	4.26	4.15	3.95	0.78	0.35	3.91	3.97	4.74	4.62	4.12	0.85	0.54	4.53	4.47	4.34	3.96	4.14	1.01	0.68	
Consumo en Kw/h																							

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 40 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del aula 7, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

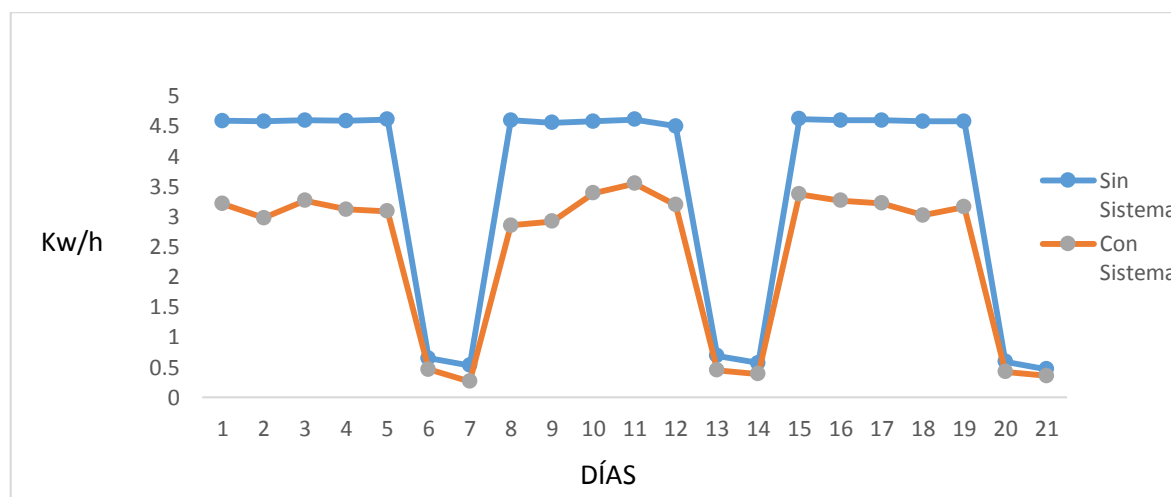
En el gráfico indica la relación ente el consumo de la energía eléctrica en el aula No. 7 sin el Sistema de control y con el Sistema implementado. El promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados, indica la similitud de los valores como de los días sábados y domingos, disminuye considerablemente el consumo debido la ausencia de estudiantes ya que son días feriados llegando a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 39 Comparativa de consumo de iluminación del pasillo del primer piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PASILLO PRIMER PISO																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	4.59	4.58	4.6	4.59	4.61	0.65	0.53	4.6	4.56	4.58	4.61	4.5	0.69	0.57	4.62	4.6	4.6	4.58	4.58	0.59	0.47
CON ARDUINO		3.21	2.98	3.27	3.12	3.09	0.46	0.27	2.85	2.92	3.39	3.55	3.20	0.45	0.39	3.37	3.27	3.22	3.02	3.16	0.42	0.36
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 41 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del pasillo 1, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

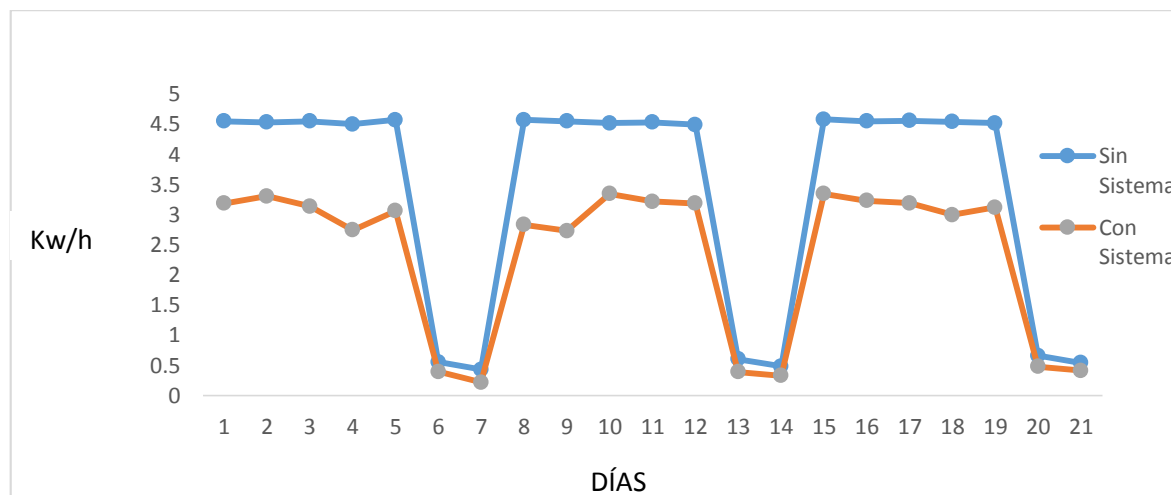
El gráfico indica la relación del consumo de energía eléctrica del pasillo de la planta baja del edificio de la Escuela de Agroindustrias sin el Sistema y con el Sistema implementado, demostrando el promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días indicando que los valores son estadísticamente similares como de los días sábados y domingos por la ausencia de estudiantes por ser días feriados disminuyendo el consumo a cerca de 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 40 Comparativa de consumo de iluminación del pasillo del segundo piso del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PASILLO SEGUNDO PISO																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	4.6	4.5	4.6	4.5	4.6	0.55	0.43	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	0.60	0.48	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	0.66	0.54
CON ARDUINO		3.19	3.31	3.14	2.75	3.06	0.39	0.22	2.83	2.73	3.34	3.22	3.19	0.39	0.33	3.34	3.23	3.19	3.00	3.12	0.48	0.41
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 42 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del pasillo 2, entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

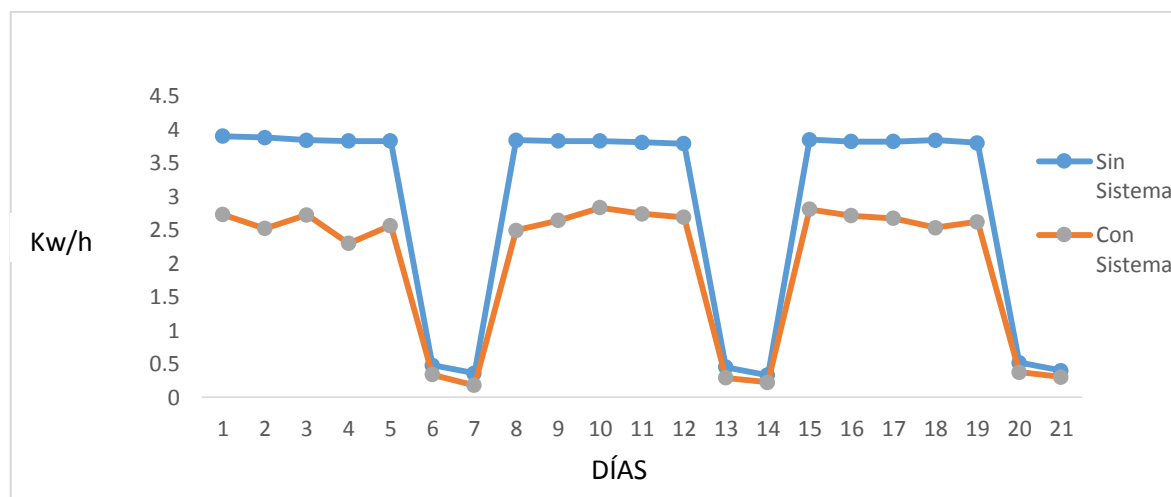
En el gráfico mostrado del pasillo del piso No. 2, podemos observar la gran disminución del consumo de energía eléctrica debido a la instalación del Sistema de Control Integrado de iluminación implementado como del gráfico sin Sistema de control, el promedio de consumo de lunes a viernes indican que los valores son estadísticamente similares como de los días sábados y domingos por la ausencia de estudiantes por ser días feriados llegando el consumo a 0. El Sistema de control automático permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 41 Comparativa de consumo de iluminación del baño del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		BAÑOS																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	0.48	0.36	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	0.45	0.33	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	0.52	0.40
CON ARDUINO		2.73	2.52	2.73	2.30	2.57	0.34	0.18	2.50	2.64	2.83	2.74	2.69	0.29	0.22	2.81	2.71	2.67	2.53	2.62	0.37	0.30
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 43 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel de los baños entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

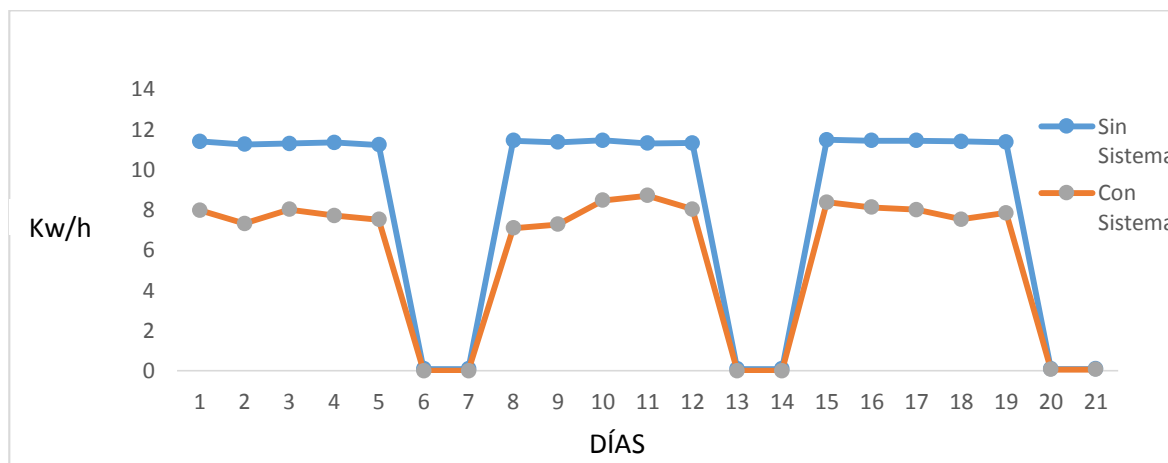
En el gráfico presentado de los baños del edificio de la Escuela de Agroindustrias, podemos notar la disminución del consumo de energía eléctrica con la instalación del Sistema de Control Integrado y sin la implementación del mismo, el promedio de consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados indica que los valores presentados son estadísticamente similares como también los días sábados y domingos que disminuye el consumo debido a la ausencia de estudiantes por cuanto son días feriados llegando con valores cercanos a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 42 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 1 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 1																					
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vié.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vié.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vié.	Sáb.	Dom.	
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.4	11.25	11.29	11.34	11.22	0.09	0.09	11.43	11.36	11.45	11.3	11.31	0.09	0.09	11.47	11.44	11.44	11.4	11.36	0.09	0.09	
CON ARDUINO		7.98	7.31	8.02	7.71	7.52	0	0	7.09	7.27	8.47	8.70	8.03	0	0	8.37	8.12	8.01	7.52	7.84	0	0	
Consumo en Kw/h																							

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 44 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 1 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

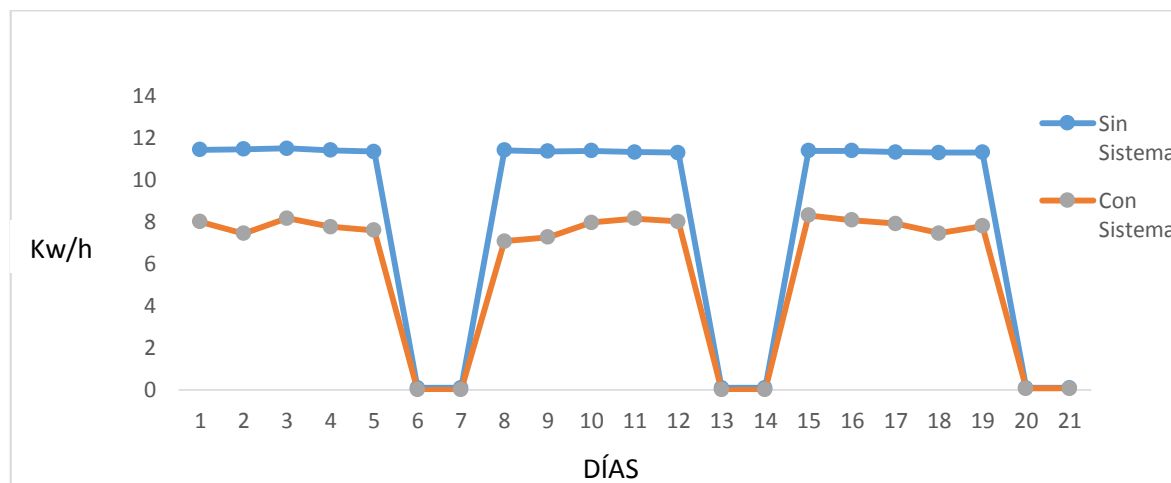
El gráfico presentado es de los datos tomados por el proyector del aula 1 logando una gran disminución de consumos ya que aquellos proyectores utilizan las 24 horas la energía eléctrica a momentos el voltaje total de consumo y a momentos en stand by que significa un bajo consumo pero utiliza energía eléctrica, con el Sistema de Control Inegrado instalado como sin su instalación. El promedio de consumo de lunes a viernes indica que los valores son estadísticamente similares como de los fines de semana por la ausencia de estudiantes debido al feriado llegando valores cercanos a 0. El Sistema de control permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 43 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 2 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 2																					
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.43	11.46	11.5	11.41	11.34	0.09	0.09	11.41	11.36	11.38	11.32	11.29	0.09	0.09	11.38	11.38	11.31	11.29	11.3	0.09	0.09	
CON ARDUINO		8.00	7.45	8.17	7.76	7.60	0	0	7.07	7.27	7.97	8.15	8.02	0	0	8.31	8.08	7.92	7.45	7.80	0	0	
Consumo en Kw/h																							

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 45 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 2 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

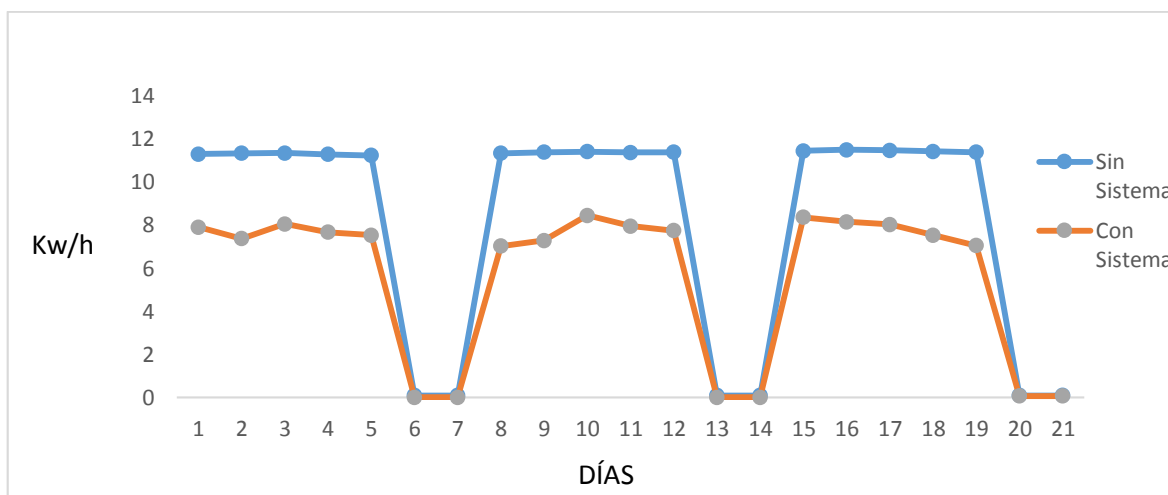
El gráfico del consumo del proyector del aula 2 presentado, se refiere a la instalación del Sistema de Control Integrado como de la ausencia del mismo. El promedio del consumo de lunes a viernes de los 21 días de monitoreo indica que estadísticamente son similares como del fin de semana por la ausencia de estudiantes por el feriado con una disminución cercana a 0. El Sistema de control permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 44 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 3 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 3																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.31	11.35	11.36	11.29	11.25	0.09	0.09	11.35	11.39	11.42	11.38	11.4	0.09	0.09	11.46	11.5	11.48	11.43	11.39	0.09	0.09
CON ARDUINO		7.92	7.38	8.07	7.68	7.54	0	0	7.04	7.29	8.45	7.97	7.75	0	0	8.37	8.17	8.04	7.54	7.06	0	0
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 46 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 3 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

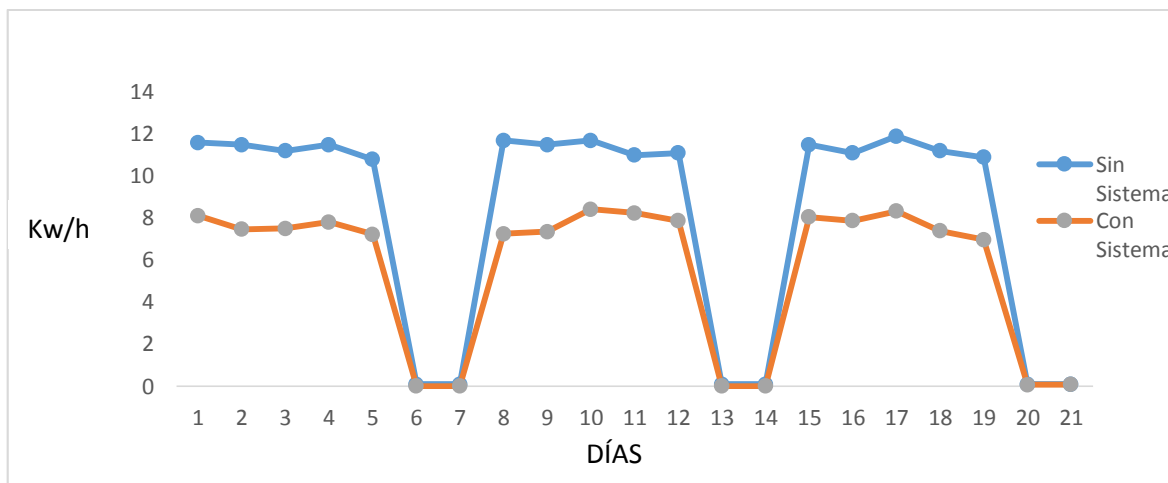
El gráfico indica la relación entre el consumo de energía eléctrica del proyector del aula 3 sin el Sistema y luego de la instalación del mismo evidenciando el consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados indican que estadísticamente son similares como del fin de semana disminuye el consumo debido al consumo por la ausencia de estudiantes por feriado llegando sus valores a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 45 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 4 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 4																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.6	11.50	11.20	11.50	10.80	0.10	0.10	11.70	11.50	11.70	11.00	11.10	0.10	0.10	11.50	11.10	11.90	11.20	10.90	0.10	0.10
CON ARDUINO		8.12	7.48	7.50	7.82	7.24	0	0	7.25	7.36	8.42	8.25	7.88	0	0	8.05	7.88	8.33	7.39	6.98	0	0
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 47 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 4 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

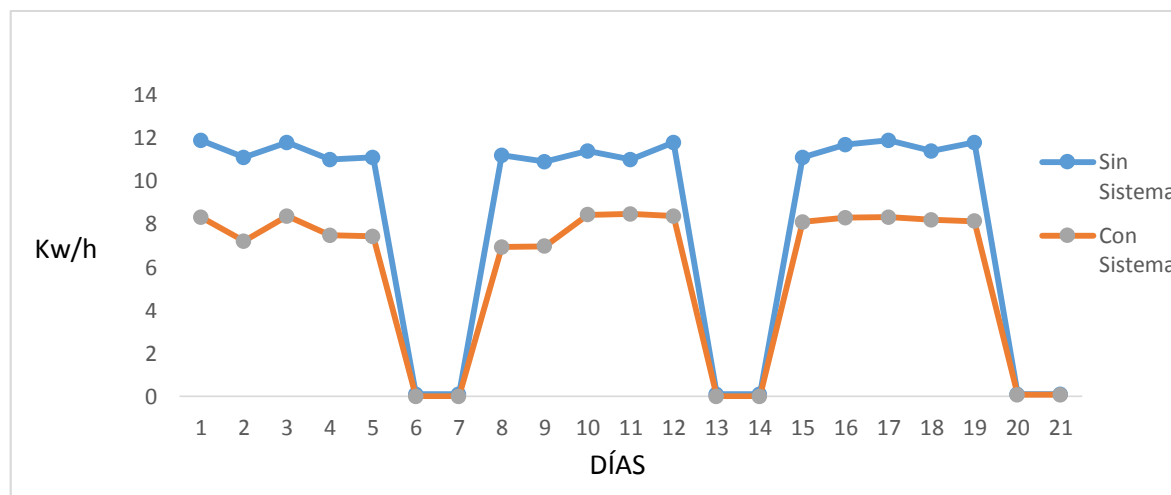
En el gráfico del proyector del aula 4 indicado anteriormente podemos notar el consumo de la energía eléctrica sin Sistema y con el mismo instalado considerando el bajo consumo de energía monitoreado de lunes a viernes el cual es estadísticamente similar como los fines de semana la disminución con valores llegando a 0 por la ausencia de estudiantes debido a que son días feriados. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 46 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 5 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 5																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.1	11.8	11	11.1	0.10	0.10	11.2	10.9	11.4	11	11.8	0.10	0.10	11.1	11.7	11.9	11.4	11.8	0.10	0.10
CON ARDUINO		8.33	7.22	8.38	7.48	7.44	0	0	6.94	6.98	8.44	8.47	8.38	0	0	8.10	8.31	8.33	8.21	8.14	0	0
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 47 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 5 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

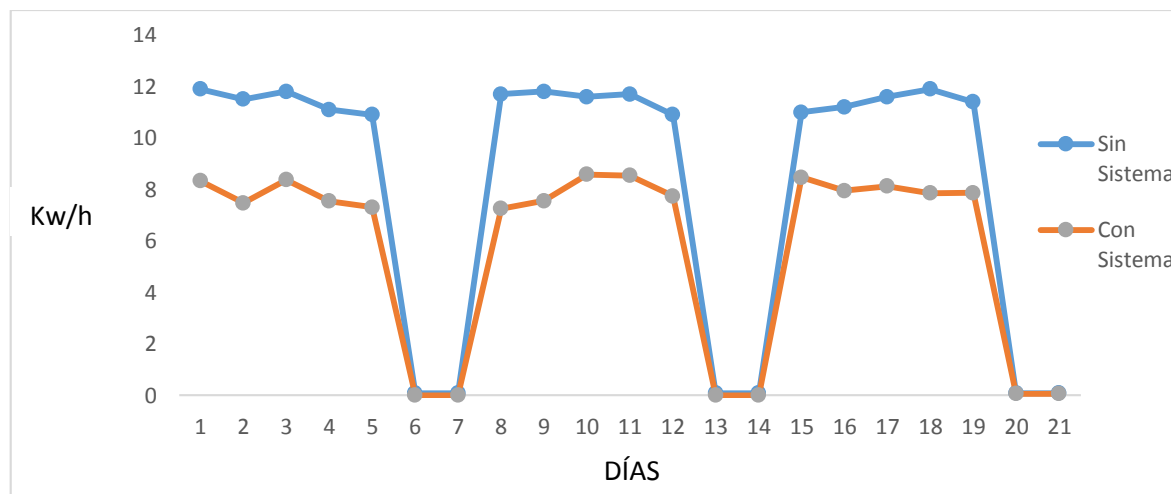
El gráfico indica la relación entre el consumo de energía eléctrica del proyector del aula 5 sin el Sistema de Control Integrado y luego de la implementación del mismo. El promedio del consumo de lunes a viernes de los 21 días monitoreados indica que los gráficos son estadísticamente sus valores son similares y los días sábados y domingos por la ausencia de estudiantes por los días feriados llegando consumos a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 47 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 6 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 6																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.5	11.8	11.1	10.9	0.09	0.09	11.7	11.8	11.6	11.7	10.9	0.09	0.09	11	11.2	11.6	11.9	11.4	0.09	0.09
CON ARDUINO		8.33	7.48	8.38	7.55	7.30	0	0	7.25	7.55	8.58	8.54	7.74	0	0	8.47	7.95	8.12	7.85	7.87	0	0
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 48 Grafico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 6 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

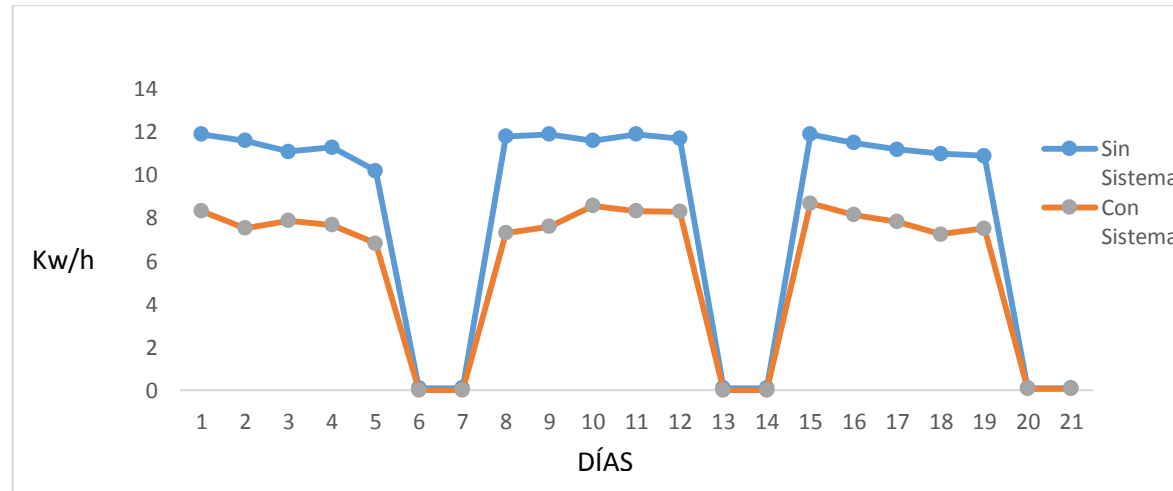
En el gráfico del consumo en el aula 6 podemos observar diferencias sustanciales de consumo de energía sin el Sistema de control y luego de la implementación del mismo. El promedio de consumo de lunes a viernes como de los fines de semana quiere decir que los gráficos son estadísticamente similares así como de los fines de semana disminuyendo por la ausencia de estudiantes y de utilización del proyector llegando los consumos a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

Tabla 48 Comparativa de consumo de iluminación del proyector del aula 7 del edificio de la Facultad de Ciencias Agroindustriales, antes y después de la instalación del Sistema de Control.

		PROYECTOR AULA 7																				
		Lun	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
SIN ARDUINO	12 Enero al 8 Febrero	11.9	11.6	11.1	11.3	10.2	0.10	0.10	11.8	11.9	11.6	11.9	11.7	0.10	0.10	11.9	11.5	11.2	11	10.9	0.10	0.10
CON ARDUINO		8.33	7.54	7.88	7.68	6.83	0	0	7.32	7.62	8.58	8.33	8.31	0	0	8.69	8.17	7.84	7.26	7.52	0	0
Consumo en Kw/h																						

Fuente: Trabajo experimental 2015

Gráfico 50 Gráfico comparativo del consumo eléctrico a nivel del proyector del aula 7 entre sin el Sistema de control y con la instalación del mismo.



Fuente: Trabajo experimental 2015

En el gráfico del proyector del aula 7 se da a conocer las diferencias en el consumo de la energía sin el Sistema de control de iluminación y con el mismo ya instalado; se evidencia una disminución en el consumo de la energía con la implementación del Sistema de iluminación, esto debido a que hay más control automático y manual de las luminarias y equipos electrónicos existentes en la edificación según los datos tomados en 21 días monitoreo de lunes a viernes como de los fines de semana por la ausencia de estudiantes por los días feriados con valores cercanos a 0. El Sistema de Control Integrado permite un mejor monitoreo del consumo por lo que es posible obtener valores menores entre 1 – 2 Kw/promedio en relación al consumo normal.

2.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El Sistema de Control Integrado (SCI) de la iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Ambiente, localizada en el sector del Aguacoto II, permitirá un ahorro significativo de energía eléctrica, como el control de la iluminación en la infraestructura a través del software Arduino.

La instalación del Sistema de Control Integrado (SCI) de Iluminación en el edificio de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial ubicado en el sector del Aguacoto II permite un ahorro del 30% en relación al promedio mensual consumido, específicamente con la instalación de esta aplicación.

CAPITULO III

3.1 CONCLUSIONES

- La presente investigación visibilizó las necesidades de ahorro de energía eléctrica en lo relacionado a la utilización del Sistema de Control Integrado (SCI) al interior de las aulas de clase, pasillos y baños de la infraestructura física de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agroindustriales de la U.E.B. Con esto se contribuyó en doble vía: A) ahorrar energía eléctrica mediante el correcto manejo de las luminarias del edificio, acción que permitió disminuir en un 30% promedio el consumo a través de la implementación del Sistema de Control Integrado (SCI). B) Identificar y monitorear los consumos promedios en forma diaria del Sistema de luminarias y utilización de los diferentes dispositivos electrónicos que permiten conectarse al fluido eléctrico para permitir el uso de computadores, proyectores de video, sistemas de sonido, tablet's, teléfonos, etc. Al determinar los niveles de luminancia del edificio es posible identificar el “confort lumínico” en las diferentes horas clase, lo que permitirá en el futuro conocer el nivel de luminancia que brindan las lámparas al interior de las aulas; esto conlleva a mencionar la influencia que tiene en la iluminación la ubicación del edificio a través de las diferentes ventanas que contiene el mismo, tipos de vidrio utilizado, que la ser de tonalidad oscura, obliga a incrementar la eficiencia y luminosidad por parte de las lámparas; por lo que las lámparas no brindan la luminosidad necesaria para hablar de un confort lumínico.
- El Sistema de Control Integrado (SCI) basado en la plataforma Arduino, de acuerdo a estudios anteriores realizados en otras infraestructuras físicas de

mayor tamaño permite controlar, monitorear, evaluar el funcionamiento de los dispositivos y el consumo eléctrico en forma periódica que es determinado por el usuario a través de la programación. Todo ahorro de energía eléctrica se ve reflejado en una disminución del pago económico por el consumo que beneficia directamente a la institución y permite alargar el tiempo de vida útil de los dispositivos eléctricos y electrónicos que cuenta el edificio. En promedio se paga por facturación correspondiente al edificio de Agroindustria, respecto a la utilización de energía eléctrica para luminarias y proyectores de video, \$ 70,5 dólares americanos, producto del consumo de 776,5 Kw/h y luego de la implementación del SCI se obtiene un ahorro del 30%, es decir que en forma mensual se cancelará \$ 49,35 dólares americanos, obtenidos de un consumo previsto de 543,48 Kw/h

- La eficiencia del SCI es una contribución importante de este estudio para futuras replicas que se deben realizar en otros de la Universidad y de la Provincia, con el fin de permitir un ahorro eléctrico y propender a implantar el concepto de diseños automáticos de control en todos ellos.
- La plataforma Arduino demuestra grandes ventajas y virtudes para realizar este tipo de trabajo; sin embargo es necesario el monitoreo por parte del usuario en ciclos cortos para garantizar un desempeño normal y eficiente de este hardware.

3.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Estatal de Bolívar apoyar la realización de este tipo de estudios que propendan la implementación de sistemas automatizados de control con diferentes finalidades para mejorar la eficiencia en el uso de sistemas eléctricos, mecánicos, electrónicos, a través de la implementación y uso de plataformas basadas en Hardware y Software Libre como es el caso de la plataforma Arduino.

3.3 BIBLIOGRAFIA

- Akashi, Y.; Boyce, P., R. A (2006). field study of illuminance reduction, *Energy and Buildings*, 38 588-599.
- Alcalde, S.M.P., (2009). Instalaciones eléctricas y automáticas. (1era Ed.). España: Editorial Paraninfo.
- BM. Overview Electric Power Consumption. Artículo digital disponible en : <http://data.worldbank.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC> (2015).
- Calafat, C., (2010). La Domótica como solución del futuro. (1era Ed.). España: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas.
- Date, C.J. (2001). Introducción a los Sistemas de Base de Datos. (7ma Ed.). Estados Unidos: Editorial Pearson.
- Davis, M. y Phillips, J. (2008). PHP y MySQL. (1era Ed.). Estados Unidos: Editorial Pearson.
- De Castro, C., Romero, C. y Vásquez, F. (2011). Domótica e Inmótica Viviendas y Edificios Inteligentes. (3era Ed.). España: Editorial Alfaomega.

- De Los Mozos, M. P. (2009). Desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático.
- Enríquez Herrador (2009). Guía de Usuario de Arduino (1era Ed.). España: Universidad de Córdoba.
- Floyd, T.L., (2008). Dispositivos Electrónicos. (8va Ed.). Estados Unidos: Editorial Pearson Educación.
- Gonzáles, M.A., (2009). Redes Locales (Nivel Básico). (2da Ed.). México: Editorial Ecoe Ediciones.
- Gil, A. (2009). Historia de la iluminación, revista digital 1-9.
- Harke, W., (2010). Domótica para Viviendas y Edificios. (1era Ed.). España: Editorial Marcombo, S.A.
- Huidobro, J.M., (2010). La Domótica como solución del futuro. (1era Ed.). España: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas.

- Katz, M., (2013). *Redes y Seguridad*. (1era Ed.). España: Editorial Alfaomega Grupo Editor.
- Lastres, C., (2010). *La Domótica como solución del futuro*. (1era Ed.). España: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas.
- Leslie, R. P. (2003). Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?, *Review, Building and Environment*, 32: 223-233.
- López Quijano, J., (2010). *Domine PHP y MySQL*. (2da Ed.). España: Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- López Maldonado, I., Castellano, M.J., y Ospina Rivas, J., (2013). *Bases de Datos*. (1era Ed.). España: Editorial Alfaomega.
- Méndez, C. M. (2009). Análisis de iluminación para interiores mediante el monitoreo y registros de índices del entorno luminoso.
- McDonald, K. (2010). Iluminación artificial, *Revista construir, América Central y el Caribe*, 1-1.

- Molina Robles, F.J., (2009). Redes Locales. (1era Ed.). España: Editorial Rama Ediciones.
- Morris Mano, M. y Ciletti, M.O., (2013). Diseño digital – con una introducción a verilog HDL. (5ta Ed.). Estados Unidos: Editorial Pearson.
-
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), NASA Images, (2009). Artículo digital disponible en: www.nasa.gov.
- Neamen, D.A., (2012). Dispositivos y Circuitos Electrónicos. (4ta Ed.). Estados Unidos: Editorial The Mc. Graw-Hill.
- Norma Española UNE-EN 12464-1. (2003). Iluminación de los lugares de trabajo, Parte 1, *Lugares de trabajo en interiores-Establecimientos educativos*.
- Olifer, N., y Olifer, V., (2009). Redes de computadoras, principios, tecnologías y protocolos para el diseño de redes. (1era Ed.). Estados Unidos: Editorial The Mc. Graw-Hill.
- Reinoso, E.J., (2012). Bases de Datos. (1era Ed.). España: Editorial Alfaomega.
- Ricardo, C.M., (2009). Bases de Datos. (2da Ed.). Estados Unidos: Editorial The Mc. Graw-Hill.

- Rodríguez, A., y Casa Vilaseca, M., (2011). Instalaciones Domóticas. (1era Ed.). España: Editorial Altamar

- Santamaría, A., (2010). La Domótica como solución del futuro. (1era Ed.). España: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas.

- Tiravanti, E. (2015). La iluminación, STILAR ENERGY SRL, (2012) 1-8, disponible en: www.stilar.net.

- Torrente Artero, C., (2013). Arduino Curso Práctico de Formación (1era Ed.). España: Editorial Alfaomega

- Vaswani, W., (2008). PHP Soluciones de Programación. (1era Ed.). México: Editorial The Mc. Graw-Hill

- Welling, L. y Thomson, L (2009). Desarrollo Web con PHP y MySQL. (1era Ed.). Estados Unidos: Editorial Artes Gráficas Guemo SL.

- Wilhelm, B.; Weckerle, P.; Durst, W.; Fahr, C.; Rock, R. Increased iliminance at the workplace: Does it have advantages for daytime shifts?, Lighting Research & Technology, 43 (2011) 185-199. Artículo digital disponible en: www.windpoweringamerica.gob/pdfs/small_guide_spanish.pdf

3.4 ANEXOS

ANEXO N° 1 (FOTOGRAFÍAS)

EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

UBICADA EN EL AGUACOTO II



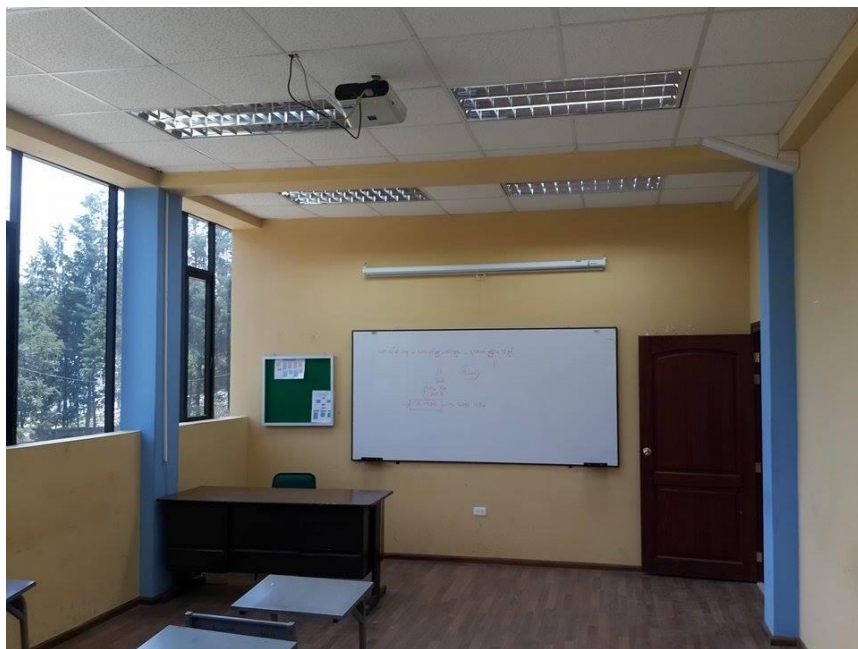
**CAJA DE CONTROL DE LAS LUMINARIAS DE LOS PISOS 1 Y 2 DEL
EDIFICIO**



ALGUNAS DE LAS AULAS SIN EL SISTEMA AUTOMÁTICO



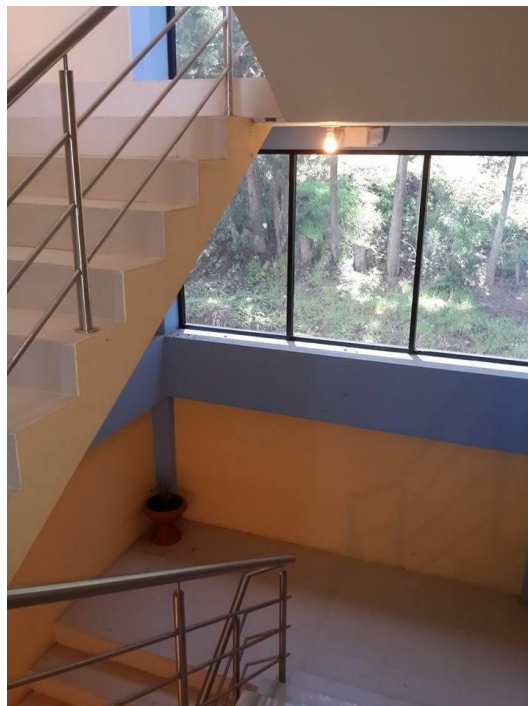
LUMINARIAS SIN EL SISTEMA CONTROL INTEGRADO



**PASILLOS DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL UBICADA EN EL AGUACOTO II**



**ESCALERAS DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL UBICADA EN EL AGUACOTO II**

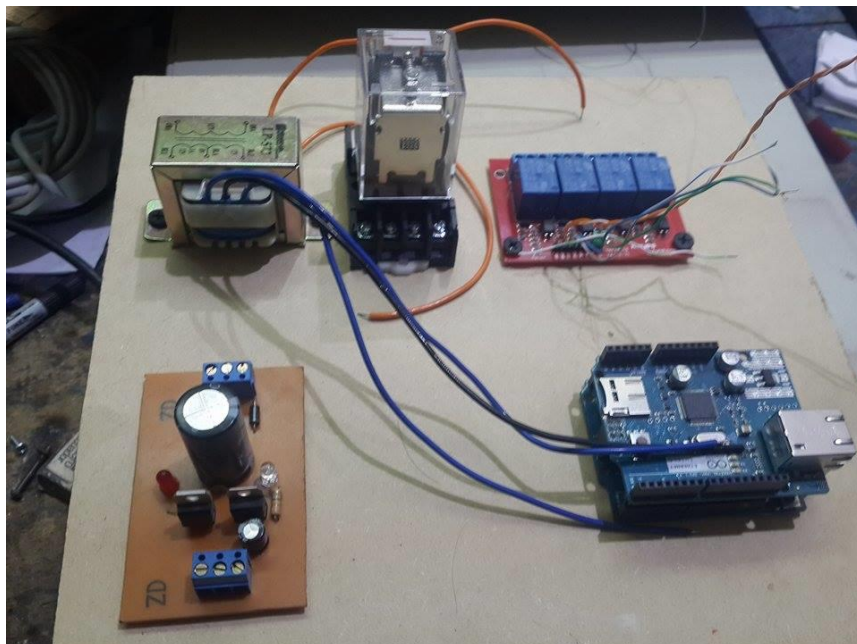


**BAÑOS DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL UBICADA EN EL AGUACOTO II**



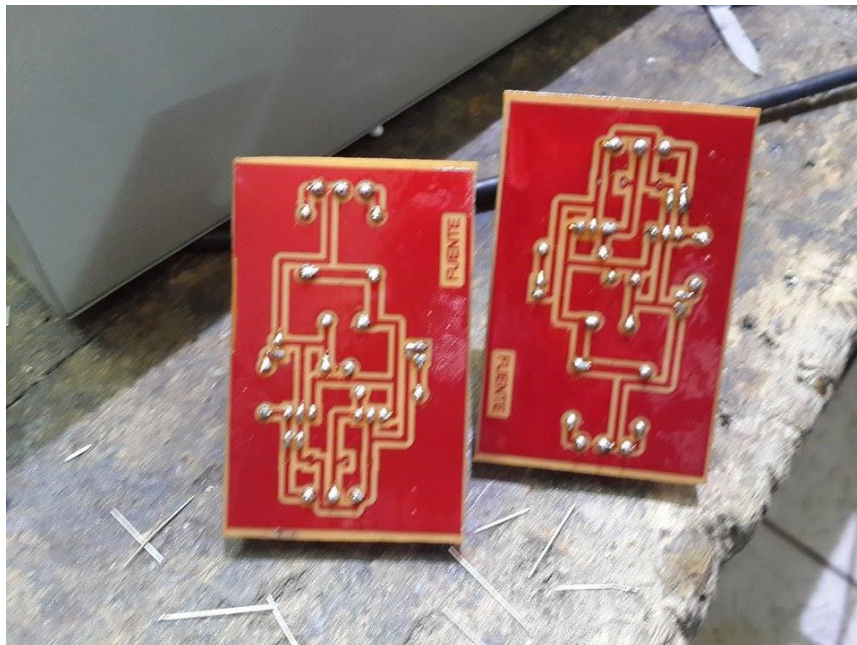


**DISEÑO DE LA PARTE ELECTRÓNICA DEL SISTEMA DE CONTROL
INTEGRADO (SCI)**



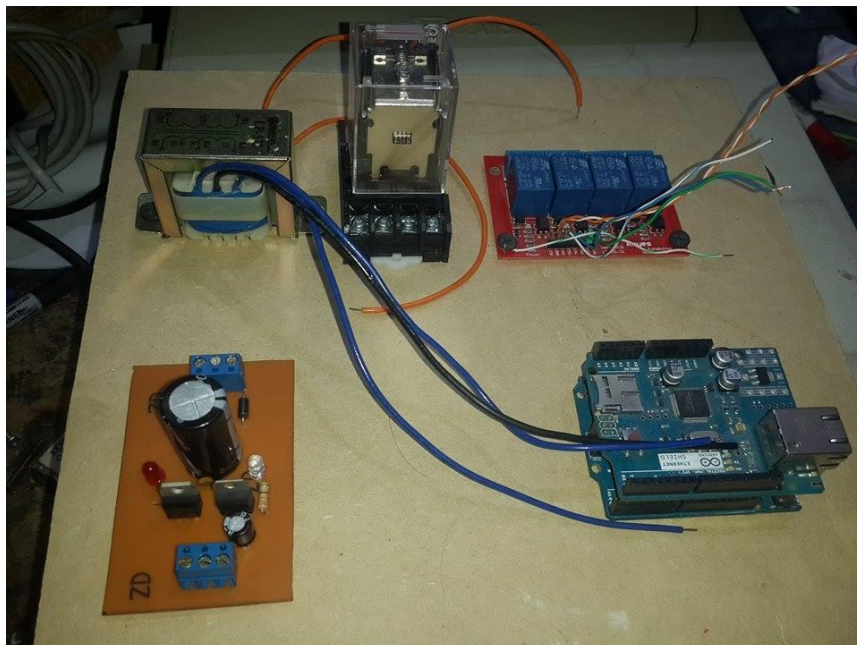


DISEÑO DE LA FUENTE DE PODER QUE ALIMENTA EL SISTEMA DE CONTROL INTEGRADO



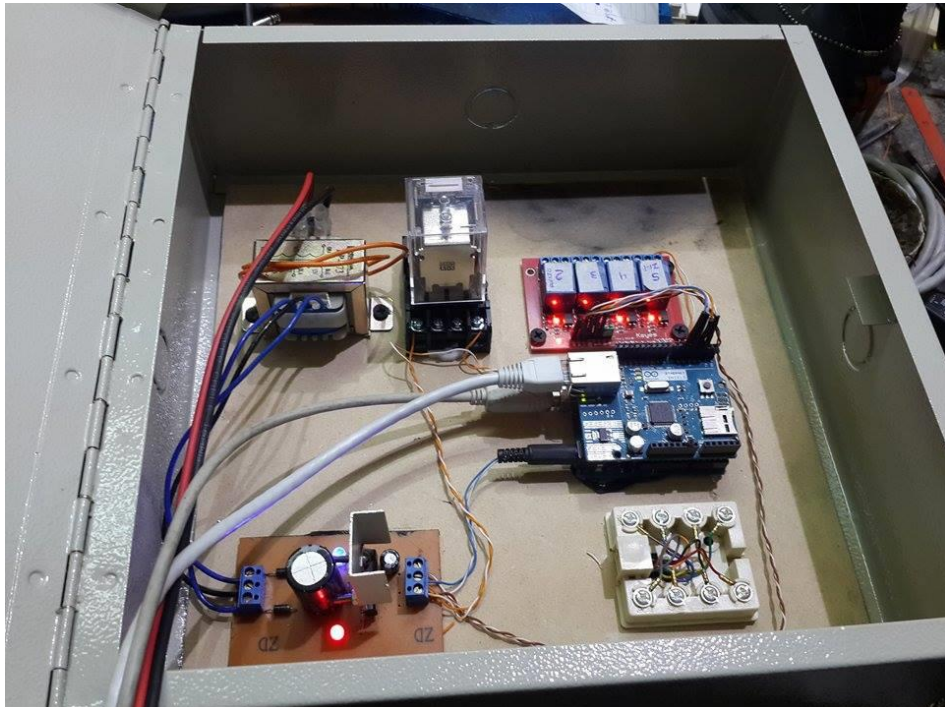


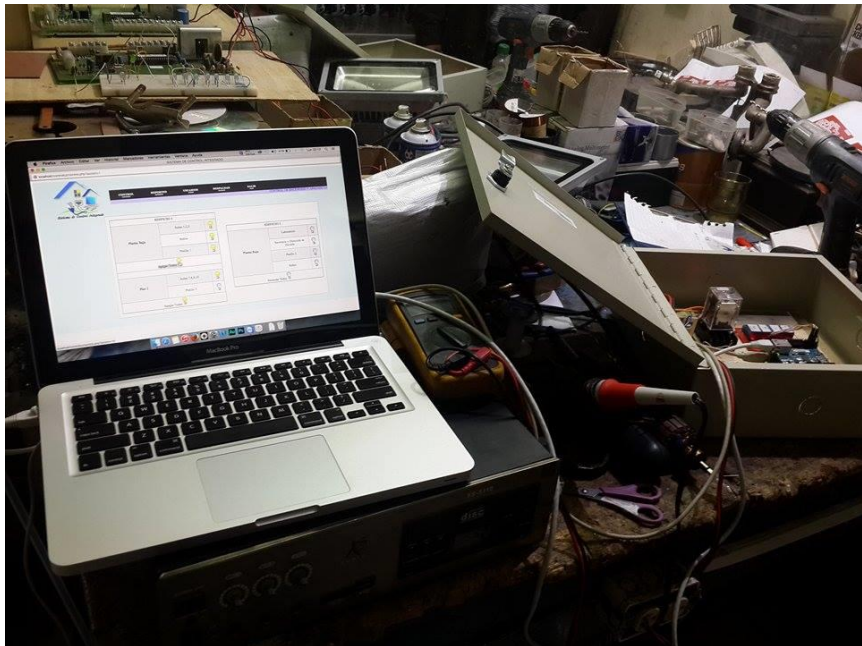
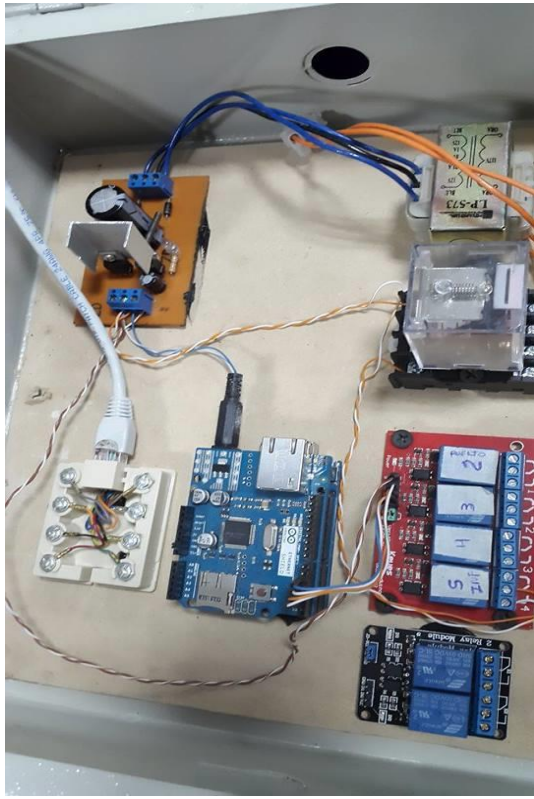
**INSTALACIÓN DE ELEMENTOS EN EL SISTEMA DE CONTROL
INTEGRADO**





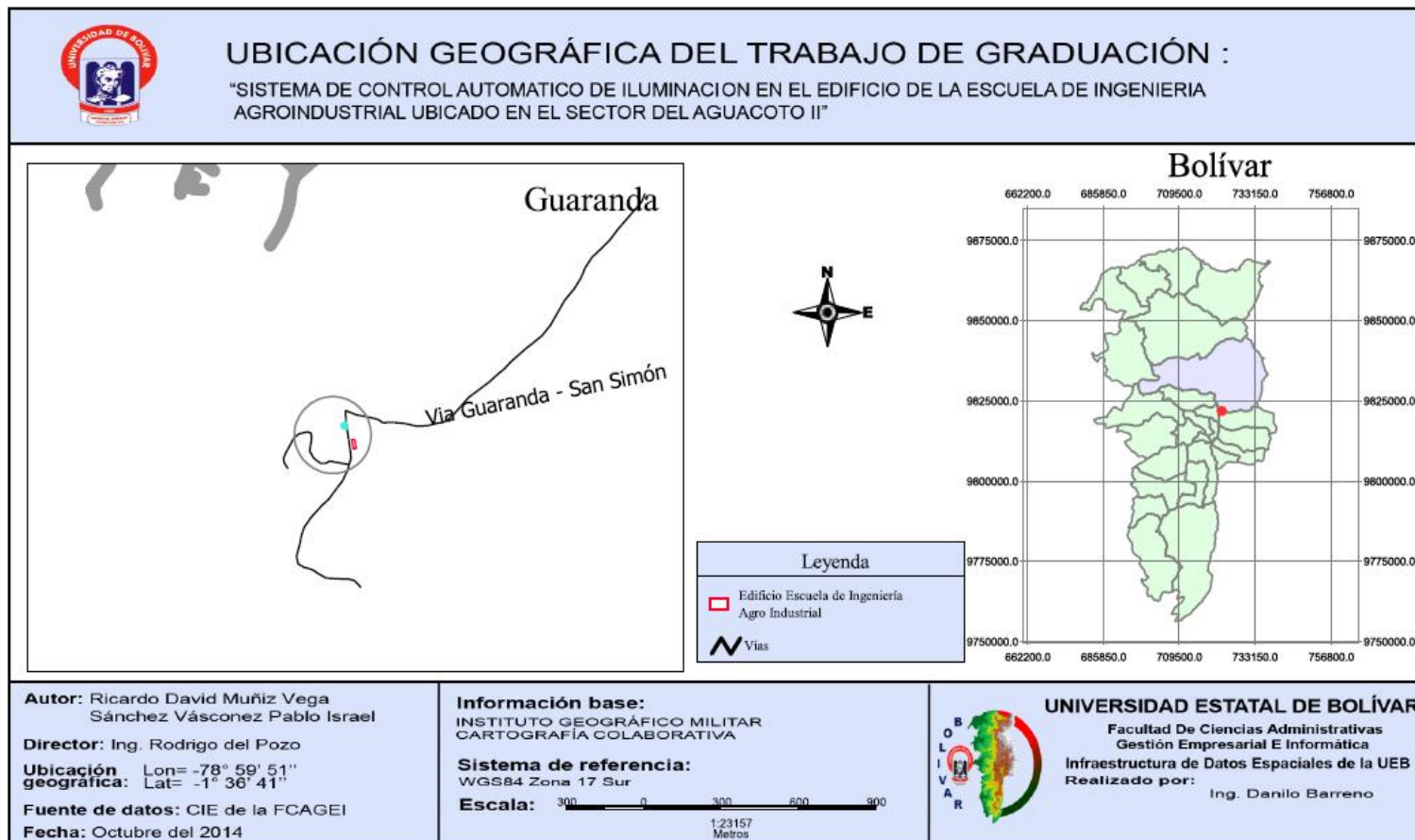
PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA





ANEXO N°2

UBICACIÓN GEOREFERENCIADA



ANEXO N°3 PRESUPUESTO

ITEM	DETRALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Relay 12 voltios – 10 amperios	unidades	38	\$ 2.5	\$ 95
2	Transistor 2N3904	unidades	38	\$ 0.2	\$ 7.6
3	Diodo 2 amperios	unidades	38	\$ 0.3	\$ 9.5
4	Resistencia 4 k	unidades	38	\$ 0.1	\$ 3.8
5	Borneras	unidades	38	\$ 0.3	\$ 11.4
6	Plaqueta (baquelita)	unidades	6	\$ 3.5	\$ 21
7	Fundas de cloruro férrico	unidades	6	\$ 1.5	\$ 9
8	Papel transfer	unidades	6	\$ 1.5	\$ 9
9	Transformador 4 amperios	unidades	8	\$ 12	\$ 96
10	Regulador 7812	unidades	6	\$ 1.5	\$ 9
11	Transistor 2N3055	unidades	6	\$ 2.5	\$ 15
12	Filtros 4700 uF – 50 voltios	unidades	8	\$ 3	\$ 24
13	Filtros 1000 uF – 25 voltios	unidades	6	\$ 0.6	\$ 3.6
14	Diodos rectificadores 4 amperios	unidades	16	\$ 1.5	\$ 24
15	Diodos LED	unidades	38	\$ 0.1	\$ 3.8
16	Resistencia 470	unidades	38	\$ 0.1	\$ 3.8
17	Condensador 104	unidades	8	\$ 0.3	\$ 2
18	Condensador 102	unidades	8	\$ 0.3	\$ 2
19	Chasis	Cajas	5	\$ 30	\$ 150
20	Cable flexible # 14	Rollos	8	\$ 60	\$ 480
21	Terminales	unidades	38	\$ 0.3	\$ 9.5
22	Cinta TENFLEX	Rollos	10	\$ 2	\$ 20
23	Canaletas	unidades	60	\$ 1.5	\$ 90
24	Cable UTP	Rollos	3	\$ 70	\$ 210
25	Microcontrolador PIC	unidades	10	\$ 8	\$ 80
26	Sensores	unidades	12	\$ 10	\$ 120
27	Fuente de Poder 12v	unidades	6	\$ 12	\$ 72
28	Temporizador programable	unidades	8	\$ 20	\$ 160
29	Arduino UNO R3	unidades	1	\$ 43	\$ 43
30	Arduino ETHERNET Shield Wiznet W5100	unidades	1	\$ 65	\$ 65
31	Sensor Arduino Temperatura - Humedad AM 2302	unidades	38	\$ 30	\$ 1140
32	Internet	hora	440	\$ 0.6	\$ 264
33	Hojas de papel A4	resmas	2	\$ 3	\$ 6
34	Impresiones	hoja	200	\$ 0.1	\$ 20
35	Materiales de Oficina	otros	4	\$ 0.5	\$ 2
36	Transporte	bus/taxi	15	\$ 1	\$ 15
				TOTAL	\$ 3296

ANEXO N°4 CRONOGRAMA

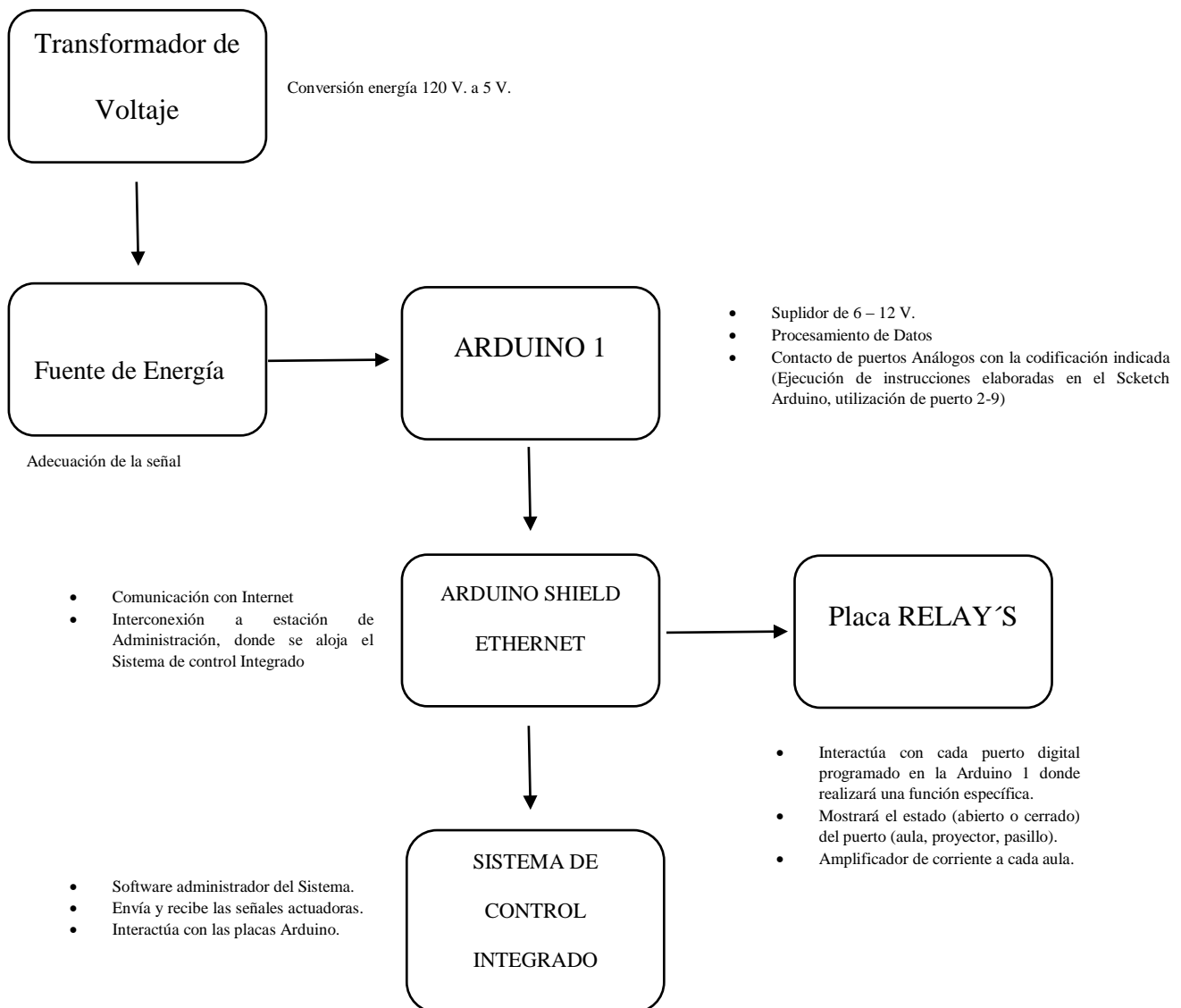
No.	DETALLE	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	Recopilación de información pertinente al Trabajo de Graduación	X						
2	Planificación de presupuestos, insumos y demás para el desarrollo del proyecto	X						
3	Recopilación de datos, documentos, información en general para el desarrollo de la Tesis.	X						
4	Recopilación de elementos necesarios para el desarrollo del Hardware y Software del Sistema de Control Integrado.	X						
5	Primera etapa del desarrollo del Anteproyecto del Trabajo de Tesis.	X						
6	Búsqueda de información pertinente para el desarrollo de dicho proyecto.	X						
7	Primera etapa de desarrollo del Hardware pertinente al Sistema de Control Integrado.	X						
8	Primera etapa de pruebas del Hardware en el Edificio y Aulas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial ubicado en el sector del Aguacoto II.		X					
9	Primera etapa de pruebas del Software del Sistema de Control Integrado.		X					
10	Implementación del Hardware en el Edificio de Aulas		X					
11	Implementación de las cajas chasis donde que ira el Sistema de Control Integrado.		X					
12	Implementación del Hardware en el Edificio		X					

13	Implementación de las cajas chasis donde que ira el Sistema de Control Integrado.		X					
14	Desarrollo del Anteproyecto del Trabajo de Tesis.		X					
15	Desarrollo del Software pertinente al Sistema de Control Integrado Primera Etapa.			X				
16	Pruebas del Hardware en el Edificio de Aulas			X				
18	Pruebas del Software del Sistema de Control Integrado.				X			
19	Desarrollo de los diferentes módulos que irán en la Página Web del Sistema de Control Integrado				X			
20	Desarrollo de Aplicaciones Web para el Sistema de Control Integrado				X			
21	Pruebas del Software del Sistema de Control Integrado.				X			
22	Finalización de etapa de pruebas del Hardware en el Edificio de Aulas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.				X			
23	Búsqueda de información pertinente para el desarrollo de dicho proyecto					X		
24	Presentación del anteproyecto del trabajo de tesis a al Director y Pares Académicos					X		
25	Etapas finales del Desarrollo de Aplicaciones Web y módulos para el Sistema de Control Integrado.					X		
26	Pruebas finales de Aplicaciones Web y módulos para el Sistema de Control Integrado.					X		
27	Recopilación de documentos pertinentes al trabajo de graduación.						X	

28	Finalización de Desarrollo del Software del Sistema de Control Integrado							X
29	Presentación del Trabajo de Graduación final							X

ANEXO N° 5. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO



ANEXO N° 6. CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL INTEGRADO (SCI)

FUENTE DE PODER

