



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA  
CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

TEMA

**LOS SISTEMAS DE CONTROL Y SU CONTRIBUCIÓN AL AHORRO  
ENERGÉTICO EN LA ESCUELA SUPERIOR NAVAL "CMDTE. RAFAEL  
MORÁN VALVERDE".**

AUTOR

REMIGIO XAVIER HARO GUERRA

DIRECTOR

TNNV-SU CARLOS EDUARDO PLAZA LÓPEZ, LIC.

SALINAS, DICIEMBRE 2014

# AGENDA

- ▶ INTRODUCCIÓN
- ▶ PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
- ▶ ANTECEDENTES
- ▶ JUSTIFICACIÓN
- ▶ OBJETIVOS
- ▶ HIPÓTESIS
- ▶ FUNDAMENTO TEÓRICO Y LEGAL
- ▶ METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
- ▶ PROPUESTA
- ▶ CONCLUSIONES
- ▶ RECOMENDACIONES

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza la existencia de ineficiencias en el consumo energético que puedan ser corregidas con la ayuda de sistemas eléctricos de control que regulen automáticamente el encendido y apagado de los equipos consumidores de energía eléctrica.

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

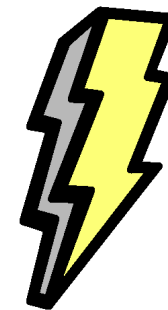
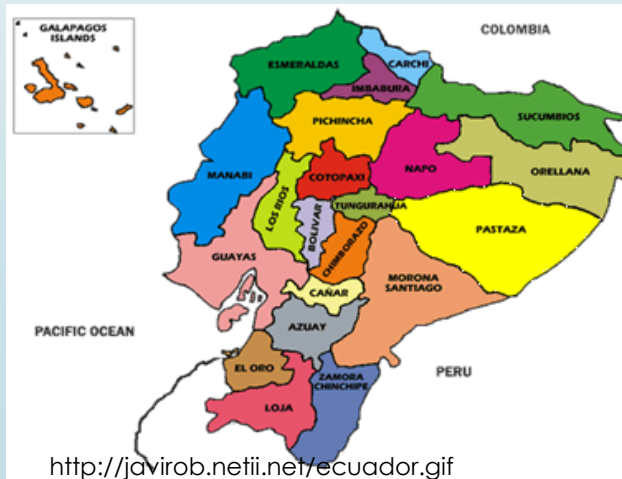
- ▶ Alto consumo de energía eléctrica
- ▶ Falta de sistema de control que evite ineficiencias
- ▶ Factibilidad de reemplazar equipos por otros de mayor eficiencia



<http://decorar-casas.com/tag/tipos-de-bombillas-led>

## ANTECEDENTES

- El consumo eléctrico tiende a incrementarse en el Ecuador
- Disposiciones gubernamentales
- Factor ambiental global



<http://galeria.dibujos.net/naturaleza/meteorologia/relampago-pintado-por-rayo-7558878.html>

## JUSTIFICACIÓN

- Alinearse a política energética del Estado Ecuatoriano
- Aprovechamiento de nuevas tecnologías
- Optimización de recursos económicos

## OBJETIVO GENERAL

- Determinar la factibilidad de la instalación de sistemas y equipos de control eléctrico en el área de cursos de la Escuela Superior Naval “Cmde. Rafael Morán Valverde” que permita el ahorro de energía eléctrica y que posteriormente podría implementarse en las demás áreas de la Escuela.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de los sistemas eléctricos en el área de cursos de la Escuela Superior Naval “Cmdte. Rafael Morán Valverde”
- Diseñar un sistema automático para reducir las pérdidas de energía eléctrica en el área de cursos de la Escuela Superior Naval “Cmdte. Rafael Morán Valverde”



- ▶ Plantear una propuesta técnico económica que permita el ahorro de energía en el área de cursos de la Escuela Superior Naval “Cmdte. Rafael Morán Valverde”

# HIPÓTESIS

- La aplicación de sistemas de control automático permitirá reducir el consumo de energía eléctrica generando un ahorro económico considerable.

## FUNDAMENTO LEGAL

- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

- ART. 15

- ART. 413

- ACUERDO MINISTERIAL N°131, 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2010

- ART. 4, 6, 29

- ART. 30, 31

# FUNDAMENTO TEÓRICO

Sistemas de Control

► Sistemas Domóticos



Detectores de presencia



Relé



Temporizadores

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Sistema de iluminación

► Luces led

Sistema de enfriamiento

► Uso de aires acondicionados y el clima de Salinas



# METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

## TIPO DE INVESTIGACIÓN:

- Investigación técnica
- Investigación de campo
- Investigación de proyecto factible

# TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- Por instrumento de medición
- Análisis de campo



Figura 3.2.1: Equipo de medición FLUKE 435-II conectado en tablero de distribución del Bloque de Abastecimientos.  
Fuente: Remigio Haro

# PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS



Figura 3.4.1: Planilla de la Base Naval de Salinas del mes de septiembre del año 2014

Fuente: <http://www.cnel.gob.ec/planilla/>



# Anexo 1

RH1

17

BLOQUE DE ARMA	CANTIDAD DE FOCOS AHORRADORES SEGÚN SU POTENCIA				CANTIDAD DE TUBOS FLUORESCENTES	BLOQUE DE ARMA	CANTIDAD DE ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO SPLIT POR BTU'S	
	65 w	36 w	27 w	20 w			40 w	60000 BTU
<b>Cubierta 100</b>						<b>Cubierta 100</b>		
Tercero Alfa	10					Tercero Alfa		2
Segundo Alfa	2	5	1			Segundo Alfa	1	
Cuarto Alfa	8				23	Cuarto Alfa	1	
Cuarto Bravo	8					Cuarto Bravo		2
Jardines Tercer año					4	Jardines Tercer año		
Jardines Cuarto año		2				Jardines Cuarto año		
Pasillos c-100			8			Pasillos c-100		
<b>Cubierta 01</b>						<b>Cubierta 01</b>		
Primero Alfa	8					Primero Alfa	1	
Primero Bravo	8					Primero Bravo	1	
Laboratorio de Navegación						Laboratorio de Navegación		
Laboratorio de Comm. Navales						Laboratorio de Comm. Navales		
Pasillos c-01			7		4	Pasillos c-01		
Jardines mujeres		1		1	2	Jardines mujeres		
Jardines 2do y 1er año hombres		1	2		4	Jardines 2do y 1er año hombres		
<b>SUMATORIA DE FOCOS Y TUBOS FLUORESCENTES</b>	44	9	18	1	37	<b>SUMATORIA DE A/A</b>	4	4
<b>POTENCIA (W)</b>	2860	324	486	20	1480	<b>POTENCIA (W)</b>	32000	12800
<b>POTENCIA TOTAL DE ILUMINACION INSTALADA EN EL BLOQUE DE ARMAS</b>						<b>POTENCIA TOTAL DE A/A INSTALADOS EN EL BLOQUE DE ARMAS</b>		
	<b>5,170 KW (1)</b>						<b>44,800 KW (2)</b>	
<b>LA POTENCIA TOTAL INSTALADA EN ILUMINACION Y ACONDICIONADORES DE AIRE EN EL BLOQUE DE ARMAS ES : (1)+(2) = 49,970 KW ≈ 50 KW</b>								

## Diapositiva 17

---

**RH1**

Anexo 1

REMIGIO HARO, 09/11/2014

## CÁLCULO DE DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL DEL ÁREA DE CURSOS (situación actual)

RH2

UBICACIÓN	POTENCIA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN (KW)	POTENCIA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE A/A (KW)	POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL (ILUMINACIÓN + A/A) (KW)	HORAS DE USO AL DÍA	DEMANDA ELÉCTRICA DIARIA (KW)	DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (KW)
BLOQUE DE ARMAS	5,17	44,8	49,97	15	749,55	16490,1
BLOQUE DE ABASTECIMIENTOS	5,239	51,2	56,439	15	846,58	18624,76
BLOQUE LABORATORIO	7,131	56	63,131	15	946,96	20833,12
BIBLIOTECA	13,363	81,6	94,963	12	1139,556	25070,232
<b>POTENCIA TOTAL (KW)</b>	<b>30,903</b>	<b>233,6</b>	<b>264,503</b>		<b>3682,646</b>	<b>81018,21</b>

- El cálculo de la demanda eléctrica diaria corresponde a la multiplicación de la (potencia eléctrica total) x (horas de uso al día).
- El cálculo de la demanda eléctrica mensual corresponde a la multiplicación de (demanda eléctrica diaria) x22\*  
El 22\* corresponde a los 30 días del mes, menos los 8 días de los 4 fines de semana que tiene el mes, ya que en estos días no se usan las aulas de clases.
- Según los datos registrados en el Analizador de calidad de energía, existe un promedio de 15 horas de uso de la iluminación y acondicionadores de aire del área de cursos.

**Diapositiva 18**

---

**RH2**

Anexo 6

REMIGIO HARO, 09/11/2014

**CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGIA TOTAL EN DOLARES DEL ÁREA DE CURSOS (situación actual)**

	DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (KW)	COSTO UNITARIO DE KWH (USD)	COSTO MENSUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
BLOQUE DE ARMAS	16490,1	0,119	1962,32	\$ 23547,84
BLOQUE DE ABASTECIMIENTOS	18624,76	0,119	2216,34	\$ 26596,08
BLOQUE LABORATORIO	20833,12	0,119	2479,14	\$ 29749,68
BIBLIOTECA	25070,232	0,119	2983,35	\$ 35800,20
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>81018,21</b>	<b>\$ 0,119</b>	<b>\$ 9641,167</b>	<b>\$ 115694</b>

## Anexo 8

**CÁLCULO DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL DEL ALUMBRADO GENERAL ESSUNA (situación actual)**

POTENCIA ELECTRICA DEL ALUMBRADO GENERAL (KW)	HORAS DE USO AL DÍA	DEMANDA ELÉCTRICA DIARIA (KW)	DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (KW)
25,55	06	153,30	4599,00

- El cálculo de la demanda eléctrica mensual corresponde a la multiplicación de (demanda eléctrica diaria)x 30\*
- El 30\* corresponde a los 30 días que tiene el mes, ya que el alumbrado general trabaja todos los días.
- Se está considerando el tiempo de servicio del alumbrado de 18:00 a 00:00.

**CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGIA TOTAL EN DOLARES DEL ALUMBRADO GENERAL (situación actual)**

UBICACIÓN	DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (KW)	COSTO UNITARIO DE KWH (USD)	COSTO MENSUAL (USD)	COSTO ANUAL (USD)
ALUMBRADO GENERAL DE ESSUNA	4599	0,119	547,28	\$ 6567,36
<b>CONSUMO TOTAL (USD)</b>	<b>4599</b>	<b>\$0,119</b>	<b>\$ 547,28</b>	<b>\$ 6567,36</b>

# PROPUESTA

## ► OBJETIVO

Disminuir el consumo de energía eléctrica, mediante equipos de control automático para las luces, acondicionadores de aire del área de cursos y el alumbrado general de la escuela



# ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS





	<i>Incandescente</i>	<i>Halógena</i>	<i>Fluorescente</i>	<i>Led</i>
				
<i>Equivalencias lumínicas entre bombillas</i>	<b>40w</b>	<b>22w</b>	<b>9w</b>	<b>450lm (5W)</b>
	<b>60w</b>	<b>35w</b>	<b>11w</b>	<b>700lm (8W)</b>
<i>lm=lúmenes</i>	<b>75w</b>	<b>47w</b>	<b>15w</b>	<b>950lm (10W)</b>
	<b>100w</b>	<b>60w</b>	<b>20w</b>	<b>1.200lm (13W)</b>

Figura 4.3.1: Comparación de consumo entre diferentes tipos de focos.  
Fuente: [http://mercologico.com/descripcion\\_iluminacion\\_led\\_colombia](http://mercologico.com/descripcion_iluminacion_led_colombia)

# Anexo 10

## Situación actual

	Focos ahorradores				Tubos fluorescentes
	65 w	36 w	27 w	20 w	40 w
<b>BLOQUE DE ARMA</b>	65 w	36 w	27 w	20 w	40 w
<b>Cubierta 100</b>					
Tercero Alfa	10				
Segundo Alfa	2	5	1		
Cuarto Alfa	8				23
Cuarto Bravo	8				
Jardines Tercer año					4
Jardines Cuarto año		2			
Pasillos c-100			8		
<b>Cubierta 01</b>					
Primero Alfa	8				
Primero Bravo	8				
Laboratorio de Navegación	SE ENCUENTRAN CERRADOS				
Laboratorio de Comm. Navales					
Pasillos c-01			7		4
Jardines mujeres		1		1	2
Jardines 2do y 1er año hombres		1	2		4
<b>SUMATORIA DE FOCOS Y TUBOS FLUORESCENTES</b>	44	9	18	1	37
<b>POTENCIA (W)</b>	2860	324	486	20	1480
<b>POTENCIA TOTAL DE ILUMINACION INSTALADA EN EL BLOQUE DE ARMAS</b>	<b>5,170 KW</b>				

## Situación propuesta

	Focos LED				Tubos LED
	35 w	20 w	14 w	12 w	20 w
<b>BLOQUE DE ARMA</b>	35 w	20 w	14 w	12 w	20 w
<b>Cubierta 100</b>					
Tercero Alfa	10				
Segundo Alfa	2	5	1		
Cuarto Alfa	8				23
Cuarto Bravo	8				
Jardines Tercer año					4
Jardines Cuarto año		2			
Pasillos c-100			8		
<b>Cubierta 01</b>					
Primero Alfa	8				
Primero Bravo	8				
Laboratorio de Navegación	SE ENCUENTRAN CERRADOS				
Laboratorio de Comm. Navales					
Pasillos c-01			7		4
Jardines mujeres		1		1	2
Jardines 2do y 1er año hombres		1	2		4
<b>SUMATORIA DE FOCOS Y TUBOS FLUORESCENTES</b>	44	9	18	1	37
<b>POTENCIA (W)</b>	1540	180	252	12	740
<b>POTENCIA TOTAL DE ILUMINACION A SER INSTALADA EN EL BLOQUE DE ARMAS</b>	<b>2,724 KW</b>				

## ESTIMACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA EN ILUMINACIÓN GENERADO POR PROPUESTA

**Cuadro 4.3.1: Consumo de energía del sistema de iluminación de la situación actual versus la situación propuesta.**

AREA	CONSUMO DE ENERGÍA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN SITUACIÓN ACTUAL (KW)	DE DEL DE	CONSUMO DE ENERGIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN SITUACION PROPUESTA (KW)	DE DE	AHORRO DE ENERGIA KILO VATIOS	DE EN
BLOQUE DE ARMA	5,17		2,72		2,45	
BLOQUE DE ABASTECIMIENTO	5,23		2,75		2,48	
BLOQUE DE LABORATORIO	7,13		3,85		3,28	
BIBLIOTECA	13,36		6,68		6,68	
ALUMBRADO GENERAL	25,5		8,17		17,33	
TOTAL	56,39		24,17		32,22	

Fuente: Levantamiento de información del área de cursos y alumbrado general ESSUNA  
Elaborado por: Remigio Haro

# COSTO DEL NUEVO SISTEMA

26

**Cuadro 4.4.1: Cantidad de focos LED y costo de inversión para su implementación.**

POTENCIA DE FOCOS	CANTIDAD DE FOCOS Y LAMPARAS LED POR BLOQUES					TOTAL FOCOS	PRECIO TOTAL
	B. ARMA	B. ABAST.	LAB	BIBLIO.	A. GENERAL		
<b>10 W</b>	0	19	0	0	0	19	\$ 342
<b>12 W</b>	1	0	75	0	0	76	\$ 1900
<b>14 W</b>	18	1	63	9	0	91	\$ 2821
<b>20 W</b>	9	7	45	0	0	61	\$ 2257
<b>25 W</b>	0	13	0	0	0	13	\$ 520
<b>35 W</b>	44	35	6	0	0	85	\$ 4250
<b>TUBOS 20 W</b>	37	43	48	328	0	456	\$ 20520
<b>LAMP. 56 W</b>	0	0	0	0	146	146	\$ 36500
<b>INVERSIÓN TOTAL EN ILUMINACIÓN</b>							<b>\$ 69110</b>

Fuente: Levantamiento de información del área de cursos y alumbrado general ESSUNA  
Elaborado por: Remigio Haro

# COSTO DEL NUEVO SISTEMA

27

**Cuadro 4.4.2: Cantidad de equipos y sistemas automáticos y costo de inversión para su implementación**

EQUIPOS Y SISTEMAS AUTOMÁTICOS.	CANTIDAD DE SENSORES DE MOVIMIENTO Y EQUIPOS POR BLOQUES					TOTAL	PRECIO TOTAL
	B. ARMA	B. ABAST.	LAB.	BIBLIO.	A. GENERAL		
SENSORES DE MOVIMIENTO	18	24	19	7	0	68	\$ 1700
SISTEMA AUTOMÁTICO CON PLC	0	0	0	0	5	5	\$ 3000
TABLEROS Y/O CIRCUITOS ELÉCTRICOS	6	8	6	1	0	21	\$ 2100
MANTENIMIENTO A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	1	1	0	0	1	3	\$ 600
MANO DE OBRA	1	1	1	1	1	5	\$ 8000
<b>INVERSIÓN TOTAL EN SENSORES Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS</b>							<b>\$ 15400</b>

Fuente: Levantamiento de información del área de cursos y alumbrado general ESSUNA

Elaborado por: Remigio Haro

# EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

**Cuadro 4.4.3: Tasa de retorno de inversión de Iluminación con focos Led del Área de cursos**

Iluminación del área de cursos	Flujo Anual USD
<b>Inversión inicial</b>	-43210,00
Ahorro año 0	6.387,19
Ahorro año 1	6.387,19
Ahorro año 2	6.387,19
Ahorro año 3	6.387,19
Ahorro año 4	6.387,19
Ahorro año 5	6.387,19
Ahorro año 6	6.387,19
Ahorro año 7	6.387,19
Ahorro año 8	6.387,19
Ahorro año 9	6.387,19
Ahorro año 10	6.387,19
<b>TIR</b>	<b>9%</b>

Fuente: Microsoft Excel  
Elaborado por: Remigio Haro

**Cuadro 4.4.4: Tasa de retorno de inversión de Iluminación con focos Led del alumbrado general**

Iluminación del alumbrado general	Flujo Anual USD
<b>Inversión inicial</b>	-41300,00
Ahorro año 0	4454,50
Ahorro año 1	4454,50
Ahorro año 2	4454,50
Ahorro año 3	4454,50
Ahorro año 4	4454,50
Ahorro año 5	4454,50
Ahorro año 6	4454,50
Ahorro año 7	4454,50
Ahorro año 8	4454,50
Ahorro año 9	4454,50
Ahorro año 10	4454,50
<b>TIR</b>	<b>3%</b>

Fuente: Microsoft Excel  
Elaborado por: Remigio Haro

# CONCLUSIONES

29

1. El estudio muestra que mediante el control automático y el cambio de equipos de iluminación se permite obtener eficiencia energética, consiguiéndose el mismo de nivel de servicio eléctrico por un menor costo.
2. Mediante la evaluación del proyecto se facilitó alcanzar el objetivo de ahorrar recursos económicos en vista que la inversión es rentable, gracias a que se generará un menor consumo de energía eléctrica y se obtiene un mejor rendimiento de los equipos, debido a la prolongada durabilidad de las luces led, que resulta en un menor costo de mantenimiento.

3. De los dos análisis de inversión realizados se tiene que:

- ▶ La TIR de la inversión en el alumbrado general es de 3% lo que indica que es viable financieramente.
- ▶ La TIR de la inversión en el área de cursos es de 9% lo que indica que también para este caso es viable el proyecto y es superior a la TIR del alumbrado general porque en esta parte la inversión inicial es menor debido a que los focos empleados consumen menos potencia.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema de iluminación y control automático en el área de cursos, en vista de que es viable y económicamente beneficioso a la Escuela Superior Naval.
2. Reemplazar las luces incandescentes o fluorescentes por luces led, debido a su mayor duración que contribuye en la eficiencia del sistema.

3. Ejecutar la implementación primero en el área de cursos por ser la inversión con mayor retorno y posteriormente, una vez corroborado el ahorro, extender la implementación al alumbrado general y otras áreas de la Escuela.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

