



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER  
EN GESTIÓN DE ENERGÍAS.**

**Título:**

**“Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”.**

**Autor: TAPIA Tapia, Fredy Norverto.**

**Tutor: PhD. Gustavo Rodríguez.**

**LATACUNGA-ECUADOR**

**JULIO – 2015**

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Latacunga, Julio del 2015

En mi calidad de Director de Tesis presentada por el Ing. Fredy Norverto Tapia Tapia, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es **“Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”**.

Considero que el presente trabajo de investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal elegido.

Atentamente

**TUTOR DE TESIS**

PhD. Gustavo Rodríguez

## **AVAL DEL TRIBUNAL**

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el posgraduado: **Tapia Tapia Fredy Norverto**, con el título de tesis: **“Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oil Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”**. Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga Julio 03 del 2015.

Para constancia firman:

.....  
MSc. Paulina Freire  
PRESIDENTA

.....  
MSc. Ernesto Abril  
MIEMBRO

.....  
MSc. Ángel León  
MIEMBRO

.....  
PhD. Iliana González  
OPONENTE

## **AUTORÍA**

Yo, Fredy Norverto Tapia Tapia, portador del número de cédula 0502380009, declaro que la presente Tesis de Grado, es fruto del trabajo diario realizado con responsabilidad, esfuerzo y dedicación cumpliendo con los objetivos trazados.

Atentamente

Ing. Fredy Tapia Tapia.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por acompañarme todos los días y brindarme mucha sabiduría, fortaleza y amor reflejado en mi familia.

A mi esposa Yolita, mi aliada, mi amiga y por ser una persona comprensiva, cariñosa que siempre demuestra ejemplo de trabajo y responsabilidad, gracias por todo el amor que me tienes y por el apoyo en este trabajo.

A mis hijos Mathías, Martín y David que se han convertido en la razón de mi existencia ya que me han demostrado un amor inocente y puro.

A mis Padres y toda mi familia que siempre me han apoyado con sus sabios consejos recordarme que con sencillez y humildad se logra dar pasos muy grandes en la vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la dirección de postgrados por brindarme la oportunidad de continuar preparándome intelectualmente para ser un aporte a la sociedad y al país.

A mis compañeros de trabajo, gracias por ser un soporte diario en nuestras largas jornadas de labor y por el apoyo técnico y profesional que siempre me han brindado.

A mis amigos de toda la vida por seguir teniendo muchos anhelos en común.

A los profesores Gustavo, Paulina, Ernesto, Iliana y Ángel por ayudarme en la guía técnica de la elaboración de este trabajo de investigación, gracias amigos.

Fredy.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la voy a dedicar a los amores de mi vida, mi familia que la opción del título de Master en Gestión de Energías sea un ejemplo de estudio, dedicación y responsabilidad en el camino de su preparación académica y demostrar que nunca es tarde para estudiar.

Fredy

# **CERTIFICADOS DE CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”**

“Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”.

Autor: Ing. Fredy Norverto Tapia Tapia

Fecha: Julio del 2015

## ÍNDICE GENERAL

### CONTENIDO

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS .....	ii
AVAL DEL TRIBUNAL.....	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CERTIFICADOS DE CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS .....	vii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT .....	xix
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Análisis crítico .....	4
1.2. Prognosis .....	5
1.3. Control de la prognosis .....	5
1.4. Delimitación. Límite de Contenido:.....	5
1.5. Formulación del problema .....	6
1.6. Justificación y significación.....	6
1.7. Objetivos .....	6
1.7.1. Objetivos Generales .....	6
1.7.2. Objetivos Específicos.....	6
1.8. Hipótesis.....	7
1.9. Enfoque de la investigación .....	7
CAPITULO II .....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes .....	8
2.2. Fundamentación Teórica.....	10
2.2.1. Flujo luminoso ( $\phi$ ) .....	10
2.2.2. Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa.....	11
2.2.3. Intensidad luminosa (I) .....	11

2.2.4. Radian .....	12
2.2.5. Estereorradián .....	12
2.2.6. Iluminancia.....	14
2.2.7. Luminancia (L).....	14
2.2.8. Lámparas Incandescentes .....	16
2.2.8.1. Ventajas.....	16
2.2.8.2. Desventajas .....	16
2.2.9. Lámparas Fluorescentes .....	17
2.2.9.1. Ventajas.....	17
2.2.9.2. Desventajas .....	18
2.2.10. Lámparas halógenas .....	18
2.2.10.1. Ventajas.....	19
2.2.10.2. Desventajas .....	19
2.2.11. Lámparas de vapor de sodio a baja presión .....	20
2.2.12. Lámparas de vapor de sodio a alta presión .....	21
2.2.13. Lámparas de mercurio a baja presión.....	22
2.2.14. Lámparas de mercurio alta presión .....	23
2.2.15. Criterio Luminotécnico Utilizado .....	25
2.2.16. Tipo de iluminación .....	26
2.3. Criterios para el dimensionamiento de un Conductor Eléctrico .....	26
2.3.1. Criterio térmico .....	26
2.3.2. Criterio de caída de voltaje .....	27
2.3.3. Dimensionamiento del conductor para iluminación .....	27
2.3.4. Selección de conductores y criterios empleados.....	28
2.3.5. Dimensionamiento del conductor del tablero general al transformador .....	28
CAPITULO III.....	30
3. METODOLOGIA .....	30
3.1. Diseño de la investigación .....	30
3.1.1. Modalidad de la investigación .....	30
3.1.1.1. De campo .....	30
3.1.1.2. Bibliográfica fundamental.....	31
3.1.2. Tipo de investigación .....	31
3.1.2.1. Investigación Experimental.....	31
3.1.2.2. Operacionalización de variables .....	36
3.2. Población y muestra .....	38

CAPITULO IV.....	66
4. ANALISIS DE RESULTADOS .....	66
4.1. Datos del circuito de iluminación exterior en la estación Villano A .....	66
4.2. Análisis de la caída de voltaje en el circuito de iluminación exterior de la estación Villano A.....	67
4.3. Diseño del circuito de iluminación por áreas con lámparas tipo vapor de sodio .....	69
4.4. Resultado de la iluminación por aéreas mediante el software DIALux con lámparas de vapor de sodio .....	77
4.5. Medición y resultados de iluminación en las áreas mediante el Luxómetro AEMC LIGHTMETER MODEL 810 .....	78
4.6. Relación de iluminación mínima entre el software y el luxómetro Lightmeter .....	80
4.7. Diseño de iluminación con el plano general mediante el software DIALux con lámparas de vapor de sodio .....	83
4.8. Resultados técnicos de parámetros eléctricos del circuito de iluminación con lámparas de vapor de sodio .....	84
4.9. Diseño del circuito de iluminación por aéreas con lámparas LED .....	90
4.10. Resultados técnicos de iluminación con el software DIALux con lámparas LED .....	91
4.11. Resultado de la iluminación por aéreas mediante el software DIALux con lámparas LED.....	97
4.12. Diseño de iluminación con el plano general mediante el software DIALux con lámparas LED.....	98
4.13. Resultados técnicos de parámetros eléctricos del circuito de iluminación con lámparas LED.....	100
4.14. Resultados de Iluminancia entre postes del circuito de iluminación exterior con lámparas tipo FMV 25L .....	105
CAPITULO V .....	107
5. LA PROPUESTA .....	107
5.1. Título de la propuesta.....	107
5.2. Justificación de la propuesta .....	107
5.3. Objetivos de la propuesta .....	107
5.4. Estructura de la propuesta .....	108
5.5. Desarrollo de la propuesta.....	108
5.5.1. Eficiencia Energética y flujo luminoso .....	122
5.6. Evaluación socio económica, ambiental de la propuesta .....	122

5.6.1. Evaluación ambiental de la propuesta.....	122
5.6.1.1. Análisis del consumo de barriles de petróleo en el circuito de iluminación exterior con la lámpara tipo FMV SY400.....	123
5.6.1.2. Análisis del consumo de barriles de petróleo en el circuito de iluminación exterior con la lámpara tipo FMV 25 L LED.....	125
5.6.2. Evaluación socio económica de la propuesta.....	128
5.6.2.1. Análisis económico con la lámpara tipo FMV SY400.....	128
5.6.2.2. Análisis económico con la lámpara tipo FMV 25L LED .....	130
5.6.2.3. Cálculo del VAN y del TIR .....	133
5.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES .....	136
5.7.1. CONCLUSIONES .....	136
5.7.2. RECOMENDACIONES .....	137
BIBLIOGRAFIA .....	138
ANEXOS .....	140

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Árbol de problemas.....	4
Gráfico No. 2	Representación del flujo luminoso.....	11
Gráfico No. 3	Representación del flujo luminoso.....	12
Gráfico No. 4	Angulo sólido.....	13
Gráfico No. 5	Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa. ....	13
Gráfico No. 6	Flujo luminoso. ....	14
Gráfico No. 7	Luminancia de una superficie .....	15
Gráfico No. 8	Lámpara Incandescente.....	17
Gráfico No. 9	Lámpara fluorescente.....	18
Gráfico No. 10	Lámpara halógena. ....	20
Gráfico No. 11	Lámparas de vapor de sodio a baja presión. ....	21
Gráfico No. 12	Lámparas de vapor de sodio a alta presión. ....	22
Gráfico No. 13	Lámparas de vapor de mercurio a baja presión.....	23
Gráfico No. 14	Lámparas de vapor de mercurio a alta presión. ....	24
Gráfico No. 15	Iluminación horizontal en un punto P.....	25
Gráfico No. 16	Ubicación geográfica de la estación Villano A.....	38
Gráfico No. 17	Plano de iluminación exterior de la estación Villano A.....	40
Gráfico No. 18	Plano de iluminación exterior de la estación Villano A.....	41
Gráfico No. 19	Ubicación de un poste de iluminación de la estación Villano A. ....	41
Gráfico No. 20	Arrancador eléctrico del circuito de iluminación de la estación Villano A.....	43
Gráfico No. 21	Parámetros eléctricos del circuito de iluminación de la estación Villano A.....	44
Gráfico No. 22	Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Abril. ....	45
Gráfico No. 23	Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Mayo.....	47
Gráfico No. 24	Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Junio. ....	48
Gráfico No. 25	Análisis de la potencia consumida por mes. ....	50
Gráfico No. 26	Curvas isocandelas de la lámpara crouse hinds FMVSY400/MT. ....	53
Gráfico No. 27	Pantalla principal con iconos principales del programa.....	56
Gráfico No. 28	Pantalla principal con iconos cargar archivo DWG o DXF.....	57

Gráfico No. 29 Pantalla principal con iconos de importación de dibujo CAD.....	57
Gráfico No. 30 Pantalla principal con iconos de búsqueda del archivo CAD. ....	58
Gráfico No. 31 Pantalla principal con iconos CAD.....	58
Gráfico No. 32 Pantalla principal con el archivo CAD importando al programa. ....	59
Gráfico No. 33 Pantalla principal con la selección de unidades del plano. ....	59
Gráfico No. 34 Pantalla principal para seleccionar la dimensión del plano. ....	60
Gráfico No. 35 Pantalla principal de finalizando de la importación del archivo. .	60
Gráfico No. 36 Pantalla principal del plano en el que va hacer el diseño.....	61
Gráfico No. 37 Pantalla principal del plano en el que va hacer el diseño.....	61
Gráfico No. 38 Pantalla principal con el tipo de lámpara seleccionada.....	62
Gráfico No. 39 Pantalla principal con los cálculos de iluminación. ....	62
Gráfico No. 40 Pantalla principal con el área proyecta iluminada. ....	63
Gráfico No. 41 Pantalla principal con la información del proyecto. ....	63
Gráfico No. 42 Pantalla principal con la potencia total del circuito proyectado. .	64
Gráfico No. 43 Pantalla principal con medidas totales en luxes del circuito proyectado.....	65
Gráfico No. 44 Pantalla principal con valores de luxes en la superficie estudiada. ....	65
Gráfico No. 45 Memoria técnica de la caída de voltaje en el circuito de iluminación exterior Villano A. ....	68
Gráfico No. 46 Área de estudio mediante el software DIALux y selección del tipo de lámparas 400 W vapor de sodio. ....	70
Gráfico No. 47 Área iluminada con sus valores de luxes existentes. ....	70
Gráfico No. 48 Portada de la memoria técnica del simulador DIALux en el poste # 16.....	72
Gráfico No. 49 Índice de la memoria técnica del simulador DIALux en el poste # 16.....	73
Gráfico No. 50 Características técnicas de la Lámpara en el simulador DIALux en el poste # 16. ....	73
Gráfico No. 51 Potencia total de las Lámparas en el simulador DIALux en el poste # 16.....	74
Gráfico No. 52 Líneas Isolux en el simulador DIALux en el poste # 16.....	75
Gráfico No. 53 Líneas Isocandelas en el simulador DIALux en el poste # 16.....	76
Gráfico No. 54 Valores de iluminación en cada poste.....	78
17Gráfico No. 55 Valores de iluminación en cada poste con el Luxómetro. ....	80
Gráfico No. 56 Plano del área total con las lámparas de 400 W Vapor de sodio.	83

Gráfico No. 57 Demostración del área iluminada con lámparas de 400 W. Vapor de sodio. ....	84
Gráfico No. 58 Potada Memoria técnica del plano total con el simulador DIALux. ....	85
Gráfico No. 59 Índice Memoria técnica del plano total con el simulador DIALux. ....	86
Gráfico No. 60 Características técnicas de la Lámpara en el simulador DIALux.	86
Gráfico No. 61 Potencia total de la Lámpara en el Simulador DIALux .....	87
Gráfico No. 62 Líneas Isolux en el Simulador DIALux .....	88
Gráfico No. 63 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux .....	89
Gráfico No. 64 Área de estudio mediante el software DIALux y selección del tipo de lámparas FMV 25L LED.....	90
Gráfico No. 65 Área iluminada con sus valores de luxes existentes en la área determinada. ....	91
Gráfico No. 66 Portada de la memoria sobre los datos técnicos del tipo de lámpara que se está seleccionando en el software. ....	92
Gráfico No. 67 Índice de la memoria sobre los datos técnicos del tipo de lámpara que se está seleccionando en el software. ....	93
Gráfico No. 68 Características técnicas de la lámpara en el simulador DIALux .	93
Gráfico No. 69 Potencia total de la Lámpara en el simulador DIALux.....	94
Gráfico No. 70 Líneas Isolux en el simulador DIALux.....	95
Gráfico No. 71 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux .....	96
Gráfico No. 72 Valores de iluminación dentro de la norma API 540.....	98
Gráfico No. 73 Área total seleccionada para el estudio de iluminación exterior..	99
Gráfico No. 74 Distribución de iluminación con lámparas FMV 25L LED.....	99
Gráfico No. 75 Portada de la memoria técnica del circuito de iluminación exterior con lámparas FMV 25 L LED.....	100
Gráfico No. 76 Índice de la memoria técnica del circuito de iluminación exterior con lámparas FMV 25 L LED.....	101
Gráfico No. 77 Características técnicas de la lámpara en el simulador DIALux	101
Gráfico No. 78 Potencia total de la lámpara en el simulador DIALux .....	102
Gráfico No. 79 Líneas Isolux en el simulador DIALux.....	103
Gráfico No. 80 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux .....	104
Gráfico No. 81 Diagrama de ubicación entre 2 postes y división de las áreas para el análisis de iluminancia. ....	105
Gráfico No. 82 Lámpara FMV 25L LED.....	109

Gráfico No. 83 Rediseño del plano de iluminación exterior de la estación Villano A.....	111
Gráfico No. 84 Plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.....	113
Gráfico No. 85 Simulación del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED. ....	113
Gráfico No. 86 Portada de la memoria técnica del rediseño del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.....	114
Gráfico No. 87 Índice de la memoria técnica del rediseño del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.....	115
Gráfico No. 88 Características técnicas de la lámpara en el Simulador DIALux	115
Gráfico No. 89 Potencia total de la lámpara en el simulador DIALux .....	116
Gráfico No. 90 Líneas Isolux en el simulador DIALux.....	117
Gráfico No. 91 Valores en Luxes en el simulador DIALux .....	118
Gráfico No. 92 Líneas Isocandelas en el simulador DIALux .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Operalización .....	36
Tabla No. 2 Datos de la población existente en Villano A .....	42
Tabla No. 3 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Abril. .....	45
Tabla No. 4 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Abril. ....	46
Tabla No. 5 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Mayo. .....	46
Tabla No. 6 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Mayo. ....	47
Tabla No. 7 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Junio. .....	48
Tabla No. 8 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Junio. ....	49
Tabla No. 9 Promedio de potencia consumida por el circuito de iluminación. ....	49
Tabla No. 10 Parámetros eléctricos en luxes de la norma API 540.....	50
Tabla No. 11 Parámetros de las líneas isocandelas en función de la altura de montaje de la lámpara. ....	53
Tabla No. 12 Tabla de los postes de iluminación que existente en Villano A.....	66
Tabla No. 13 Tabla de los datos técnicos de los conductores eléctricos.....	67
Tabla No. 14 Tabla con niveles de iluminación en Villano A.....	77
Tabla No. 15 Tabla con niveles de iluminación usando el Luxómetro.....	79
Tabla No. 16 Niveles de iluminación mínimos con lámparas de 400 W vapor de sodio.....	81
Tabla No. 17 Niveles de iluminación promedios.....	82
Tabla No. 18 Tabla con niveles de iluminación utilizando lámparas LED. ....	97
Tabla No. 19 Análisis de iluminancia entre los postes .....	106
Tabla No. 20 Análisis de iluminancia entre los postes .....	112
Tabla No. 21 Número de lámparas del sistema de iluminación y su potencia....	121
Tabla No. 22 Número de lámparas del sistema de iluminación propuesto y su potencia. ....	121
Tabla No. 23 Tabla del ahorro de energía y de barriles de petróleo al año. ....	126
Tabla No. 24 Tabla de las emisiones de CO2 por generación eléctrica en la Planta CPF.....	127

Tabla No. 25 Tabla de repuestos utilizada en los mantenimientos de lámparas al Año.....	128
Tabla No. 26 Gastos económicos totales para mantener operativo el circuito de iluminación.....	129
Tabla No. 27 Tabla del consumo económico de la lámpara FMV SY400. ....	130
Tabla No. 28 Gasto económico para mantener operativo el sistema de iluminación exterior durante el primer año. ....	130
Tabla No. 29 Gasto económico para mantener operativo el sistema de iluminación exterior durante el primer año. ....	131
Tabla No. 30 Tabla del consumo económico de la lámpara FMV 25L LED. ....	132
Tabla No. 31 Gasto económico total entre las lámparas FMV 400W y FMV 25L LED, para que de circuito de iluminación exterior este operable. ....	132
Tabla No. 32 Número de lámparas y su costo económico. ....	133
Tabla No. 33 Tabla del flujo efectivo que se tiene para cálculos del VAN y del TIR. ....	134
Tabla No. 34 Cálculo VAN.....	134
Tabla No. 35 Cálculo TIR.....	135

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**  
**PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”**

**Título: “Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”.**

**Autor:** Ing. Fredy Norverto Tapia Tapia

**Tutor:** PhD. Gustavo Rodríguez.

**RESUMEN**

El trabajo de investigación se realizó en base a un estudio del consumo de energía eléctrica en el circuito de iluminación perimetral de la estación Villano A del campo petrolero Agip Oíl Ecuador, utilizando equipos e instrumentos de medición eficientes para determinar la potencia consumida por las lámparas de vapor de sodio de 400 vatios que están instaladas en la actualidad. Al analizar y evaluar los consumos altos de energía eléctrica se decide probar y demostrar que al utilizar otro tipo de lámpara se puede determinar un ahorro de energía eléctrica, para dicho análisis se han seguido las normas internacionales y códigos eléctricos reglamentados en el país. La propuesta es utilizar otro tipo de iluminación como es la Led, se valoró el tipo de lámpara, sus características técnicas y los beneficios que brinda este tipo de iluminación, al analizar los resultados se decide proponer el cambio de lámparas seleccionando la FMV 25L LED. Este tipo de luminarias tiene garantía técnica y una vida útil muy larga, adicional se verifico un ahorro de energía eléctrica del 33,35 % respecto a la lámpara que está instalada en los postes de iluminación de la estación Villano A. Con respecto al tema económico se comprobó un ahorro considerable determinando que el estudio de investigación es factible, por otro lado se evitará la emisión gases al medio ambiente disminuyendo el impacto ambiental ya que la generación eléctrica que se produce en la planta de producción de petróleo es mediante grupos electrógenos.

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**  
**PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”**

**Título: “Análisis y evaluación del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014. Rediseño del sistema de iluminación exterior para que técnica y energéticamente sea eficiente”.**

**Autor:** Ing. Fredy Norverto Tapia Tapia

**Tutor:** PhD. Gustavo Rodríguez.

**ABSTRACT**

The present researching work was based on the energy consumption study in the perimeter illumination circuit in the Villano A station of the Agip Oil Ecuador oil field through the use of efficient equipment and measuring instruments to determine the energy consumed by sodium vapor lamps of 400 watts that are currently installed. It was important to analyze and evaluate the high consumption of energy to determine and demonstrate that using another lamp it is possible to save it. In this analysis, it was followed the international standards and the electrical codes regulated in the country. The proposal is to use another type of lighting as the LED. This lamp type was evaluated at the same time that its technical features and benefits. The obtained results allowed proposing a change of selected lamps, which are the FMV 25L LED. This type of lights has technical guarantee and it is long lasting. Additionally, The LED could save the energy the 35,35% compared with the lamp that is installed on the electricity pylons of the Villano A station. In respect of the economic factor, it was verified a considerable saving which determines that this study is feasible. It also contributes to prevent the gas emission to the environment which will reduce the environmental pollution due to the energy generation is produced in the oil production factory by the generating sets.

# **CAPITULO I**

## **1. EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En los últimos años el consumo de energía eléctrica a nivel mundial se ha incrementado en forma considerable debido al crecimiento económico, ya que suple las necesidades del aparato productivo, porque está relacionado con mayores niveles de vida y propósitos no materializados.

El consumo de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles es uno de los principales causantes del cambio climático. Según un informe elaborado en el año 2009 por la Agencia Internacional de Energía, su contribución al calentamiento global se estima en un 65 %, además, señala que la generación de energía eléctrica será la principal causa de aumento de la demanda de carbón y gas en el mundo, estimándose un aumento del consumo eléctrico de un 2,5 % anual hasta el año 2030.

#### **1.1.1. Contextualización**

En el mundo actual, la energía eléctrica es un pilar fundamental y eje básico del desarrollo, por lo que su uso eficiente es la meta más importante de los ingenieros e investigadores vinculados con esta área, el objetivo de realizar planes de ahorro es satisfacer las necesidades energéticas reales con un costo razonable, pero el crecimiento de la demanda energética y la dificultad para sustituir la generación contaminante por energías más limpias, obliga a aprovechar y mejorar el uso de la energía disponible.

En nuestro País el consumo de energía eléctrica se ha reflejado en un incremento ya que la industria va creciendo y la importancia que ella tiene dentro de todo proceso productivo. El avance de la tecnología desarrollada por el hombre implica

el uso fundamental de la energía, por tal razón, es necesaria una correcta utilización de la misma de manera que se logre tener un efectivo uso.

Según la estadística de parámetros eléctricos de las empresas distribuidoras del Ecuador, el consumo de energía eléctrica en el país es de 18.469 Giga vatios por hora (GWH), cifra que corresponde al cálculo establecido a septiembre de 2012, de acuerdo a un boletín de la Empresa Eléctrica de Quito.

En parámetros técnicos, cada GWH es igual a 1 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.

La Empresa Eléctrica Quito, en su área de concesión de 14.971 km<sup>2</sup>, dispone de 3.955 GWH al año. La ciudad de Guayaquil dispone al año de 4.952 GWH, con un área de concesión de 1.399 km<sup>2</sup>; y la zona Centro – Sur dispone de 874 GWH por año de energía en un área de concesión de 22.721 km<sup>2</sup>, según datos a septiembre de 2012.

Encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2012, establecieron los índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador, por ejemplo, un hogar en la capital del país consume 143,41 KWH por mes, con un promedio de gasto de 18,92 dólares.

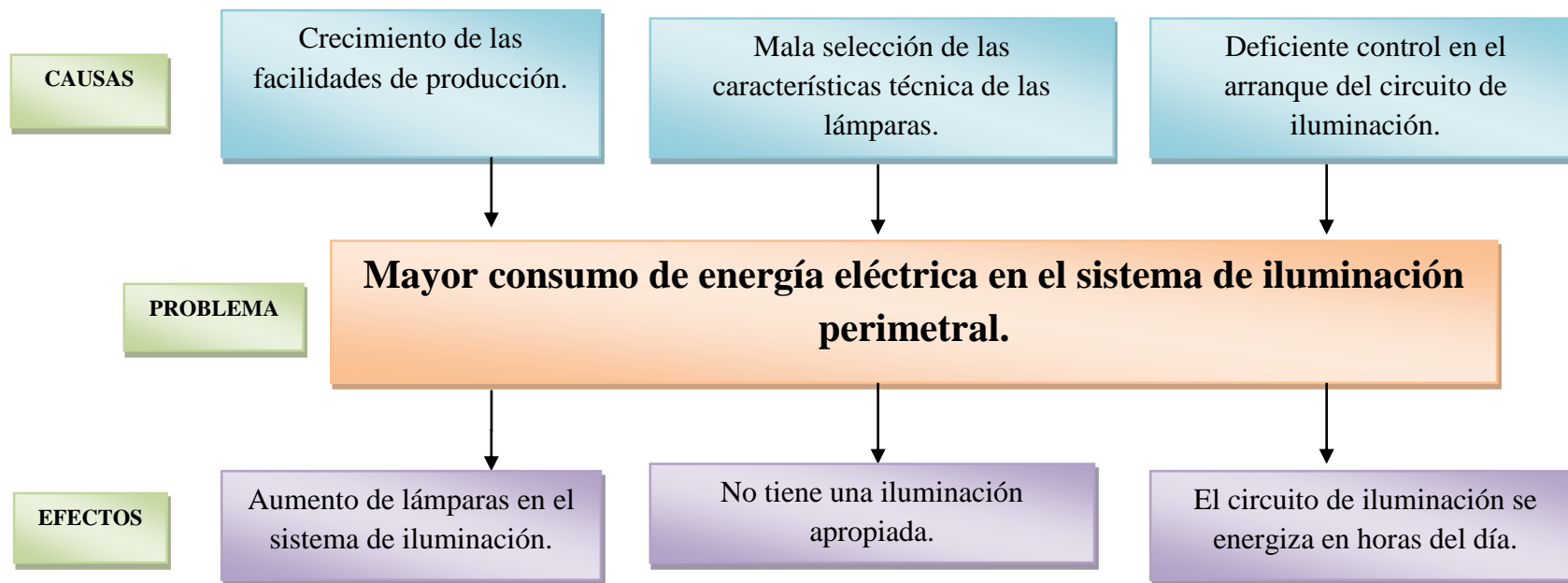
AGIP OIL ECUADOR es una empresa en crecimiento, desde su arranque en 1998 el principal objetivo ha sido mantener la producción de petróleo con miras en el crecimiento diario en todo ámbito. Es por esta razón la energía eléctrica generada ha ido llegando a los límites superiores de consumo por los equipos que se han ido instalando en el proceso.

En la estación de producción existe un alto consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior alrededor de 13KW durante 13 horas, lo cual ha permitido que se vea un mecanismo para bajar los índices de consumo de energía.

El origen del problema se crea desde su inicio de la construcción de las facilidades para la explotación y producción de petróleo, no consideraron que las instalaciones tendrían que extenderse por ende se tenía que construir nuevos circuitos de iluminación lo que ha llevado a un nuevo consumo de energía eléctrica a través del tiempo.

### 1.1.2. Análisis crítico

Gráfico No. 1 Árbol de problemas.



Fuente: Investigación de Campo.

Elaborado por: Fredy Tapia.

En la actualidad el consumo energético es crítico ya que resulta imprescindible identificar los diferentes circuitos eléctricos de iluminación instalados. Sin embargo, es fácil percibir que se está malgastando energía cuando se observa que se puede emplear varias acciones para corregir aspectos técnicos propios del sistema.

En vista de esto se están emprendiendo un plan de análisis de consumo de energía eléctrica lo que conlleva a realizar un programa de ahorro energético que beneficie en la producción de petróleo y el sistema de iluminación exterior sea considerado como útil y efectivo. Además, son muchas las posibilidades de reducción del consumo de energía que se gasta en iluminación, desde el simple cambio de una lámpara hasta la implementación de nuevos sistemas con equipamiento electrónico inteligente. Pensando en ello se ha desarrollado una tecnología de bajo consumo de energía, lámparas, balastos, controles electrónicos y sistemas de iluminación que ahorran energía y precisamente es lo que se plantea utilizar una energía alternativa.

## **1.2. Prognosis**

Es importante recalcar y mencionar que al no solucionar este problema se verán afectadas las características técnicas de las lámparas que tiene el circuito eléctrico de iluminación. Adicional hay que considerar que para mantener en operación dicho circuito se debe consumir energía eléctrica.

## **1.3. Control de la prognosis**

La energía generada para el consumo del circuito de iluminación exterior se basa en el consumo de combustible siendo este el petróleo.

## **1.4. Delimitación. Límite de Contenido:**

Campo: Agip Oíl Ecuador.

Área: Planta de producción.

Aspecto: Cambio de lámparas en el circuito de iluminación exterior.

Límite Espacial: Estación Villano A.

Límite Temporal: Abril – Diciembre 2014.

## **1.5. Formulación del problema**

Ineficiencia energética en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador en la provincia de Pastaza en el año 2014, provocado por el alto consumo de energía eléctrica.

## **1.6. Justificación y significación**

La revisión del presente tema es importante para la empresa ya que se hará un análisis del consumo de carga, una recopilación técnica de las lámparas instaladas en el sistema de iluminación exterior, lo que permitirá realizar una investigación técnica-científica muy detallada dando como resultado la utilización de energía eléctrica alternativa y un ahorro de energía en este sistema. Los beneficios se verán luego de que la empresa decida implantar este cambio a su vez servirá como un ejemplo para futuros crecimientos de las facilidades de producción de petróleo.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos Generales**

- Realizar un análisis del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador.
- Proponer un rediseño del sistema de iluminación exterior de la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador para que técnica y energéticamente sea eficiente.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis de los sistemas de iluminación que sirva de base teórica para la investigación.
- Medir los índices de consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior que permita evaluar sus parámetros e identificar un ahorro energético.
- Establecer los indicadores luminotécnicos del sistema de iluminación exterior de la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador.

- Definir los parámetros técnicos para el control eficiente del arrancador eléctrico del sistema de iluminación exterior en la estación Villano del campo petrolero Agip Oíl Ecuador.
- Determinar los aspectos técnicos y económicos de las lámparas que van hacer reemplazadas en el circuito de iluminación exterior en la estación Villano.

### **1.8. Hipótesis**

El consumo de energía eléctrica variara en función del sistema de iluminación exterior en la estación Villano A del campo petrolero Agip Oíl Ecuador.

### **1.9. Enfoque de la investigación**

La investigación se basará en aspectos importantes como son los impactos económicos y los ambientales, lo que permite tener un ahorro de energía eléctrica permanente y con ello dejar de consumir combustible para la generación eléctrica.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se evaluará la información obtenida, los antecedentes investigativos del problema planteado en el marco teórico. Se hablara de algunos términos eléctricos que son de gran utilidad en la investigación.

#### **2.1. Antecedentes**

Según, MÉNDEZ, J., & CUERVO, R. (2010):

El ahorro de energía eléctrica es vital para reducir costos en cualquier tipo de empresa. En industrias, supermercados, hoteles, edificios y otros tipos de construcciones, el ahorro de energía eléctrica debe ser un punto a tomar en cuenta para bajar los costos de producción o manutención debido a la fuerte incidencia de los mismos en el costo final y expensas, p. 145.

Existen diversos métodos para lograr un adecuado uso de la energía eléctrica, no solo favoreciendo la reducción de costos sino también favoreciendo al medio ambiente, mediante la automatización de consumos se puede ahorrar energía eléctrica disminuyendo el consumo entre un 15% y 25% dependiendo del lugar.

Esto implica un ahorro aún mayor en dinero ya que al reducir el consumo se reducen también las penalidades por el mismo, mediante diversas tecnologías y el uso de PLC (Programador Lógico Controlable), se puede automatizar la climatización, la iluminación exterior e interior, los extractores y otros motores generadores de consumo, etc.

Según, GARCÍA S., J., CUADROS, F., & LÓPEZ F. (2011):

Se puede actuar tanto sobre los costos fijos con un controlador de demanda como los costos variables mediante la programación del uso de las cargas con diversos PLC, incluso para grandes cadenas es posible el control remoto de sus locales vía internet. Mediante el mismo no solo se puede monitorear el lugar sino que se pueden realizar cambios sobre la programación mediante la utilización del software adecuado, p. 185.

Desde el principio de la existencia, el hombre se ha esforzado por encontrar sistemas que sustituyan la luz solar en las horas de oscuridad o en lugares donde escaseaba.

Fruto de esta inquietud ha sido la aparición de una serie de elementos que, desde el descubrimiento del fuego hasta las distintas modalidades de lámparas eléctricas conocidas hoy día, han ido marcando etapas en el desarrollo de fuentes de luz artificial.

HERNÁN Iturralde (2013):

Al realizar un estudio teórico experimental a través de modelaciones y simulaciones de la iluminación en las vías públicas en la urbanización “Rumipamba de las Rosas” determina que las condiciones actuales que tiene el sistema de iluminación arrastra problemas sociales, técnicos, económicos y ambientales debido a los tipos de lámparas que se está utilizando. Por esta razón se optó por utilizar un sistema de iluminación más limpio como puede ser la utilización de los LED, (p. ix, 3)

De la misma manera CEVALLOS Carlos (2013) detalla que:

Las luminarias en la ciudad de Latacunga son de vapor de mercurio que van desde los 125 W hasta los 175 W sin embargo desde su instalación no se ha realizado un estudio técnico para que este tipo de iluminación sea eficiente, por lo cual la propuesta de Cevallos es implementar un plan

para elevar la eficiencia energética en el sistema de iluminación pública y reducir los costos de mantenimiento. (p. x, 7)

## 2.2. Fundamentación Teórica

Según, GARCÍA S., J., CUADROS, F., & LÓPEZ F. (2011):

La luz es tomada en cuenta como una forma de energía y por eso, debería ser medida en Joules (J) en el Sistema Internacional de medidas (S.I), sin embargo dado que no toda la luz que es emitida por una alguna fuente emite sensación luminosa; no toda la energía que consumida es convertida en luz, para poder cuantificar la radiación que sea susceptible al ojo humano es importante definir unas nuevas magnitudes con sus respectivas y sus unidades de medida, p. 86.

Las magnitudes fundamentales aplicadas a la Luminotecnia son las siguientes:

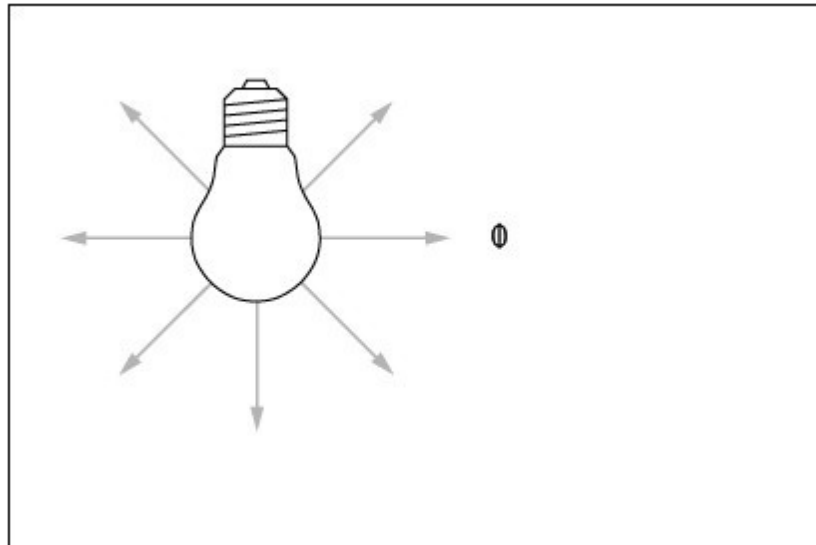
- **Flujo luminoso ( $\phi$ )**, su unidad de medida es el lumen (lm).
- **Intensidad Luminosa (I)**, su unidad es la candela (cd).
- **Illuminancia (E)**, su unidad de medida es el lux (lx).
- **Luminancia (L)**, su unidad es candela/m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>).
- **Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa ( $\eta$ )**, su unidad de medida es lumen/watio (lm/wat).

Las magnitudes que fueron definidas anteriormente van a ser muy útiles al momento de querer aplicarlas, en lo que a iluminación respecta las magnitudes expresadas van a facilitar calcular, valorar y comparar las distintas fuentes de luz que permitirán seleccionar la solución lumínica más idónea.

### 2.2.1. Flujo luminoso ( $\phi$ )

Potencia que es emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible.

## Gráfico No. 2 Representación del flujo luminoso



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

### 2.2.2. Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa.

Según, CASTRO M, J. E. (2013) “El rendimiento luminoso o también llamado eficiencia luminosa de una fuente de luz, muestra el flujo que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención”, p. 94.

El rendimiento luminoso se representa por la letra griega  $\eta$  (eta), siendo su unidad el Lumen por vatio (lm/W)

$$\eta = \frac{\Phi_0}{\Phi_p}$$

### 2.2.3. Intensidad luminosa (I)

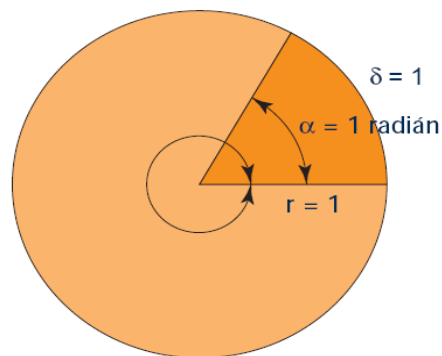
Es el importe de flujo luminoso producido por cada uno de los rayos provenientes de la fuente que emite en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido. La intensidad luminosa se entiende únicamente referida a una dirección determinada y que es contenida en un ángulo sólido que se encarga de medir en estereorradianes.

$$I = \frac{\phi}{W}$$

#### 2.2.4. Radian

El radián es el ángulo plano que se refiere a un arco de circunferencia de longitud igual al radio.

**Gráfico No. 3 Representación del flujo luminoso.**



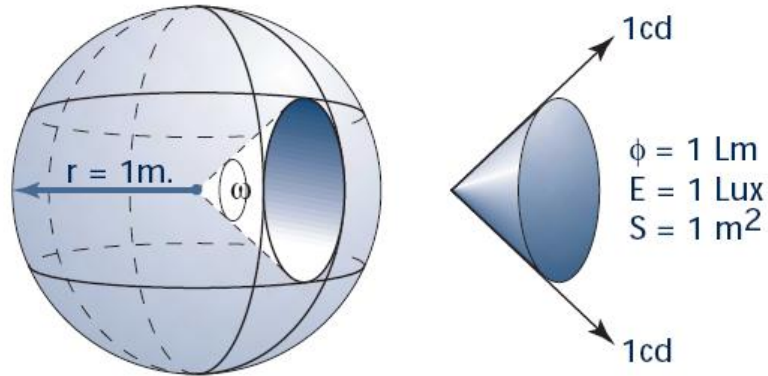
$\alpha$  (total) =  $2 \pi$  radianes

**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### 2.2.5. Estereorradián

Según, DOPAZO, C., & MIELGO, P. (2015). “Denominado ángulo sólido correspondiente a un casquete esférico en el que la superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera. A una magnitud de volumen le corresponde un ángulo en estereorradianes”, p. 118.

**Gráfico No. 4 Angulo sólido**



$$\omega \text{ (total)} = 4\pi \text{ estereorradianes}$$

**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Candela (cd)** = lumen / estereorradián.

Es la intensidad luminosa de una fuente puntual expone un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradián.

**Gráfico No. 5 Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa.**



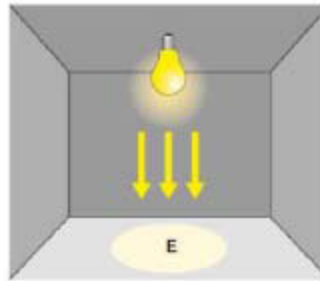
**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

### 2.2.6. Iluminancia.

Flujo luminoso captado por una superficie y su extensión. La iluminancia se representa con la letra E, siendo su unidad el lux. En el gráfico 6 se determina el flujo luminoso de un área.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

**Gráfico No. 6 Flujo luminoso.**



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

$$\text{Lux} = \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

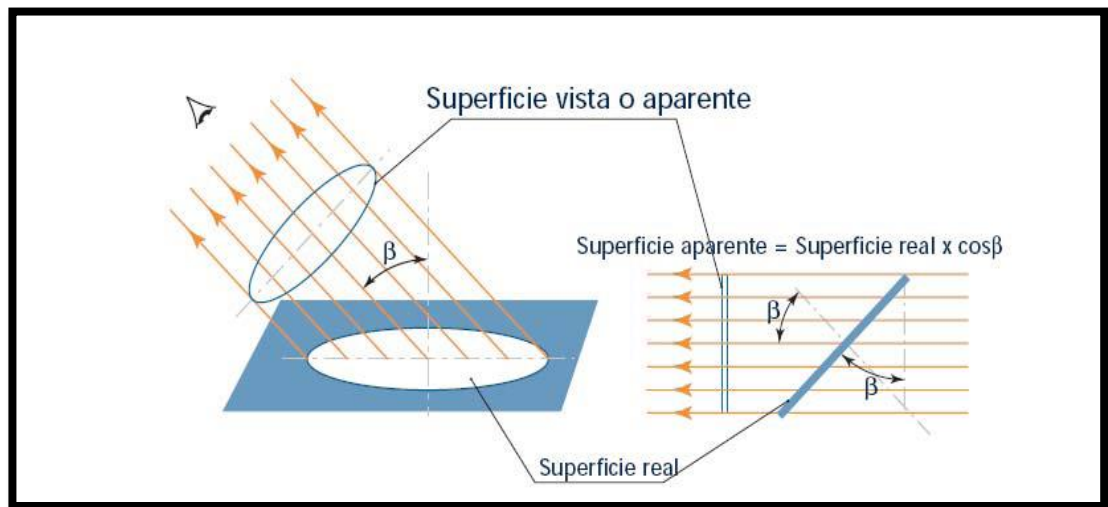
### 2.2.7. Luminancia (L)

Para, LEONES, W. (2010). “Es el motivo de la luminosidad que es generada por una zona en la retina del ojo, tanto si proviene de una fuente primaria que da luz, como si procede de una fuente secundaria o área que irradia luz”, p. 86.

La concordancia entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una proporción determinada. La percepción de la luz es físicamente la percepción de distintas luminancias. El área proyectada es la observada por el espectador en la dirección de la percepción en el gráfico. 7 se muestra la superficie de luminancia.

$$L = \frac{I}{\text{Superficie aparente}}$$

**Gráfico No. 7 Luminancia de una superficie**



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

$$L = \frac{I}{\cos \beta}$$

Hoy en día, la investigación se extiende hacia la consecución de luminarias que faciliten una particularidad de la luz lo más parecida posible a la que irradia el sol.

En el mercado se pueden hallar distintas clases de luminarias adaptadas para distintos usos, se dan a conocer distintas características como su duración, el consumo y la calidad de la luz que emiten. A continuación se dan a conocer las siguientes:

- Lámparas Incandescentes.
- Lámparas halógenas.

- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión.
- Lámparas de mercurio a baja presión.
- Lámparas de mercurio a alta presión.

### **2.2.8. Lámparas Incandescentes**

Según, TRISTANCHO, C. A. P., & MÉNDEZ, F. V. (2012). “La lámpara incandescente genera luz por medio del calentamiento eléctrico de un alambre (el filamento) a una temperatura elevada, la radiación se emite en la zona visible del espectro”, p. 109.

De tal forma que son las más antiguas fuentes de luz conocidas con las que se obtiene la mejor reproducción de los colores, con una luz muy próxima a la luz natural del sol. Su desventaja es la poca vida de funcionamiento, baja rendimiento luminoso (ya que el 90% de la energía se pierde en forma de calor) y depreciación luminosa con respecto al tiempo.

#### **2.2.8.1. Ventajas**

Estas lámparas dan una luz de mayor cantidad, con lo que imitan muy bien los colores. Son las más económicas entre la gran mayoría de las fuentes artificiales de luz. Brindan mayor maleabilidad debido a la variedad de modelos y potencias que ofrecen.

#### **2.2.8.2. Desventajas**

Requieren mayor uso de energía para su funcionamiento en la relación de la cantidad de luz que brindan.

Respecto a otras, su durabilidad es más limitada. Se va a notar algunos ejemplos del flujo luminoso de algunos tipos de lámparas.

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| • Lámpara incandescente= 40 W  | Flujo luminoso= 430 lm  |
| • Lámpara incandescente= 100 W | Flujo luminoso= 1300 lm |
| • Lámpara incandescente= 300 W | Flujo luminoso= 5000 lm |

### **Gráfico No. 8 Lámpara Incandescente.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

### **2.2.9. Lámparas Fluorescentes**

En este caso, la luz no es generada por el calentamiento de un filamento sino por una descarga eléctrica en arco suspendido en un gas o vapor ionizado. Las lámparas fluorescentes son aconsejables como alumbrado general de aplicación universal y económico, y respecto a que existen en diferentes tonos de luz, se puede elegir la más conveniente para su aplicación.

#### **2.2.9.1. Ventajas**

Entregan, según la gama, una buena calidad de luz e imitación natural de los colores.

Su consumo energético es muy reducido y rentable porque, a igual cantidad de luz, consumen la quinta parte que las lámparas incandescente y su duración es muy larga, de ocho a diez veces más que éstas.

Ante la opinión popular, no gastan más en el arranque del encendido, por lo que deben apagarse cuando no vayan a usarse.

Su calidad de luz es constante a lo largo de toda la durabilidad de la lámpara.

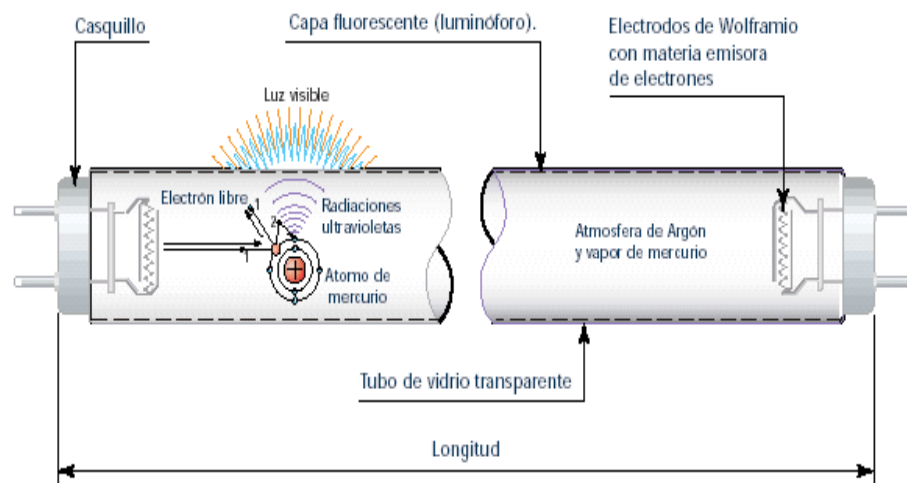
### 2.2.9.2. Desventajas

Sus extensiones y diseños restringen su empleo al no haber una oferta tan extensa como en las incandescentes.

De igual manera se va a detallar algunos ejemplos del flujo luminoso.

- Lámpara fluorescente = 40 W                      Flujo luminoso= 2600 lm

**Gráfico No. 9 Lámpara fluorescente.**



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

### 2.2.10. Lámparas halógenas

Según, CASTRO M, J. E. (2013). “Las lámparas incandescentes halógenas de tungsteno, tienen un trabajo parecido al de las lámparas incandescentes tradicionales, con la excusa de que el halógeno incluido en la bolsa ayuda a preservar el filamento”, p. 119.

De tal forma se puede concluir que extiende así la vida útil de la lámpara, incrementa su eficiencia luminosa, disminuye el tamaño, mayor temperatura de color y menos o ninguna desvalorización luminosa en la duración, permaneciendo una imitación del color perfectamente.

Ante a las bombillas tradicionales, la luz halógena es más luminosa y blanca, también aportan abundantes mejoras personalizadas de iluminación, y

ciertamente con un mayor confort visual, consiguiendo ambientes más innovadores y atractivos. Viven con o sin reflector, como se quiera juntar la luz o no. Por lo tanto:

#### **2.2.10.1. Ventajas**

- Ofrecen una luz más blanca y brillante, lo que hace que cedan una excelente discriminación de los colores.
- Su eficiencia y duración es mayor a las lámparas incandescentes tradicionales.
- Su clase de luz permanece indeleble a lo largo de toda la durabilidad de la lámpara.

#### **2.2.10.2. Desventajas**

- Tienen un alto empleo de energía.
- Los tipos de poca potencia demandan un transformador que, en señalados modelos, aparecen ya incluidos.
- La difusión de luz es muy concentrada, lo que exige apantallar la lámpara para que no se vea claramente.

De igual manera se va a detallar algunos ejemplos del flujo luminoso.

- Lámpara incandescente= 250 W                      Flujo luminoso= 18000 lm
- Lámpara incandescente= 400 W                      Flujo luminoso= 24000 lm

### Gráfico No. 10 Lámpara halógena.



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### 2.2.11. Lámparas de vapor de sodio a baja presión

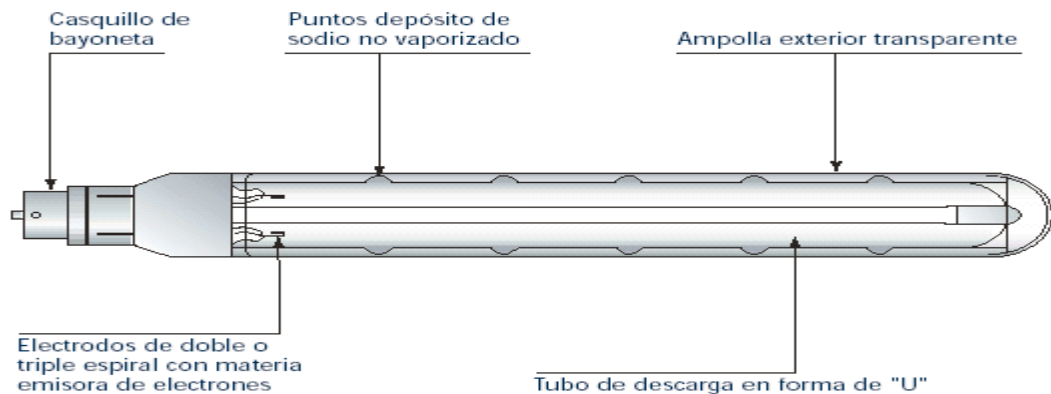
Según, GARCÍA S., J., CUADROS, F., & LÓPEZ F. (2011). “Consta una gran similitud entre el trabajo de una lámpara de sodio de baja presión y una lámpara de mercurio de baja presión”, p. 76.

No obstante, en la última, la luz se genera al transformar la radiación ultravioleta de la descarga del mercurio en radiación visible, usando un polvo fluorescente en el área interna; la radiación visible de la lámpara de sodio de baja presión se genera por la descarga de sodio. La lámpara genera una luz de color amarillo, ya que en su gran mayoría en su espectro prevalecen las frecuencias cerca del amarillo. La generación de color será la menos apreciada de todos los tipos de luminaria, en consecuencia es la lámpara de mayor eficiencia luminosa y larga vida.

De igual manera se va a detallar algunos ejemplos del flujo luminoso.

- Lámpara incandescente= 400 W                      Flujo luminoso= 33000 lm

**Gráfico No. 11 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

### **2.2.12. Lámparas de vapor de sodio a alta presión**

Según, GARCÍA S., J., CUADROS, F., & LÓPEZ F. (2011). “La discrepancia de presiones del sodio en el conducto de descarga es la primordial y más importante conmutación en relación a las lámparas antiguas”, p. 168.

La abundancia de sodio en el conducto de descarga, para dar situaciones en las cuales el vapor este repleto además de una gran cantidad de mercurio y Xenón, hacen que tanto la temperatura de color como la generación del mismo mejoren notablemente con las antiguas, aunque se conservan ventajas de las lámparas de sodio de baja presión como son la vigencia energética superior y su larga durabilidad.

De igual manera se va a detallar algunos ejemplos del flujo luminoso.

- Lámpara incandescente= 250 W                      Flujo luminoso= 25000 lm
- Lámpara incandescente= 400 W                      Flujo luminoso= 47000 lm

### **Gráfico No. 12 Lámparas de vapor de sodio a alta presión.**



**Fuente:** Investigación de Campo

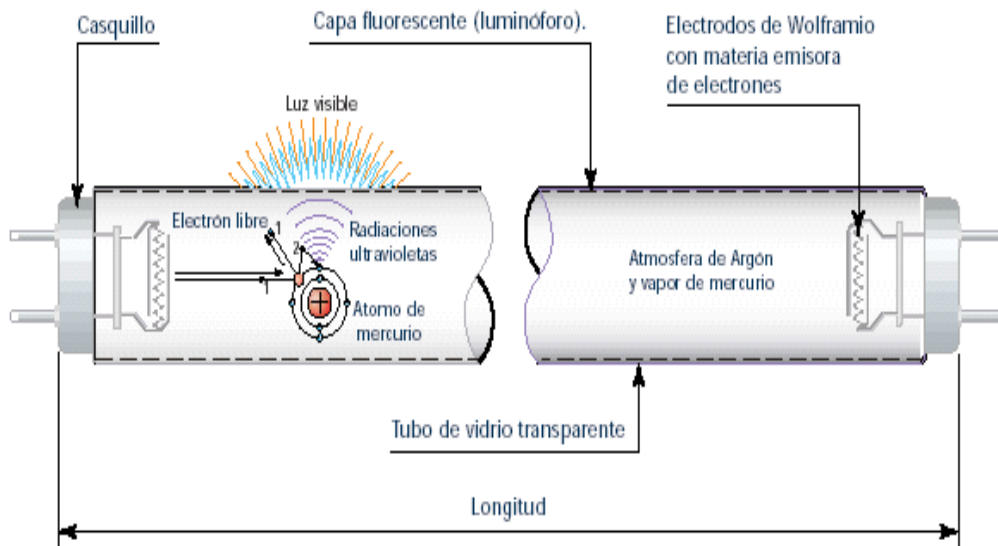
**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### **2.2.13. Lámparas de mercurio a baja presión**

Según, POSSO S., G. X., & CASTRO L., J. C. (2011). “Resonemos que estas lámparas son de descarga de mercurio de baja presión, en las cuales la luz se genera primordialmente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga”, p. 83.

Se puede demostrar de esta forma que tienen mayor rendimiento luminoso que las lámparas incandescentes corrientes y muy bajo consumo energético. Son lámparas de un costo mucho más elevado al momento de su adquisición y de instalación, pero se suple por su larga durabilidad. La generación del color es su punto débil, no obstante en los últimos años se están obteniendo niveles aceptables. Se distinguen también por una tonalidad fría en el color de la luz expuesta.

**Gráfico No. 13 Lámparas de vapor de mercurio a baja presión.**



**Fuente:** Investigación de Campo

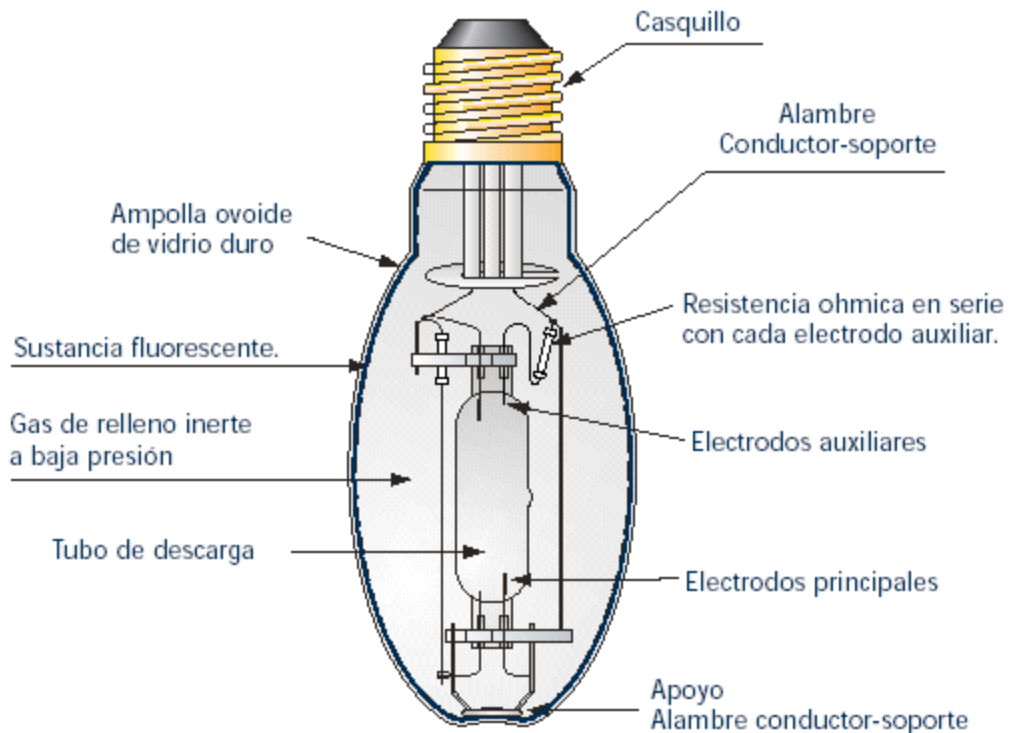
**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### **2.2.14. Lámparas de mercurio alta presión**

Según, GARCÍA S., J., CUADROS, F., & LÓPEZ F. (2011). “En estas lámparas la descarga se genera en un conducto de descarga que posee una mínima proporción de mercurio y un contenido de gas inerte para colaborar en el momento del encendido”, p. 209.

De esta forma se da un resultado en el cual, en un momento de la radiación de la descarga se da que en la región perceptible del espectro a manera luz, pero una proporción también se emite en la región ultravioleta. Revistiendo la zona interior de la bolsa exterior, con un polvo fluorescente que transforma esta radiación ultravioleta en radiación visible, la lámpara dará una mayor iluminación que una versión parecida sin dicha capa. Crecerá así la eficacia lumínica y mejorará la calidad de color del origen, como la generación del color.

**Gráfico No. 14 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En el campo industrial se hallan en un proceso de sistematización, en todos sus campos, con el objetivo de optimar su elaboración y de esta manera ser más eficaces.

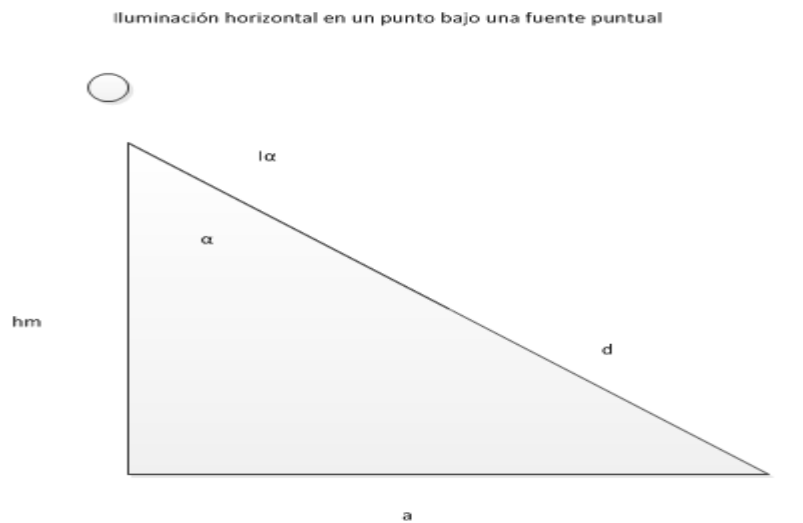
Todo esto no sería posible si no se tuviera la energía eléctrica, que es la que mueve a casi la gran mayoría las industrias del mundo. Igualmente la energía eléctrica es de gran beneficio a la humanidad tanto como a la industria, ya que además nos ofrece iluminación y el dominio a acceder a él manejo de maquinaria y artefactos electrodomésticos.

Según, CASTRO M, J. E. (2013). “En la industria o la empresa, la iluminación es un factor primordial, completo a que interviene en la calidad de la labor y el desempeño de la mano de obra, consecuentemente es una fracción del avance”, p. 209.

### 2.2.15. Criterio Luminotécnico Utilizado

Se utilizaran las pautas de ingenieros luminotécnicos encargados para cada ambiente de trabajo. En el gráfico No 16 tenemos una componente directa de iluminación horizontal en el punto P con una fuente puntual única.

**Gráfico No. 15 Iluminación horizontal en un punto P.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Está dado por la formula siguiente:

$$E_p = \frac{I\alpha}{hm^2} \cos^3 \alpha$$

Dónde:

$I\alpha$ = intensidad luminosa en el ángulo  $\alpha$  (dado en hojas de datos fotométricos)

$hm$ = altura de montaje de la fuente de luz.

$$E_p \text{ total} = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} \dots \dots \dots$$

### **2.2.16. Tipo de iluminación**

Según, CARRASCO, F. J. C. (2015). “A los tipos de iluminación se los clasifica de acuerdo a la distribución del flujo luminoso por sobre la horizontal y por debajo de la horizontal”, p. 159.

Para nuestro estudio el tipo de iluminación que se va a realizar es la semi-directa ya que está relacionada como una iluminación pública.

- **Iluminación semi-directa**

40% a 10% flujo hacia arriba

60% a 90% flujo hacia abajo

### **2.3. Criterios para el dimensionamiento de un Conductor Eléctrico**

Se deben cumplir los siguientes principios para tener un correcto dimensionamiento del conductor eléctrico.

#### **2.3.1. Criterio térmico**

Según, CATAÑO, J. G. (2010). “Todos los conductores eléctricos son recorridos por corriente eléctrica por causa de su resistencia propia y que están sometidos a un calentamiento por el efecto joule, este efecto del calentamiento limita la capacidad de conducción en los conductores eléctricos”, p. 207.

El sobrepasar a la capacidad eléctrica de cualquier conductor eléctrico produce serios problemas como lo son: dilataciones lineales, deformaciones en el conductor o también puede generarse una rotura del conductor eléctrico por la fusión del mismo.

En los conductores eléctricos aislados también se generan los mismos problemas, pero; además se crea un envejecimiento de acuerdo al tipo de aislante. Para cada tipo de aislamiento existente hay un soporte de corriente máxima especificada en el mismo cable.

### **2.3.2. Criterio de caída de voltaje**

Cuando la corriente eléctrica circula por un conductor provoca una caída de tensión, gracias a su resistencia interna, la misma que debe ser delimitada para los artefactos y equipos eléctricos aislados para que puedan funcionar correctamente. Esta apreciación se basa en los datos estandarizados por porcentajes desde la lámpara del tablero seccional al tablero general y luego al tablero que posee el transformador. La caída de tensión no debe pasar de un 4%.

### **2.3.3. Dimensionamiento del conductor para iluminación**

Según, LOPEZ, J. G., & CATAÑO, J. G. (2012). “Para poder trabajar con el criterio de caída de tensión e iluminación, se establecerán no más del 4% desde las lámparas hasta el transformador”, p. 173.

Con la base del número de circuitos se definirá la cantidad de tableros que se instalarán, se recomienda el uso de tableros seccionales, para los circuitos de iluminación.

Se elegirán los lugares más adecuados para fijar los tableros, tomando en cuenta la menor utilización de materiales y la menor distancia al tablero general. Para realizar el cálculo del dimensionamiento del conductor eléctrico para la iluminación, se utiliza el método pesimista; que consiste en ubicar la carga total en el extremo del circuito y se considera la longitud desde el tablero seccional hasta la lámpara que esté más alejada.

Según, BLANC, F. (2010):

El factor de carga para la iluminación se considera igual a la unidad ya que se considera que las lámparas trabajan al 100%. El número del conductor eléctrico está tabulado en el catálogo, según la norma se establece que la sección mínima a utilizar en el sistema de iluminación es de 14 A.W.G., p. 45.

El tipo de aislamiento elegido es el R \* V \* W a 60% y la resistencia específica del conductor se encuentra en las tablas de NEC o cualquier otra tabla.

La caída de tensión se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\Delta V = I * Re * 2L$$

Donde I: Intensidad de la corriente.

Re: Resistencia específica

L: Longitud (Km.)

#### **2.3.4. Selección de conductores y criterios empleados**

Según, LÓPEZ, J. G. V., & ROJAS, J. G. C. (2012). “Los conductores eléctricos, más recomendados o usados son el cobre y el aluminio por sus propiedades conductoras y los bajos precios”, p. 96.

Dependiendo el empleo que se le dé a los conductores pueden ser aislados o desnudos y se los utilizan en instalaciones secundarias de baja tensión, como se trata de una instalación eléctrica se emplean conductores aislados de cobre con su respectivo aislamiento de PVC, elemento de aislamiento de gran conservación y que puede soportar de 80° hasta 130°C de temperatura, además es un instrumento de bajo costo y de gran demanda en el mercado.

El cobre posee una gran resistencia interna la cual es menor a la del aluminio por este motivo es el elegido y asimismo es un material natural, los conductores eléctricos son incrustados en la pared. Los conductores eléctricos ya se hallen aislados o desnudos, saben ser de tipo cableado o de un solo hilo.

En el caso de nosotros se emplearon los cables de clase unifilar, establecidos en las normas y códigos de las instalaciones eléctricas monofásicas o trifásicas.

#### **2.3.5. Dimensionamiento del conductor del tablero general al transformador**

Para deducir el conductor eléctrico subterráneo del tablero usual se realizan las subsiguientes gestiones:

- La longitud del conductor eléctrico se obtiene del plano de las facilidades, medido a partir del tablero general al transformador.
- El número del conductor eléctrico. La resistencia se determinada del conductor el cual se obtiene de la tabla de conductores.

Como la línea es trifásica, el voltaje es de la siguiente forma:

$$V = 1,73 * It * Re * L$$

Cada circuito, ya sea la luz o de fuerza, obtendrán su disyuntor, como defensa, con sus capacidades máximas de amperaje.

La puesta a tierra se ubica por medio de una malla de puesta a tierra, formada por cuerdas de cobre, empalmadas y soldadas, todas poseen un determinado número de jabalinas puesta a tierra.

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGIA**

Por la naturaleza del presente trabajo, se elegirá el enfoque de la metodología para realizar la investigación, la modalidad, el tipo de investigación, las técnicas e instrumentos que se van a implementar, Además se declara la población y el universo y se define la muestra para aplicar los instrumentos propuestos.

#### **3.1. Diseño de la investigación**

Se refiere al tipo de investigación que se va a realizar en la tesis tales como: La estructura metodológica general que se va a mantener en las etapas de investigación.

##### **3.1.1. Modalidad de la investigación**

El proyecto de desarrollo se apoyará en una investigación de campo de carácter descriptivo. La estación Villano A del campo petrolero AGIP OIL ECUADOR es el lugar donde se procede a realizar el estudio del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior.

##### **3.1.1.1. De campo**

La investigación es de campo ya que se estudiara el problema del consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación exterior de la estación Villano A del campo petrolero AGIP OIL ECUADOR, con el propósito de analizar y evaluar el tipo de lámpara que se encuentra instalado en la actualidad, de tal manera que se pueda plantear lámparas eléctricas con mayor eficiencia energética, para esto es necesario una interacción directa con el personal que labora en esta estación de producción.

### **3.1.1.2. Bibliográfica fundamental**

Para completar la investigación se acudirán a fuentes tales como: textos, libros, revistas, páginas de internet, documentos relacionados con el tema, que han servido para determinar teóricamente el problema de la investigación a través del análisis y evaluación documental.

### **3.1.2. Tipo de investigación**

Para la presente investigación utilizaré el tipo de Investigación Experimental, considerando que el objetivo es demostrar en sitio que es posible ahorrar energía eléctrica a través de la utilización de una energía alternativa. La técnica utilizada está basada en pruebas de medición y comparación del consumo de energía eléctrica en el circuito de iluminación.

#### **3.1.2.1. Investigación Experimental**

Partiendo de nuestra variable independiente que es el sistema de iluminación exterior se empieza a investigar el tipo de lámpara adecuada para buscar un ahorro energético.

### 3.1.2.2. Operacionalización de variables

**Tabla No. 1 Operalización**

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	ITEM
<b>Variable Independiente</b>  El sistema de iluminación exterior.	Parámetros eléctricos.	Voltaje. Corriente. Potencia.	Medición	Multímetros. Pinza amperimétrica, Analizador de energía	Voltios (V) Amperios (A) Vatios (W)
	Tipos de lámparas.	Arrancadores de luminarias. Luminarias.	Cálculo	Fórmula	Luxes (Lux) Lúmenes (Lm).
	Circuito eléctrico	Número de luminarias.  Número de cable. Tipo de conexión eléctrica.	Cálculo	Fórmula.  Fórmula.	

<b>Variable Dependiente</b>	Nivel de voltaje de las lámparas.	120 VAC. 220 VAC. 480 VAC.	Medición y dato de placa del arrancador	Manuales del equipo y Multímetro.	Voltios (V)
Consumo de energía eléctrica.	Control eléctrico del arrancador del circuito de iluminación.	Buenas condiciones de funcionamiento.	Automático.	Fotocelda	Voltios (V) Amperios (A)
	Mantenimiento.	Frecuencia. Repuestos. Disponibilidad	Cada vez que existe un daño en la lámpara.	Multímetros, Amperímetros.	

**Fuente:** Del Investigador

**Elaborado:** Fredy Tapia

### 3.2. Población y muestra

No existe población y muestra, porque es una Investigación netamente tecnológica.

Como referencia el estudio de investigación, se realizó en las instalaciones de la empresa Agip Oil Ecuador, ubicada en la región Oriental, Provincia de Pastaza, Cantón Arajuno, Santa Cecilia, a una elevación de 437,42 m.s.n.m., medido con el instrumento de coordenadas modelo EGM 96, con una temperatura ambiental promedio de 35 °C. En el gráfico No. 16, se muestra la estación de producción de petróleo Villano A.

**Gráfico No. 16 Ubicación geográfica de la estación Villano A.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

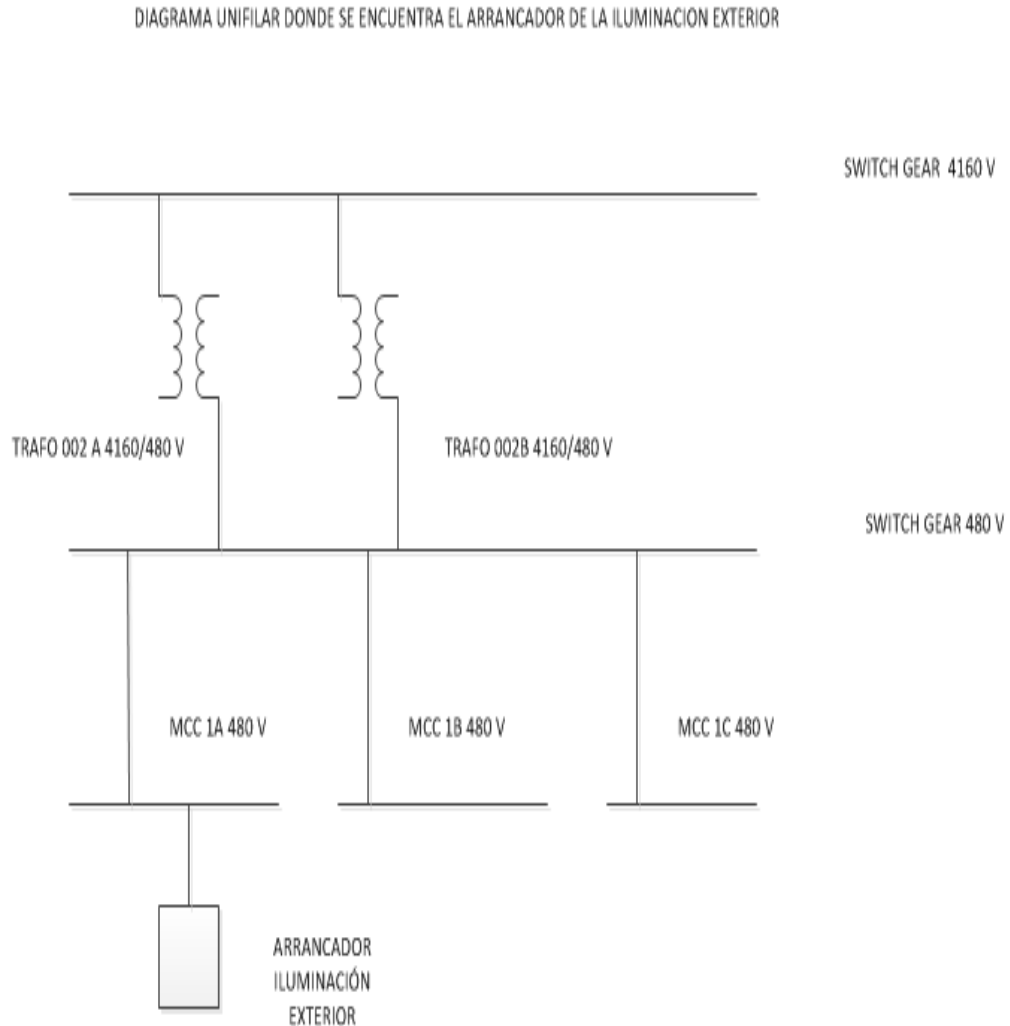
Para centrarnos en nuestra variable independiente, que es el sistema de iluminación perimetral de la estación Villano A, debo determinar el número de

postes de iluminación, y detallando de cuantas lámparas tiene cada poste. En el gráfico No. 17, se muestra un plano de iluminación perimetral de la estación.



En el grafico No. 18, se observa un diagrama unifilar, donde se encuentra el arrancador de la iluminación exterior de la estación Villano A.

**Gráfico No. 18 Plano de iluminación exterior de la estación Villano A.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

De tal manera que en el gráfico No. 19, se observa el tipo de poste y como esta distribuido las lámparas. Hay que recalcar que este es un poste parte del estudio que se esta realizando.

**Gráfico No. 19 Ubicación de un poste de iluminación de la estación Villano A.**



**Fuente:** Investigación de Campo  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

Como se detalló anteriormente el circuito eléctrico de iluminación está compuesto de 12 postes compuesto de 3 lámparas de 400 W cada una, el cual tenemos el siguiente consumo de energía eléctrica demostrado en el siguiente tabla No. 2.

**Tabla No. 2 Datos de la población existente en Villano A**

TABLA DE DATOS DEL CIRCUITO DE ILUMINACION PERIMETRAL CON LAMPARAS FMV SY400 VAPOR DE SODIO					
POSTE	# DE LÁMPARAS	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA	TOTAL DE LA POTENCIA (W)	VOLTAJE (V)
			(W)		
1	3	LU400SBY	400	1200	480
2	3	LU400SBY	400	1200	480
3	3	LU400SBY	400	1200	480
4	3	LU400SBY	400	1200	480
5	3	LU400SBY	400	1200	480
6	3	LU400SBY	400	1200	480
7	3	LU400SBY	400	1200	480
8	3	LU400SBY	400	1200	480
9	3	LU400SBY	400	1200	480
10	3	LU400SBY	400	1200	480
11	3	LU400SBY	400	1200	480
12	3	LU400SBY	400	1200	480
<b>TOTAL</b>				14400	

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

Para empezar, la investigación de cómo se comparte el circuito de iluminación, se procede a realizar mediciones eléctricas durante 3 meses, puesto que en este tiempo se analizara el consumo de energía eléctrica en el circuito de iluminación exterior, el tiempo de análisis se las realizo por un lapso de 12 horas generalmente por las noches, posteriormente se detallara en una tabla los valores de energía eléctrica.

Se muestra el arrancador eléctrico y sus partes internas, donde se realizaron la medición de los parámetros eléctricos. El arrancador está conformado por algunos elementos eléctricos importantes, tales como: Breaker, transformador de control, contactor, luces piloto.

**Gráfico No. 20 Arrancador eléctrico del circuito de iluminación de la estación Villano A.**



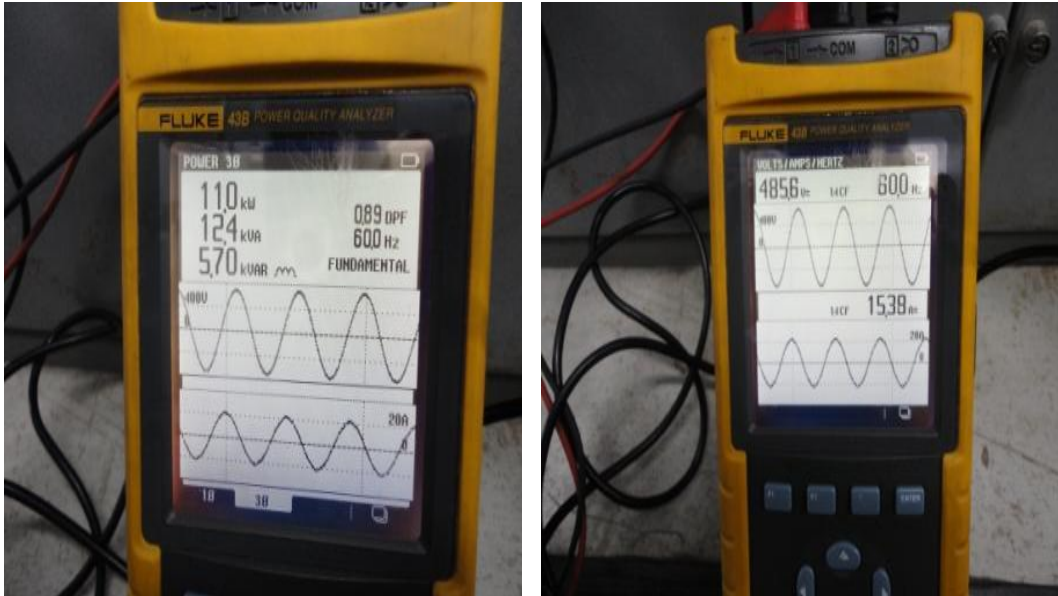
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Para obtener los datos eléctricos, se utilizó el instrumento de Medición de calidad de energía, marca Fluke 43B. Con este equipo se mide los parámetros eléctricos como son: Voltajes, corrientes, frecuencias, armónicos, etc. Adicional se observa

la forma de conectar los cables, y así obtener las mediciones que se utilizaran en nuestro estudio de investigación. En el gráfico 21, se observa las mediciones eléctricas reales de Voltaje, frecuencia, corriente del circuito de iluminación exterior.

**Gráfico No. 21 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación de la estación Villano A.**



**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Hay que recalcar que se realizó una medida cada semana para ir verificando los comportamientos de los datos, ya que los mismos son la base para el análisis del consumo de energía eléctrica. Los parámetros que se detallan en las tablas del mes de Abril, Mayo y Junio son: el voltaje, la corriente, la potencia, la frecuencia y el tiempo que se registraron los datos. Luego de observar las magnitudes medidas en el arrancador del circuito de iluminación exterior, se va analizar los parámetros eléctricos medidos durante el mes de Abril de año 2014, como se muestra en la tabla No. 3.

**Tabla No. 3 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Abril.**

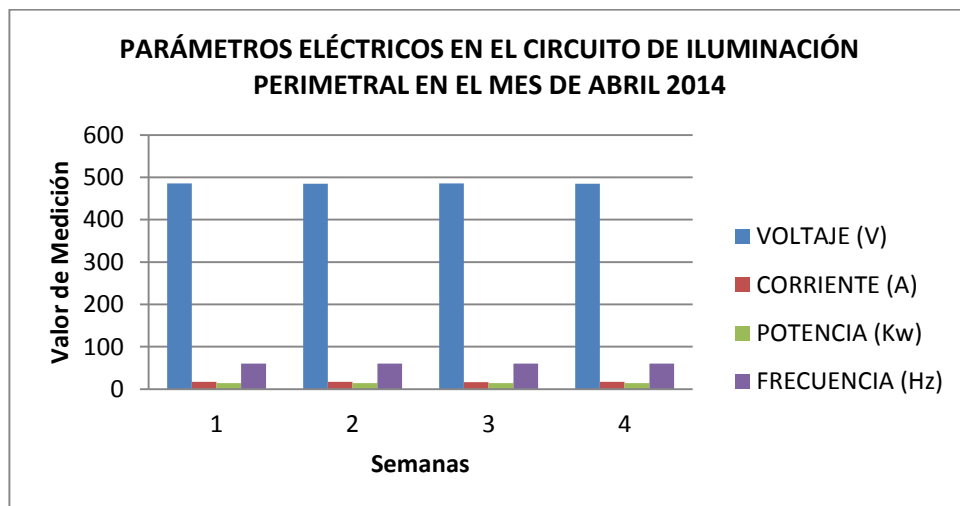
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL EN EL MES DE ABRIL 2014					
SEMANA	TIEMPO (Horas)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	POTENCIA (Kw)	FRECUENCIA (Hz)
SEMANA 1	12	485,8	18,88	14,28	60
SEMANA 2	12	485,2	19,20	14,50	60
SEMANA 3	12	485,4	16,80	12,69	60
SEMANA 4	12	485,1	17,86	13,49	60

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Se verifica el análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación, como se puede apreciar en el gráfico No. 22, la energía eléctrica consumida es equilibrada.

**Gráfico No. 22 Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Abril.**



**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Además de los datos medidos, se registraron el tiempo que pasa energizado el sistema de iluminación exterior, durante todos los días del mes de abril. En la tabla No. 4 se evidencia el promedio de horas que permanece prendido.

**Tabla No. 4 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Abril.**

<b>Tiempo que esta energizado el tablero de iluminación exterior en el mes de Abril del 2014.</b>	
(Total Días)	(Horas promedio)
30	12,9

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

De la misma manera que en el mes de Abril, se va analizar el consumo de energía eléctrica por el circuito de iluminación exterior en el mes de Mayo del año 2014, como se muestra en la tabla No. 5.

**Tabla No. 5 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Mayo.**

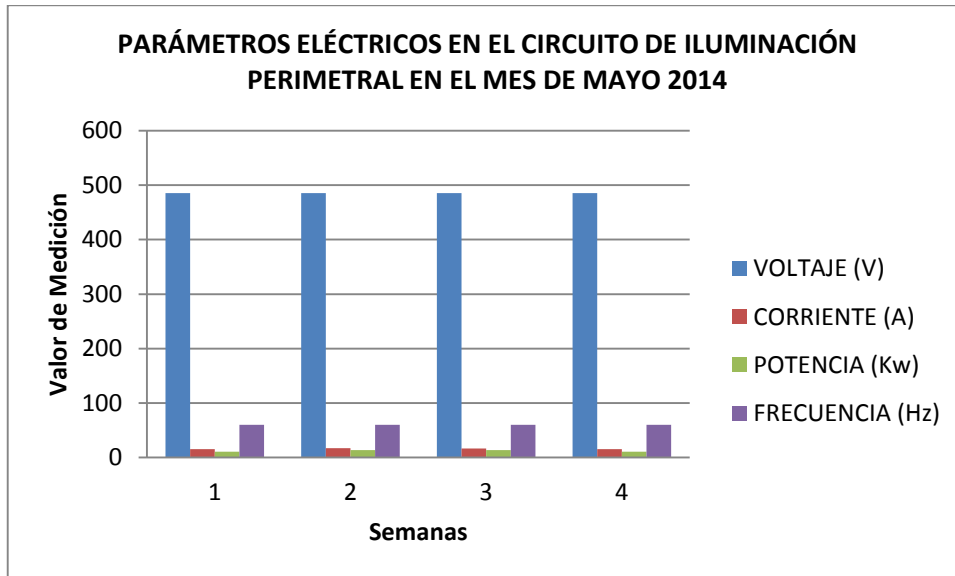
<b>PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL EN EL MES DE MAYO 2014</b>					
<b>SEMANA</b>	<b>TIEMPO (Horas)</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>POTENCIA (Kw)</b>	<b>FRECUENCIA (Hz)</b>
SEMANA 1	12	485,3	15,38	11,62	60
SEMANA 2	12	485,2	17,1	12,92	60
SEMANA 3	12	485,3	16,9	12,76	60
SEMANA 4	12	485,2	15,2	11,48	60

**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En el gráfico No. 23 se observa el comportamiento de los parámetros eléctricos en el mes de Mayo del año 2014.

**Gráfico No. 23 Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Mayo.**



**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En la tabla No. 6, se detalla los días y las horas promedio que el circuito de iluminación pasa energizado.

**Tabla No. 6 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Mayo.**

<b>Tiempo que esta energizado el tablero de iluminación exterior en el mes de Mayo del 2014.</b>	
(Total Días)	(Horas promedio)
31	13,2

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En la tabla No. 7 de igual manera que en los casos anteriores, se verifica los parámetros eléctricos y específicamente el consumo de energía eléctrica en el mes de Junio del año 2014.

**Tabla No. 7 Parámetros eléctricos del circuito de iluminación en el mes de Junio.**

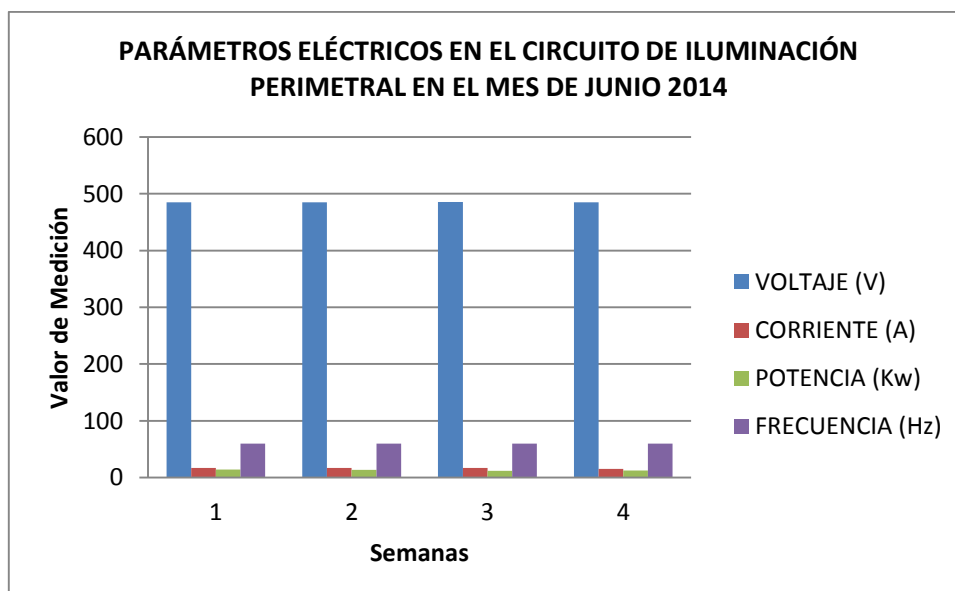
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL EN EL MES DE JUNIO 2014					
SEMANA	TIEMPO (Horas)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	POTENCIA (Kw)	FRECUENCIA (Hz)
SEMANA 1	12	485,2	17,19	12,98	60
SEMANA 2	12	485,2	16,9	12,76	60
SEMANA 3	12	485,4	17,11	12,93	60
SEMANA 4	12	485,1	15,25	11,51	60

**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En el gráfico No. 24 se observa la el comportamiento de los parámetros eléctricos durante el mes de Junio del año 2014.

**Gráfico No. 24 Análisis de la potencia consumida por el circuito de iluminación en el mes de Junio.**



**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación

**Elaborado por:** Fredy Tapia

De la misma manera que en los 2 meses anteriores en la tabla No. 8, se observa el tiempo que el circuito de iluminación pasa energizado.

**Tabla No. 8 Tiempo promedio que permanece energizado el circuito de iluminación en el mes de Junio.**

<b>Tiempo que esta energizado el tablero de iluminación exterior en el mes de Junio del 2014.</b>	
<b>(Total Días)</b>	<b>(Horas promedio)</b>
30	12,8

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Fredy Tapia

El análisis que se ha realizado de los tiempos promedio que pasa energizado el circuito de iluminación exterior, durante los meses de Abril, Mayo y Junio es muy importante debido a que el control de este tablero es manual (ON / OFF), por lo tanto en el capítulo siguiente se va a enfocar en este estudio debido a que se quiere optimizar el sistema.

Si analizamos tanto el mes de Mayo como el mes de Junio, determinamos que existe un consumo de potencia menor al del mes de Abril, esto se debe a que existió un problema técnico en una o dos lámparas, es decir se apagaron o sufrieron alguna falla en uno de sus elementos internos por tal razón dejaron de consumir energía eléctrica.

**Tabla No. 9 Promedio de potencia consumida por el circuito de iluminación.**

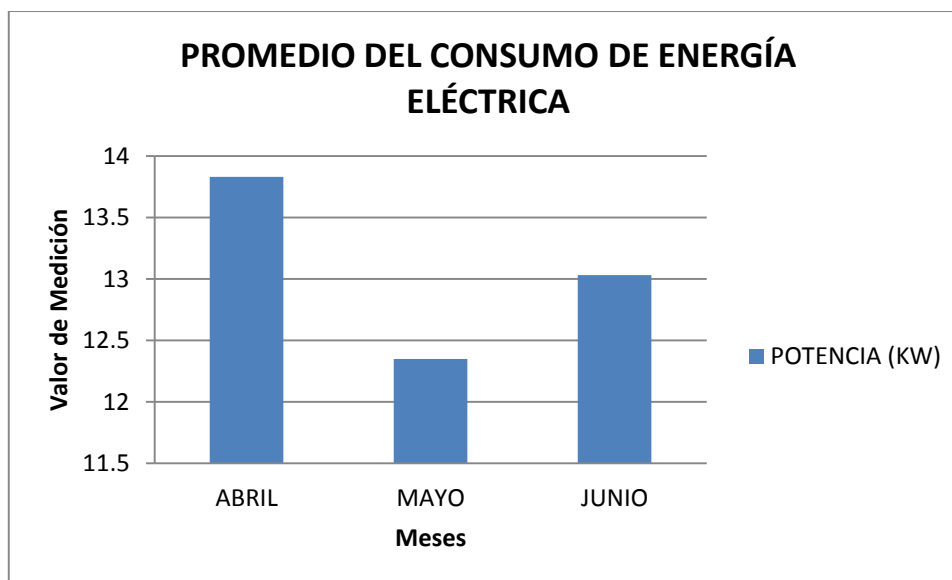
<b>PROMEDIO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
<b>FECHA</b>	<b>POTENCIA (KW)</b>
ABRIL	13,74
MAYO	12,19
JUNIO	12,54

**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico No. 25 se aprecia el consumo de energía eléctrica durante el tiempo que se hizo el análisis en el circuito de iluminación exterior.

**Gráfico No. 25 Análisis de la potencia consumida por mes.**



**Fuente:** Mediciones eléctricas en el arrancador del circuito de iluminación.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Para el estudio de investigación que se está realizando, se debe recalcar que cuando se diseñó el circuito de iluminación perimetral de Villano A., se consideró la norma API 540 (Recommended Practice 540 Electrical Installations in Petroleum Processing Plants, Section 7 – Lighting). Control rooms and houses y las normas americanas NEC.

Los siguientes niveles de iluminación recomendados por la norma API 540, se detalla en la tabla No. 10.

**Tabla No. 10 Parámetros eléctricos en luxes de la norma API 540**

Area or Activity	Lux	Footcandles	Location
Frequent use (trucking)	4	0,4	Ground
Infrequent use	2	0,2	Ground

**Fuente:** Normas eléctricas API 540.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En la actualidad se debe considerar que se debe cumplir las normas nacionales MEER, bajo lo estipulado es necesario cumplir toda la normativa Ecuatoriana.

En el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, se encuentra los niveles mínimos de iluminación mediante el decreto No. 2393 Registro Oficial No. 249 Febrero 3/98.

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

El nivel promedio de iluminación según las normas nacionales MEER, es de 20 luxes para iluminación peatonal o iluminación pública.

Para un diseño de iluminación se debe considerar varios aspectos, como son: la iluminación por áreas y por cálculo lumínico, para nuestro estudio se consideraron varios aspectos de acuerdo a las instalaciones del proceso de producción de petróleo. En el plano se detalla la ubicación del circuito de iluminación perimetral, compuesta por los postes de metal de 9 m de altura, abatible una estructura metálica de 3 posiciones llamada araña regulable para el descanso de cada lámpara de 400 W. En lo posible se trata de conseguir uniformidad de iluminación de acuerdo a los niveles señalados. En el estudio de iluminación exterior se incluyeron las luminarias existentes en la Estación Villano A. Las luminarias instaladas son de Vapor de Sodio alta presión, 400 Vatios, 480 V, como lo muestra el Anexo 3, para facilitar las actividades de mantenimiento con un solo tipo de luminarias.

Datos técnicos de las luminarias.

- Fabricante: Crouse Hinds
- # Catálogo: FMVSY400/MT 76
- Descripción: FMV 400W HPS Floodlight

### **Partes y elementos que constituye una lámpara FMVSY 400/MT 76 vapor de sodio.**

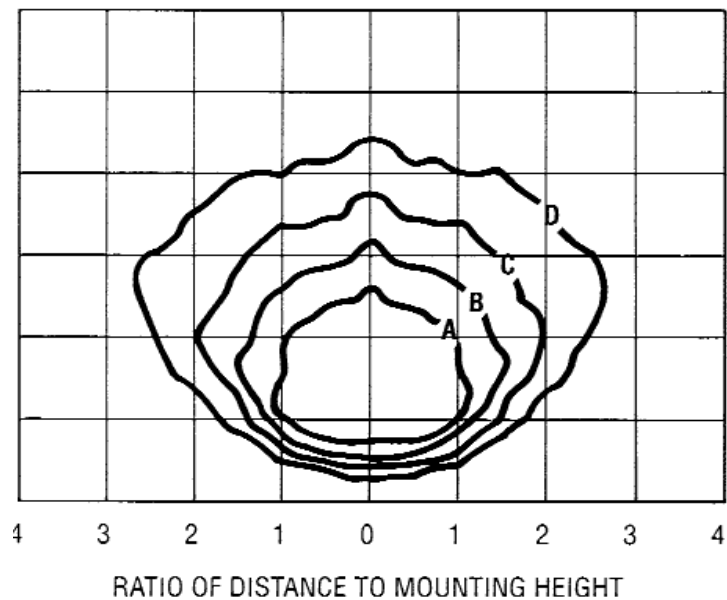
Es una lámpara que forma parte del circuito de iluminación exterior, que se utilizan en las industrias petroquímicas, teniendo una alta seguridad de funcionamiento de igual manera operan a altas temperaturas ambientales y cumpliendo normas como son las API 540 que especifica que debe cumplir una Clase 1 División 2, que significa son anti explosiones y evitar cortocircuitos en las mismas producidos por gases químicos producidos en el proceso de la extracción y bombeo de petróleo a otras estaciones.

Para seguir con las características técnicas de la lámpara FMV SY400, es importante mencionar el flujo luminoso ya que este dato técnico es de mucha ayuda en la selección del tipo de lámpara para cualquier proyecto de iluminación. El valor del flujo luminoso de la lámpara FMV SY400 es de:

$$\phi = 34000 \text{ lm. (Lúmenes)}$$

En el gráfico No. 26, se observa la curva isocandelas de la lámpara, esta curva está relacionada en el plano horizontal en metros (m) y la altura de montaje se encuentra en pies (pie).

**Gráfico No. 26 Curvas isocandelas de la lámpara crouse hinds  
FMVSY400/MT.**



**Fuente:** Catálogo champ FMV nR floodlights de las lámparas crouse hinds.  
**Elaborado por:** Industrias crouse hinds.

**Tabla No. 11 Parámetros de las líneas isocandelas en función de la altura de montaje de la lámpara.**

Altura de montaje (pie)	Líneas Isocandelas (cd/m <sup>2</sup> )				
	A	B	C	D	E
15	8.0	4.0	2.0	0.80	0.40
20	4.5	2.3	1.1	0.50	0.23
25	2.9	1.4	0.7	0.30	0.14
30	2.0	1.0	0.5	0.20	0.10
35	1.5	0.7	0.4	0.15	0.07
40	1.1	0.6	0.3	0.11	0.06

**Fuente:** Catálogo champ FMV nR floodlights de las lámparas crouse hinds.  
**Elaborado por:** Industrias crouse hinds.

Debido a las características de la lámpara, estas necesitan del elemento llamado ignitor o arrancador en conjunto con el balastro, el cual suministra el voltaje necesario para ionizar el gas dentro del tubo de arco. Las características de este sobre voltaje dependen principalmente de la forma del tubo, el tipo de gas y su presión por esta razón existen diferentes ignitores para los distintos tipos de lámparas.

Los parámetros que deben cumplir el ignitor para un arranque normal son:

- Amplitud
- Ancho
- Ubicación
- Tasa de repetición del pico de voltaje generado.

También hay que detallar tres aspectos fundamentales en una instalación y uso de estos equipos para no acortar su vida.

- Usar en el rango de voltaje específico y con el bombillo para el cual está destinado.
- Instalar una distancia prudencial tanto para el balastro con la lámpara para evitar la influencia del calentamiento de los mismos en el arrancador.
- Des energizar el sistema en caso de falla del bombillo y con la ausencia del mismo para evitar el continuo funcionamiento innecesario del ignitor.

En su forma básica, un condensador consta de dos láminas de metal separadas por una delgada lámina aislante llamada dieléctrico. Una pequeña porción de la electricidad se almacena en las hojas de metal cuando se aplica un voltaje a través del condensador. Cuando el voltaje se reduce, el condensador descarga la electricidad almacenada. En si en la lámpara de vapor de sodio la función del capacitor es entregar el voltaje apropiado a la lámpara cuando exista una disminución de voltaje en el sistema.

El auto transformador es la parte más importante de la lámpara, ya que es el elemento que regula el voltaje necesario para el funcionamiento de la misma.

Voltaje 1= 480 VAC.

Voltaje 2= 277 VAC.

Voltaje 3= 220 VAC.

Voltaje 4= 208 VAC.

Voltaje 5= 120 VAC.

Cumpliendo con determinar cada uno de los elementos que constituye una lámpara FMV SY 400 MT, se conocerá el funcionamiento de los instrumentos con los cuales que se va a analizar y estudiar los parámetros eléctricos de las lámparas que están en funcionamiento en el circuito de iluminación exterior de Villano A.

En nuestras mediciones el instrumento a utilizar es el luxómetro AEMC LIGHTMETER 810, es un instrumento sencillo de utilizar que posee sensores ópticos que reaccionan como el ojo humano lo que los hace ideales para analizar y planificar la iluminación de lugares de trabajo, este equipo mide en luxes o pie/candelas. A continuación se va a detallar algunas características del equipo:

- Su diseño permite medir una gran variedad de tipos de iluminación.
- Sensor desmontable, muy práctico para lecturas en ambientes cerrados y abiertos.
- Función HOLD (Guardar).
- 2000 cuentas backlit.
- Operable con una sola mano.
- Livianos y compactos.
- Cubierta protectora desmontable.

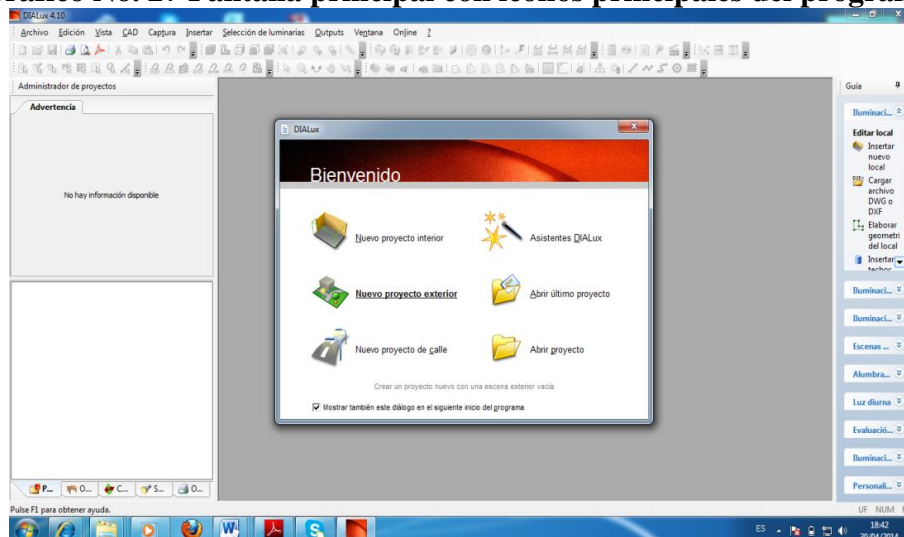
Este equipo sirve para medir ensayos cumpliendo normas de seguridad en lugares de trabajo, oficinal y plantas industriales. Algunas especificaciones del equipo es que su sensor es un fotodiodo de silicio y su escala va desde los 20 luxes hasta los 2000 luxes. Con este instrumento se va a realizar las pruebas de cada poste comprendido por 3 lámparas del circuito de iluminación exterior Villano A.

Todos los instrumentos materiales y demás componentes de la lámpara a utilizar se los encontrara en la parte de los anexos.

Otro instrumento que se va a emplear es el software DIALux, este programa sirve para para analizar el flujo luminoso del sistema de iluminación exterior. Se va a realizar un manual de uso del programa, como primer paso es abrir el programa y aparecerá la pantalla inicial de Windows.

Luego de abrir el programa aparece la siguiente pantalla principal. Debemos dirigirnos a la opción para escoger el tipo de proyecto que necesita utilizar, por ejemplo aparecen iconos graficados específicamente con el nombre de lo que el usuario desea aplicar. Para nuestro uso escogemos el icono con el nombre de nuevo proyecto exterior como se puede observar en el gráfico No. 27.

**Gráfico No. 27 Pantalla principal con iconos principales del programa.**

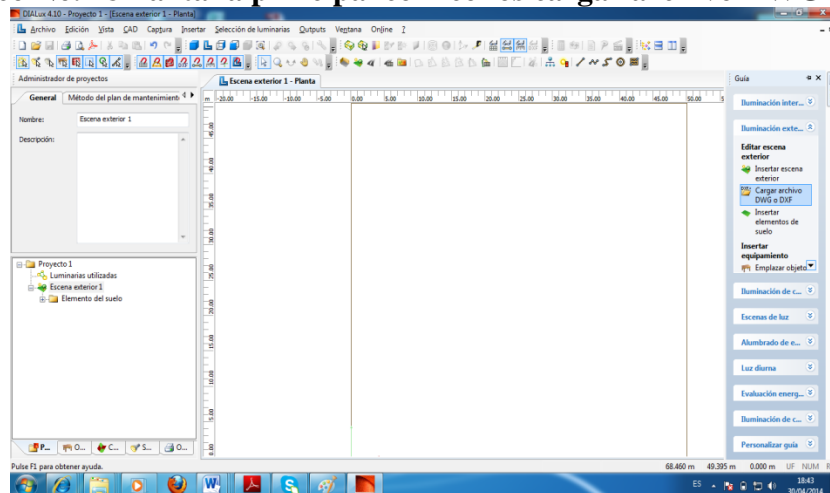


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Una vez seleccionado el icono se habilita todas las barras del programa como la de herramientas, barra de tareas. Este programa tiene la facilidad de trabajar en un archivo DWG o DXF el cual nos permite insertar un plano y trabajar sobre este para hacer el diseño de iluminación. Por lo tanto seleccionamos cargar archivo DWG o DXF como se muestra en el gráfico No.28.

**Gráfico No. 28 Pantalla principal con iconos cargar archivo DWG o DXF.**

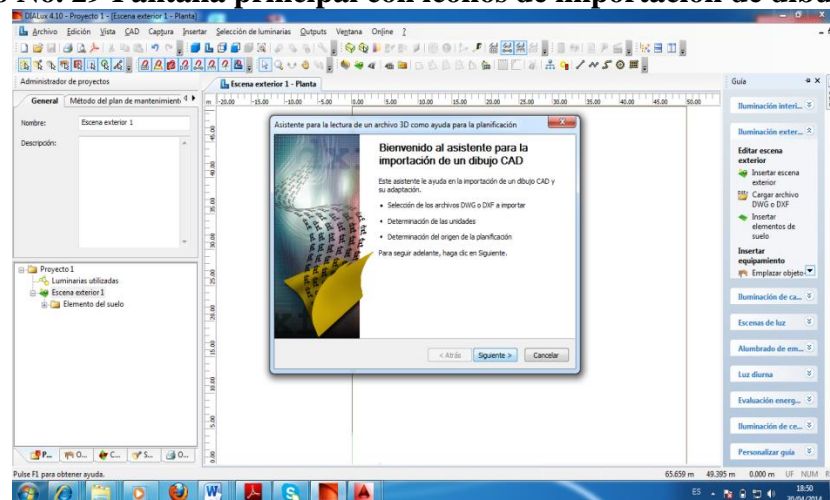


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico No. 29 aparece una pantalla pequeña que le da la bienvenida a la importación de un gráfico en CAD, se da aceptar en siguiente para pasar al siguiente paso.

**Gráfico No. 29 Pantalla principal con iconos de importación de dibujo CAD.**

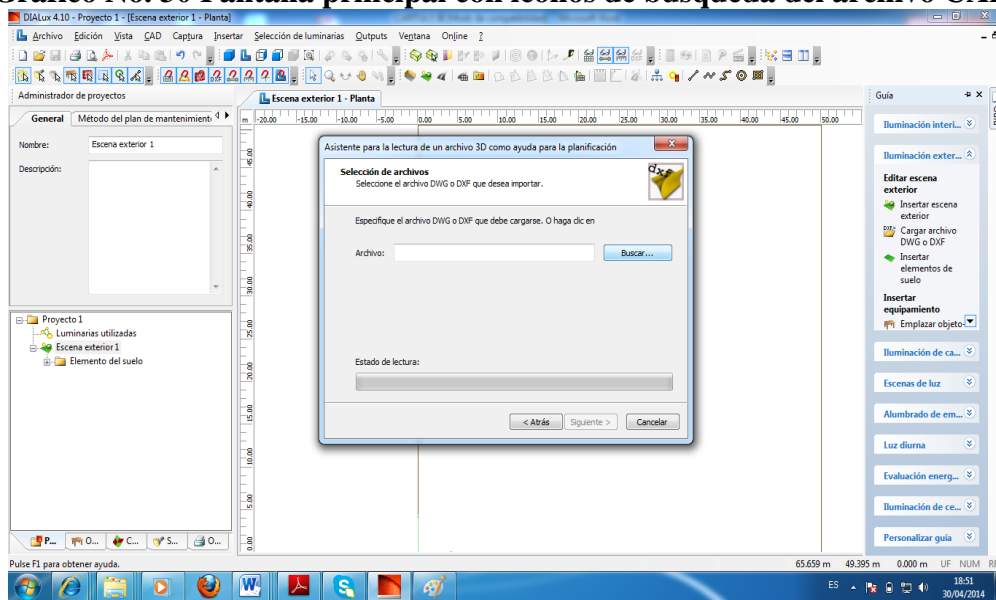


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Luego aparecerá la pantalla de selección de gráfico y luego se acepta en buscar para pasar al siguiente paso como se muestra en el gráfico No. 30.

### Gráfico No. 30 Pantalla principal con iconos de búsqueda del archivo CAD.

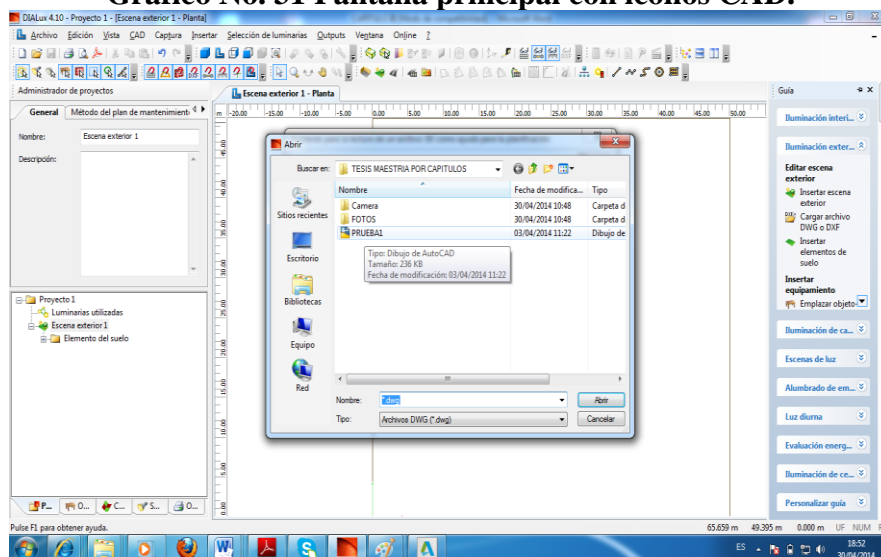


Fuente: Simulador DIALux.

Elaborado por: Fredy Tapia.

Al aparecer la pantalla que está en el gráfico No 31, se selecciona el archivo CAD para que sea importado al programa.

### Gráfico No. 31 Pantalla principal con iconos CAD.

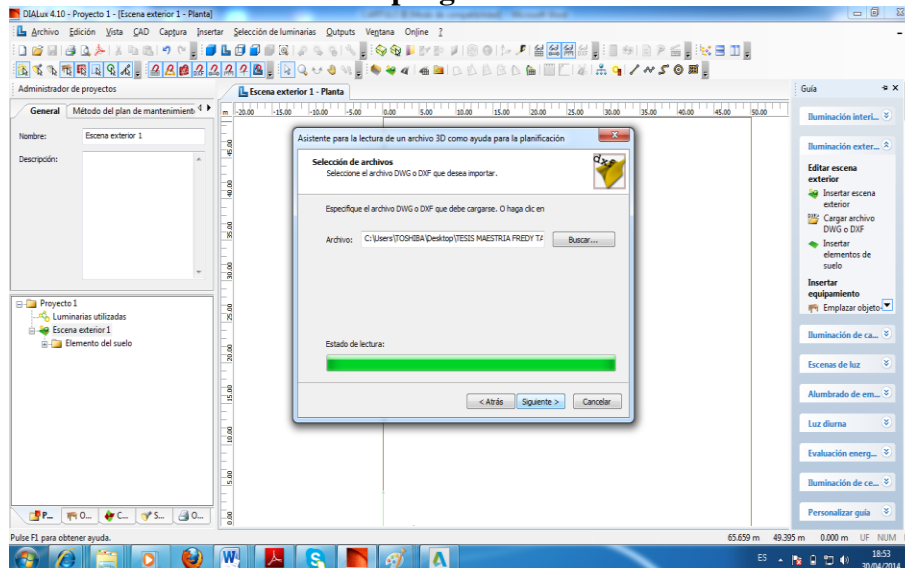


Fuente: Simulador DIALux.

Elaborado por: Fredy Tapia.

Luego se hace clic en siguiente para que el archivo sea importado como se puede observaren el gráfico No. 32.

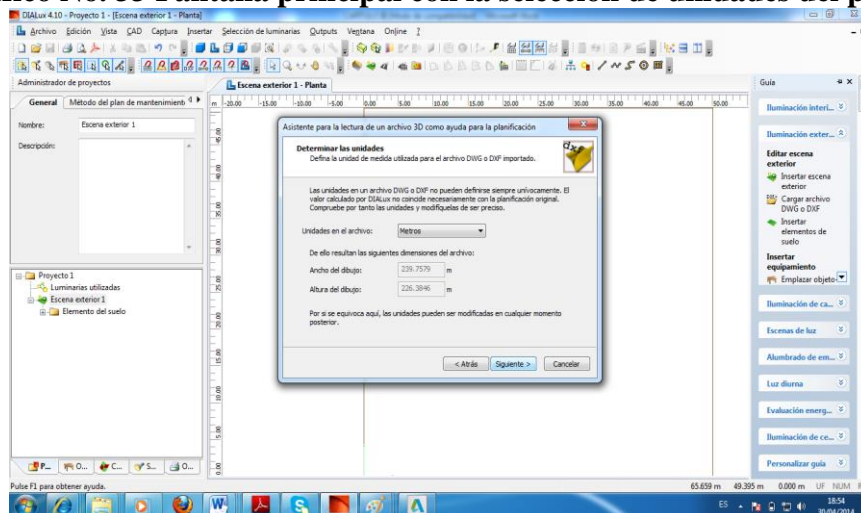
**Gráfico No. 32 Pantalla principal con el archivo CAD importando al programa.**



**Fuente:** Simulador DIALux.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Luego de seleccionar el archivo aparece la pantalla como se observa en el gráfico No. 33, que pide determinar el área total del plano, dependiendo las unidades.

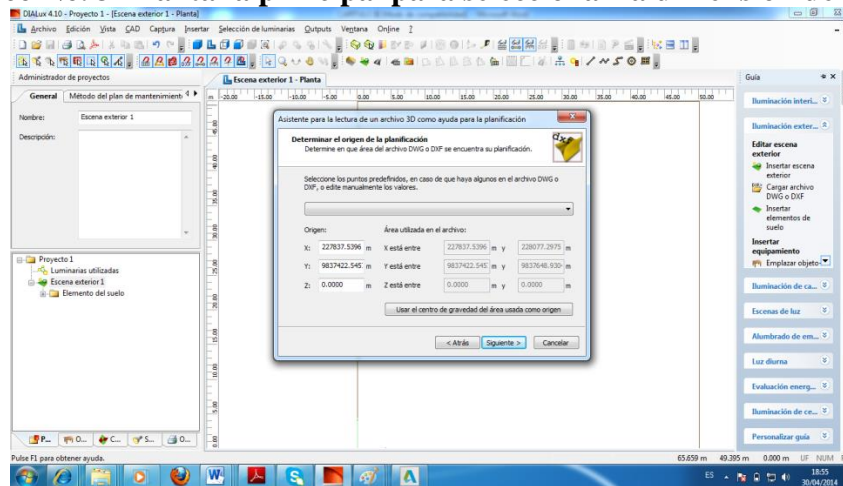
**Gráfico No. 33 Pantalla principal con la selección de unidades del plano.**



**Fuente:** Simulador DIALux.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia.

El archivo pide seleccionar las unidades 3D en los ejes 2D o 3D, según la necesidad del usuario. En este caso se va a seleccionar el plano en 2D como se detalla en el gráfico No. 34.

**Gráfico No. 34 Pantalla principal para seleccionar la dimensión del plano.**

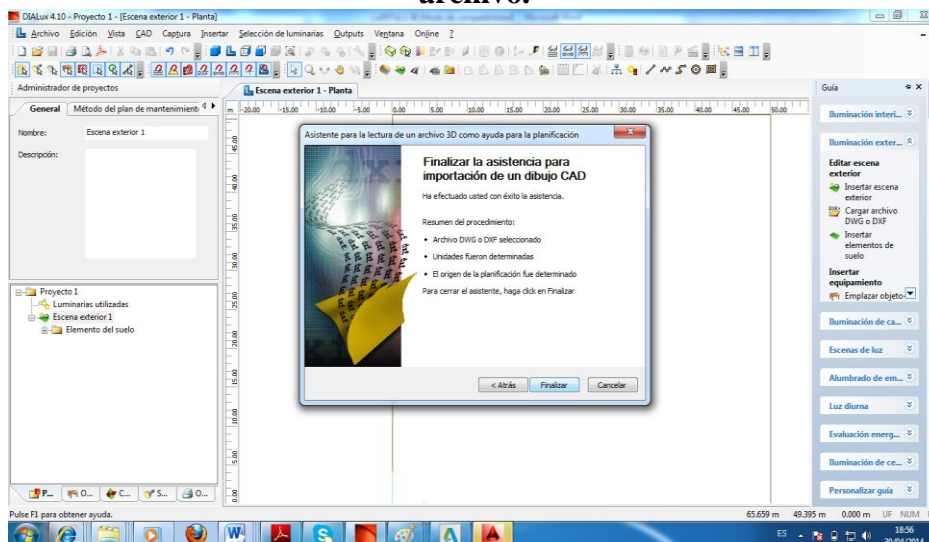


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Luego de determinar las condiciones de la importación del archivo aparece en el gráfico No. 35, es el final de selección del archivo en el que se va a trabajar.

**Gráfico No. 35 Pantalla principal de finalizando de la importación del archivo.**

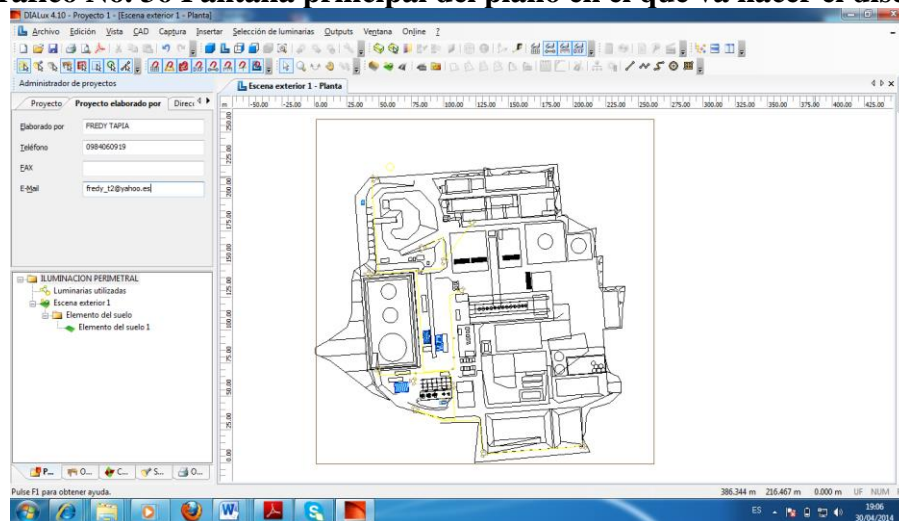


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico No. 36, se puede observar que el plano esta importado y se puede decir que está listo para trabajar en el diseño del usuario.

**Gráfico No. 36 Pantalla principal del plano en el que va hacer el diseño.**

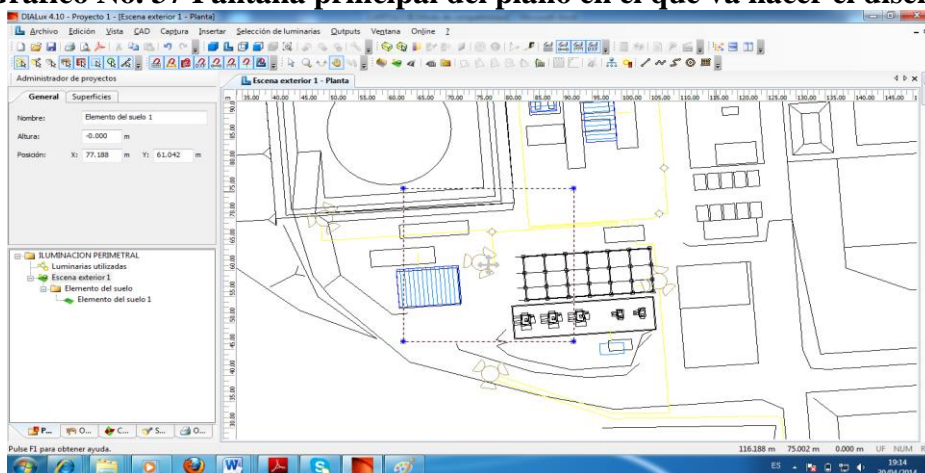


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico 37 se observa el plano y el área que se va a realizar el estudio de iluminación. De la misma manera el área seleccionada tiene sus medidas que va hacer analizada por medio del programa.

**Gráfico No. 37 Pantalla principal del plano en el que va hacer el diseño.**

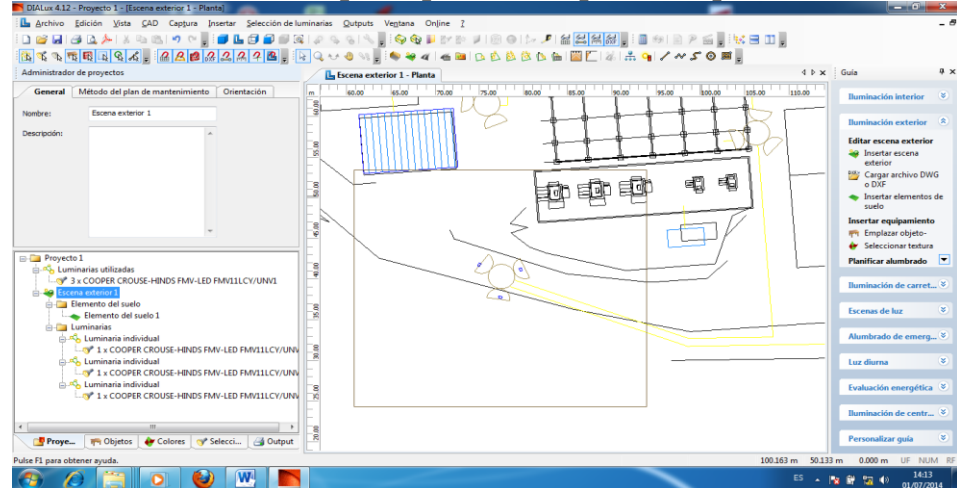


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico No. 38, se puede observar que ya se seleccionó las lámparas las cuales están ubicadas en el dibujo donde están las 3 lámparas. Para nuestro estudio hemos escogido la lámpara FMV 25L LED de igual manera en el lado inferior de la gráfica nos indican que lámpara se seleccionó para hacer el cálculo de iluminación.

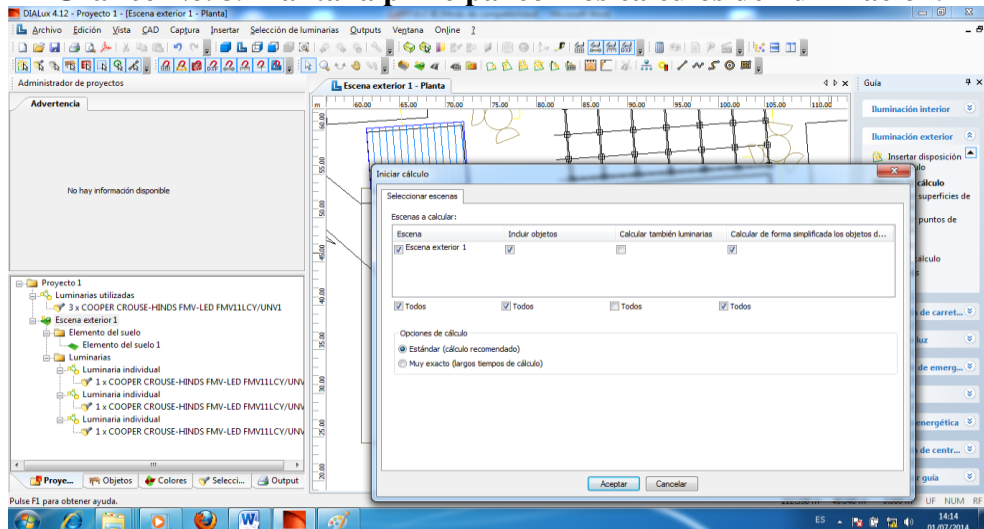
**Gráfico No. 38 Pantalla principal con el tipo de lámpara seleccionada.**



**Fuente:** Simulador DIALux.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Una vez culminado la selección de la lámpara, el área, se procede a realizar el cálculo, en el gráfico No. 39, se verifica que el programa le despliega una pantalla que le recuerda que el cálculo está realizado.

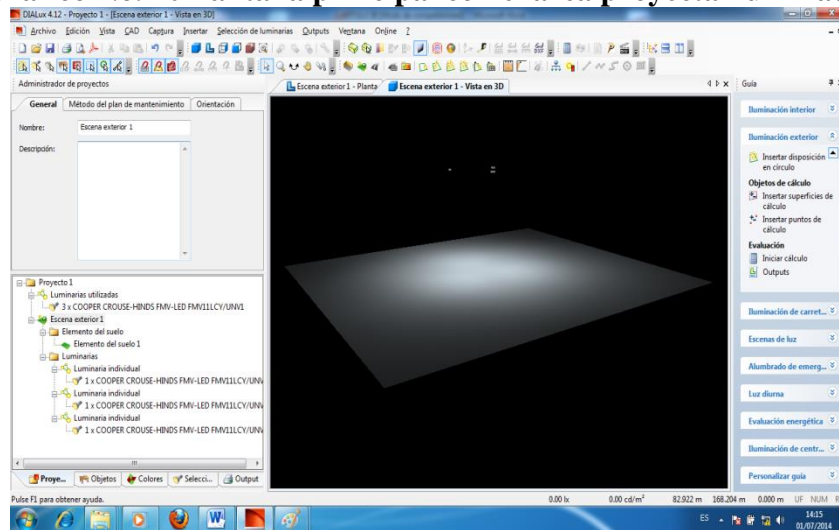
**Gráfico No. 39 Pantalla principal con los cálculos de iluminación.**



**Fuente:** Simulador DIALux.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia.

En el gráfico No. 40, se puede observar el nivel de iluminación que tiene esa área reflejado en dos dimensiones el cual le da una perspectiva de cómo se verá iluminado el área estudiada.

**Gráfico No. 40 Pantalla principal con el área proyecta iluminada.**

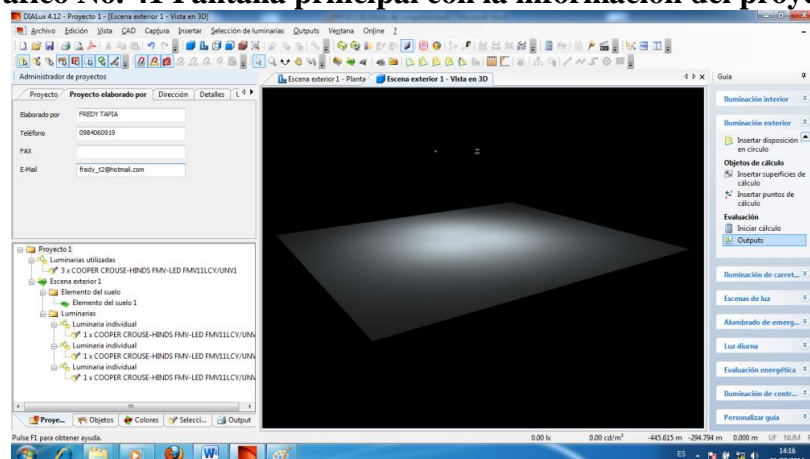


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

El programa le da la facilidad de llenar la información del proyecto, como es la persona que está realizando el estudio o la empresa que está realizando el estudio, su email, etc. Esta información es reflejada en la hoja que será impreso por el autor en el gráfico No. 41 se observa el detalle de la información.

**Gráfico No. 41 Pantalla principal con la información del proyecto.**



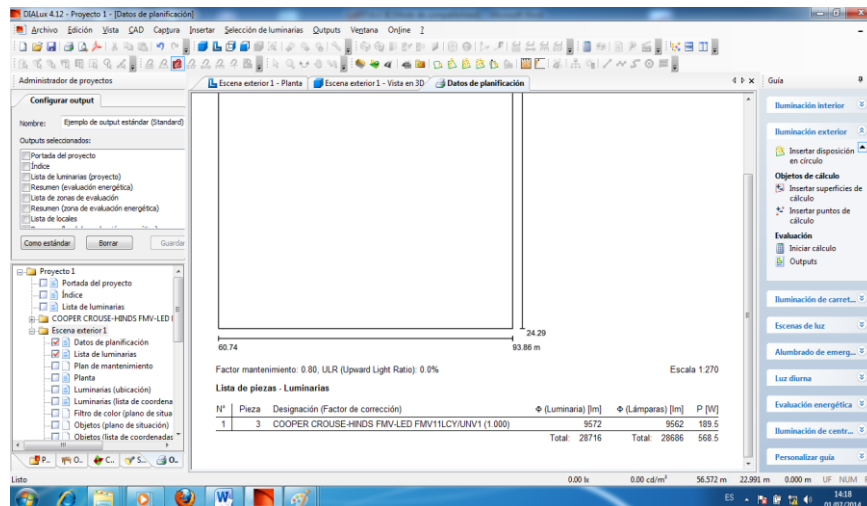
**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Luego de obtener una información visual es necesario verificar los datos técnicos que dará el programa de acuerdo a las lámparas seleccionadas por lo tanto para obtener la información que está en el gráfico No. 42, se procede a abrir la carpeta principal que es proyecto el cual despliega algunas opciones de resultados técnicos que serán necesarios para la persona que está realizando la investigación.

Por ejemplo en el gráfico se refleja el número de lámparas que se escogió la potencia de cada lámpara y la potencia total del poste iluminado.

### Gráfico No. 42 Pantalla principal con la potencia total del circuito proyectado.

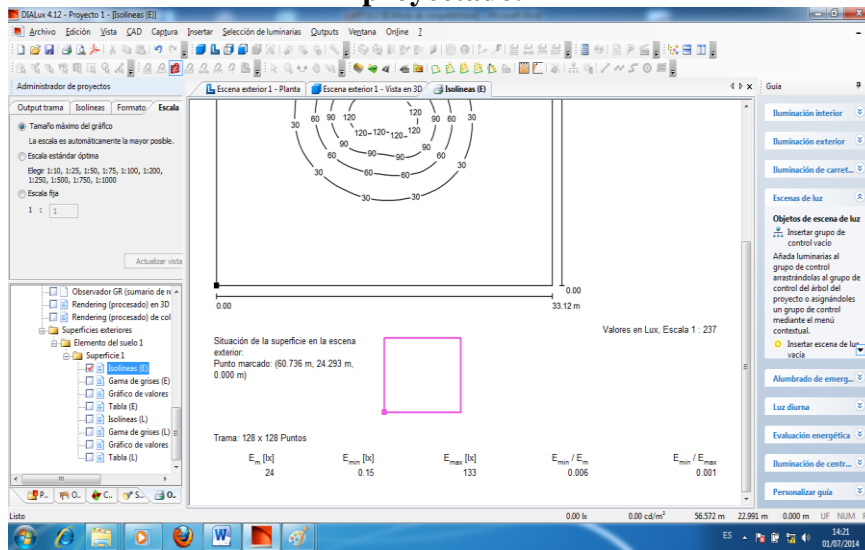


**Fuente:** Simulador DIALux.

**Elaborado por:** Fredy Tapia.

Otro ejemplo de información técnica se aprecia en el gráfico No. 43 que detalla las isocintas del área donde se va a instalar las lámparas esto se refiere al área cubierta por luxes desprendidos por las tres lámparas FMV 25L LED.

### Gráfico No. 43 Pantalla principal con medidas totales en luxes del circuito proyectado.

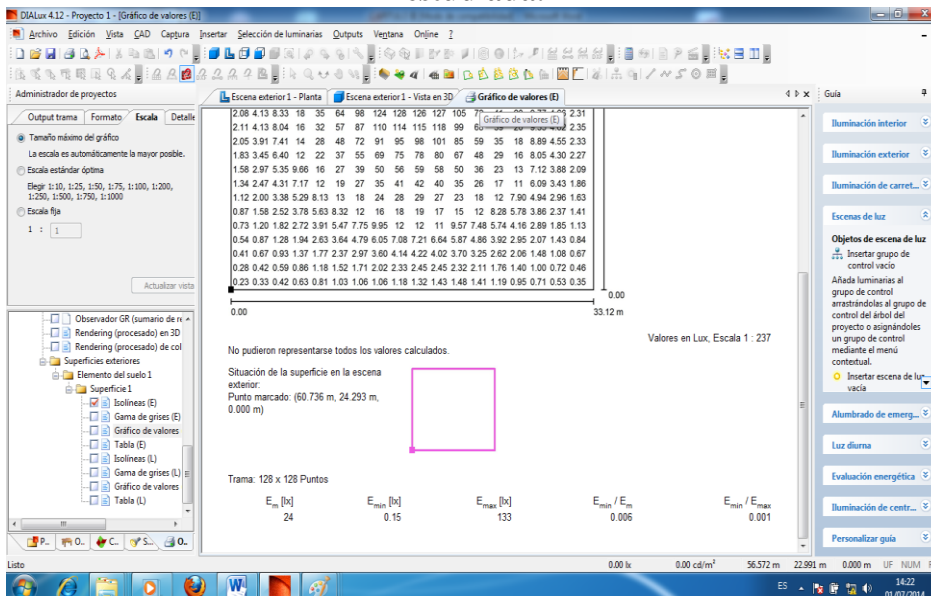


Fuente: Simulador DIALux.

Elaborado por: Fredy Tapia.

Al igual que en la figura anterior el programa tiene la facilidad de ayudar con una variedad de información técnica respecto a la iluminación, en el gráfico No. 44 observamos la superficie escogida en el proyecto para ser analizada y mostrando en valores los luxes adquiridos por las lámparas FMV 25L LED.

### Gráfico No. 44 Pantalla principal con valores de luxes en la superficie estudiada.



Fuente: Simulador DIALux.

Elaborado por: Fredy Tapia.

## CAPITULO IV.

### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se interpretara y se analizara los resultados que se obtuvieron por parte de los instrumentos mencionados en el capítulo anterior.

#### 4.1. Datos del circuito de iluminación exterior en la estación Villano A

La tabla No.12 se detalla el número de lámparas que están en el circuito de iluminación exterior que se va a estudiar.

**Tabla No. 12 Tabla de los postes de iluminación que existente en Villano A.**

<b>DATOS DEL CIRCUITO DE ILUMINACION EXTERIOR “VILLANO A”</b>			
<b>POSTE</b>	<b># DE LÁMPARAS</b>	<b>TIPO DE LÁMPARA</b>	<b>POTENCIA (W)</b>
P1	3	LU400SBY	400
P2	3	LU400SBY	400
P3	3	LU400SBY	400
P4	3	LU400SBY	400
P11	3	LU400SBY	400
P13	3	LU400SBY	400
P14	3	LU400SBY	400
P15	3	LU400SBY	400
P16	3	LU400SBY	400
P17	3	LU400SBY	400
P18	3	LU400SBY	400
P19	3	LU400SBY	400

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Para empezar analizar los datos de iluminación en el circuito exterior se va a demostrar algunos pasos de cómo se realizó su diseño.

Actual mente el circuito cuenta con 12 postes de iluminación alimentados con el Cables THHW #8 AWG, en la Tabla No 13, se observa las características y datos del cable utilizado.

**Tabla No. 13 Tabla de los datos técnicos de los conductores eléctricos.**

**Product Data  
Section 4: Sheet 5**

Catalog Number	Conductor Size AWG/kcmil	UL TC TYPE	Number of Conductors	Insulation Thickness (mils)	Grounding Conductor AWG**	Jacket Thickness (mils)	Jacket Thickness (mm)	Approx. O.D. (in.)	Approx. O.D. (mm)	Cross-Sectional Area (sq. in.)†	Approx. Net Weight lbs./1000'	Approx. Ship Weight lbs./1000'	90°C Wet or Dry NEC Ampacity (1)	75°C Wet NEC Ampacity (1)
112-10-3842	8(7X)	TC-ER	3	—	60	1.52	0.64	16.3	0.32	273	305	55	50	
▲ 112-10-3844			3	10*	60	1.52	0.70	17.8	0.38	349	388	55	50	
112-10-3845			4	—	60	1.52	0.70	17.8	0.38	352	391	45	40	
112-10-3847			4	10*	60	1.52	0.73	18.5	0.42	412	451	45	40	
112-10-3852	6(7X)	TC-ER	3	—	60	1.52	0.72	18.3	0.41	382	421	75	65	
▲ 112-10-3854			3	8*	60	1.52	0.76	19.3	0.45	437	469	75	65	
112-10-3855			4	—	60	1.52	0.79	20.1	0.49	493	532	60	52	
112-10-3857			4	8*	60	1.52	0.83	21.1	0.54	582	637	60	52	
112-10-3862	4(7X)	TC	3	—	60	1.52	0.81	20.6	0.52	549	588	95	85	
▲ 112-10-3864		TC-ER	3	8*	80	2.03	0.84	21.3	0.55	696	751	95	85	
112-10-3865		TC	4	—	80	2.03	0.94	23.9	0.69	750	805	76	68	
112-10-3867		TC-ER	4	8*	80	2.03	1.00	25.4	0.79	891	955	76	68	
112-10-3872	2(7X)	TC	3	—	80	2.03	0.99	25.1	0.77	888	952	130	115	
▲ 112-10-3874		TC-ER	3	6	80	2.03	0.99	25.1	0.77	941	1005	130	115	
112-10-3875		TC	4	—	80	2.03	1.09	27.7	0.93	1133	1200	104	92	
112-10-3877		TC-ER	4	6	80	2.03	1.12	28.4	0.99	1242	1322	104	92	

**Fuente:** Datos técnicos de cables OKONITE.

**Elaborado por:** Fredy Tapia


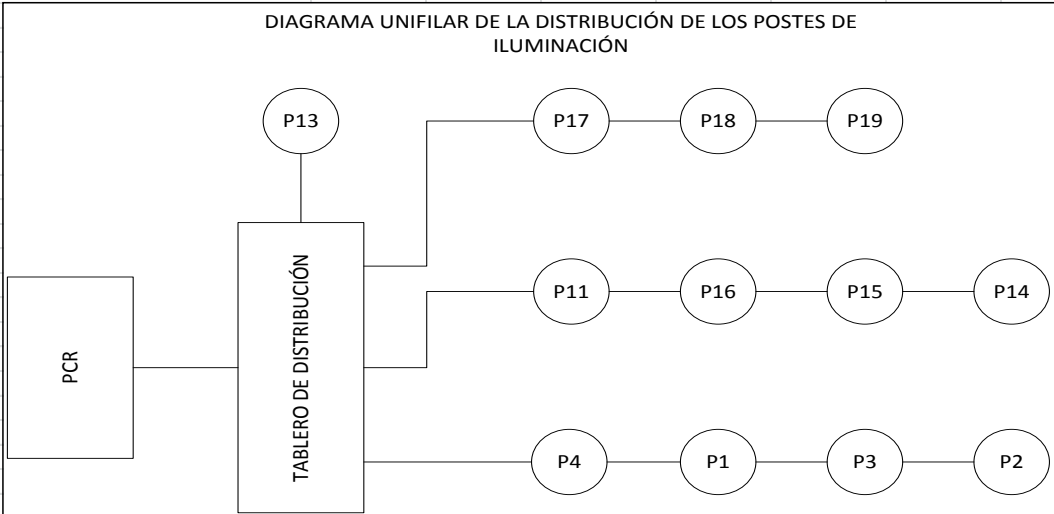
Para corroborar la selección del conductor eléctrico se va a realizar un análisis técnico mediante el cual se van a verificar las caídas de voltaje.

#### 4.2. Análisis de la caída de voltaje en el circuito de iluminación exterior de la estación Villano A

Para este análisis se utilizó un software llamado Cómputo de caídas de voltaje utilizado en la empresa eléctrica provincial Cotopaxi (ELEPCO). Esto nos ayudó

en los cálculos para verificar las pérdidas de energía que se tiene en nuestro circuito de iluminación.

**Gráfico No. 45 Memoria técnica de la caída de voltaje en el circuito de iluminación exterior Villano A.**

EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S. A.							 ENERGIA PARA EL BUEN VIVIR			
COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE										
CIRCUITOS SECUNDARIOS										
PROYECTO: Circuito de iluminación exterior Villano A					TIPO DE INSTALACION: Iluminación exterior					
MOTIVO: Investigación científica					TRANSFORMADOR:					
UBICACIÓN: Pastaza					ABONADO TIPO: C					
CANTON: Arajúno					NUMERO DE ABONADOS: 1					
CLIENTE: Agip Oil Ecuador					DMUp:					
USUARIO: Fredy Tapia					LIMITE CAIDA DE VOLTAJE: 10%					
ESQUEMA DE REFERENCIA:										
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS POSTES DE ILUMINACIÓN										
										
DATOS				CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO			
TRAMO		ABONADOS		NUMERO DE CONDUCTOR	CALIBRE (AWG)	FCV KVA-m	KVA-m	CAIDA DE VOLTAJE (%)		
REF	Long(m)	NUMERO	DMDp (KVA)					PARCIAL	ACUMULADO	
PCR - TD	20	1	1,15	4	8	202	23	0,11	0,11	
TD - P1	44	1	1,15	4	8	202	50,6	0,25	0,36	
P1 - P4	38	1	1,15	4	8	202	43,7	0,22	0,58	
P1 - P3	28	1	1,15	4	8	202	32,2	0,16	0,74	
P3 - P2	38	1	1,15	4	8	202	43,7	0,22	0,96	
TD - P11	34	1	1,15	4	8	202	39,1	0,19	1,15	
P11 - P16	43	1	1,15	4	8	202	49,45	0,24	1,39	
P16 - P15	78	1	1,15	4	8	202	89,7	0,44	1,84	
P15 - P14	58	1	1,15	4	8	202	66,7	0,33	2,17	
TD - P13	20	1	1,15	4	8	202	23	0,11	2,28	
P13 - P17	43	1	1,15	4	8	202	49,45	0,24	2,53	
P17 - P18	58	1	1,15	4	8	202	66,7	0,33	2,86	
P18 - P19	68	1	1,15	4	8	202	78,2	0,39	2,67	
Máxima Caída de voltaje (%):									2,67	

**Fuente:** Simulador Computo Elepcosa

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Como se notara la caída de voltaje en el circuito de iluminación es muy baja debido a las distancias cortas que se tiene entre postes de iluminación.

$$\Delta V = \frac{480 \text{ V} * 2,67\%}{100 \%}$$

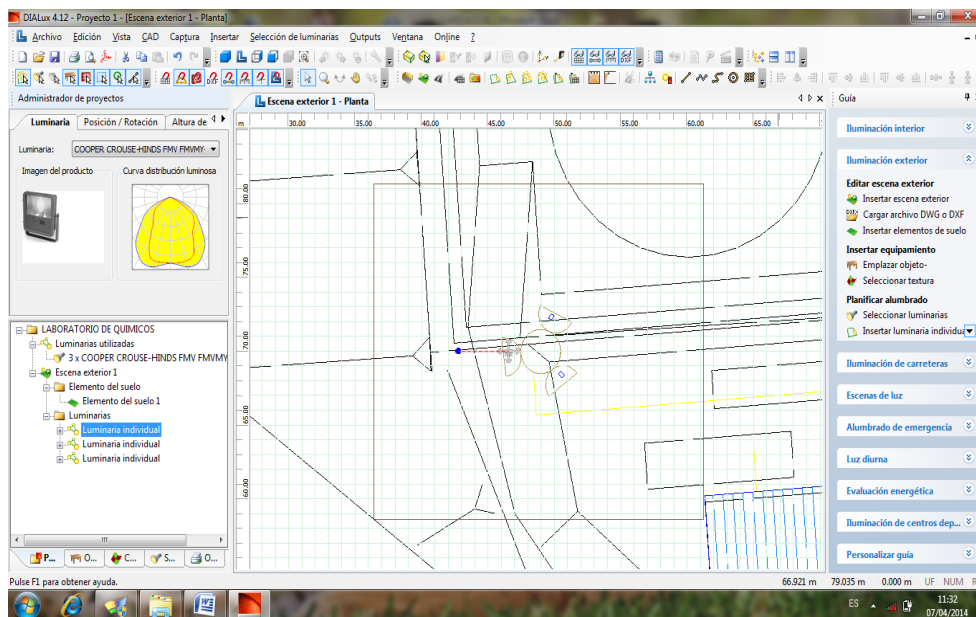
$$\Delta V = 12,81 \text{ V}$$

Luego de analizar el tipo de conductor que fue seleccionado en su diseño se va a realizar un análisis lumínico del circuito de iluminación exterior. A continuación se abre el programa y luego se inserta el plano de iluminación que se va estudiar, donde se observa el área y el poste que se va a iluminar para analizar los resultados en luxes. Para nuestro estudio se va a demostrar el área # 1 y el área total.

#### **4.3. Diseño del circuito de iluminación por áreas con lámparas tipo vapor de sodio**

En el gráfico No. 46 se muestra el área del laboratorio de químicos la que va a iluminar seleccionando el tipo de lámpara, en este caso es la lámpara de 400 W vapor de sodio que está instalado en el sistema de iluminación exterior de Villano A, considerándose como la primera alternativa de estudio.

**Gráfico No. 46** Área de estudio mediante el software DIALux y selección del tipo de lámparas 400 W vapor de sodio.

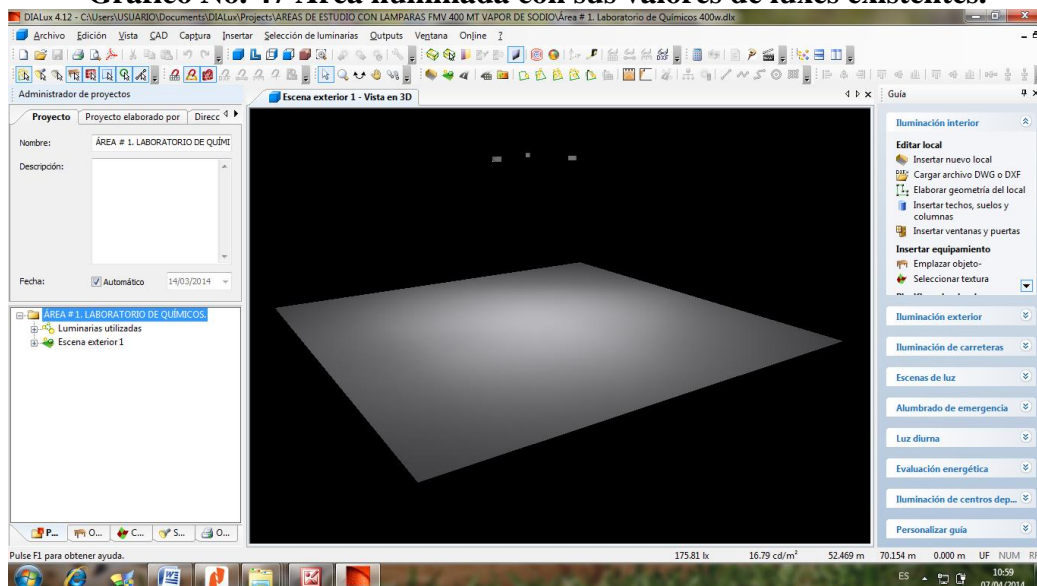


**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En la gráfico No. 47 se observa que el programa realizo el cálculo y la simulación de cómo será la iluminación en esa área seleccionada por el usuario, adicional se puede observar la posición de las lámparas y los luxes existentes en el sitio.

**Gráfico No. 47** Área iluminada con sus valores de luxes existentes.



**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Una vez que el programa realizó el cálculo se encuentran algunas alternativas para detallar con más claridad los resultados obtenidos y poder interpretarlos. El poste # 16 conformado por 3 lámparas de 400 W vapor de sodio y el área # 1 conformada y por una área en metros cuadrados. Dentro del plano de iluminación exterior a esta área se la conoce como: Laboratorio de químicos.

Se observa el tipo de lámpara y las características técnicas en los gráficos siguientes, se considera lo más importantes para el estudio que se va a realizar tal como la Potencia de la lámpara y el flujo luminoso. Adicional el simulador da la opción de subir la información de personal de la persona y la empresa que realiza el diseño.

**Gráfico No. 48 Portada de la memoria técnica del simulador DIALux en el poste # 16.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

Área del laboratorio de químicos. Poste # 16.

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 26.05.2015  
Proyecto elaborado por: Ing. Fredy Tapia Tapia

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

## Gráfico No. 49 Índice de la memoria técnica del simulador DIALux en el poste # 16.

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A		DIALux
		26.05.2015
AGIP OIL ECUADOR	Proyecto elaborado por	Ing. Fredy Tapia Tapia
Av. Diego de Almagro y Wimper	Teléfono	0984060919
	Fax	
	e-Mail	fredy_t2@yahoo.es
<b>Índice</b>		
<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A</b>		
Portada del proyecto		1
Índice		2
Lista de luminarias		3
<b>Escena exterior 1</b>		
Datos de planificación		4
<b>Superficies exteriores</b>		
<b>Elemento del suelo 1</b>		
<b>Superficie 1</b>		
Isolíneas (E)		5
Isolíneas (L)		6

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

## Gráfico No. 50 Características técnicas de la Lámpara en el simulador DIALux en el poste # 16.

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A		DIALux
		26.05.2015
AGIP OIL ECUADOR	Proyecto elaborado por	Ing. Fredy Tapia Tapia
Av. Diego de Almagro y Wimper	Teléfono	0984060919
	Fax	
	e-Mail	fredy_t2@yahoo.es
<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A / Lista de luminarias</b>		
3 Pieza	<p>COOPER CROUSE-HINDS FMV            FMV MY400MT76            N° de artículo: FMV            Flujo luminoso (Luminaria): 21682 lm            Flujo luminoso (Lámparas): 36000 lm            Potencia de las luminarias: 400.0 W            Clasificación luminarias según CIE: 100            Código CIE Flux: 55 88 99 100 60            Lámpara: 1 x MH400/U/ED28 (Factor de corrección 1.000).</p>	 

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Gráfico No. 51 Potencia total de las Lámparas en el simulador DIALux en el poste # 16.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

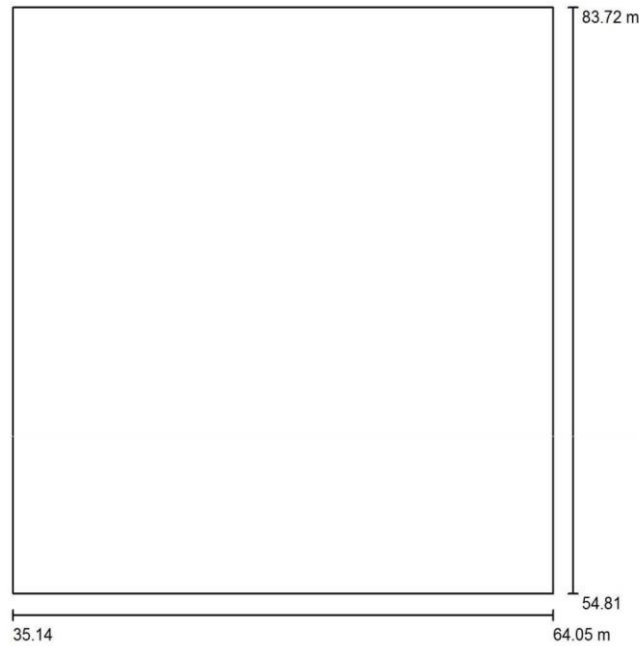
**DIALux**

26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

**Escena exterior1/Datos de planificación**



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:268

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	COOPER CROUSE-HINDS FMV FMVMY400MT76 (1.000)	21682	36000	400.0
			Total: 65045	Total: 108000	1200.0

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Gráfico No. 52 Líneas Isolux en el simulador DIALux en el poste # 16.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

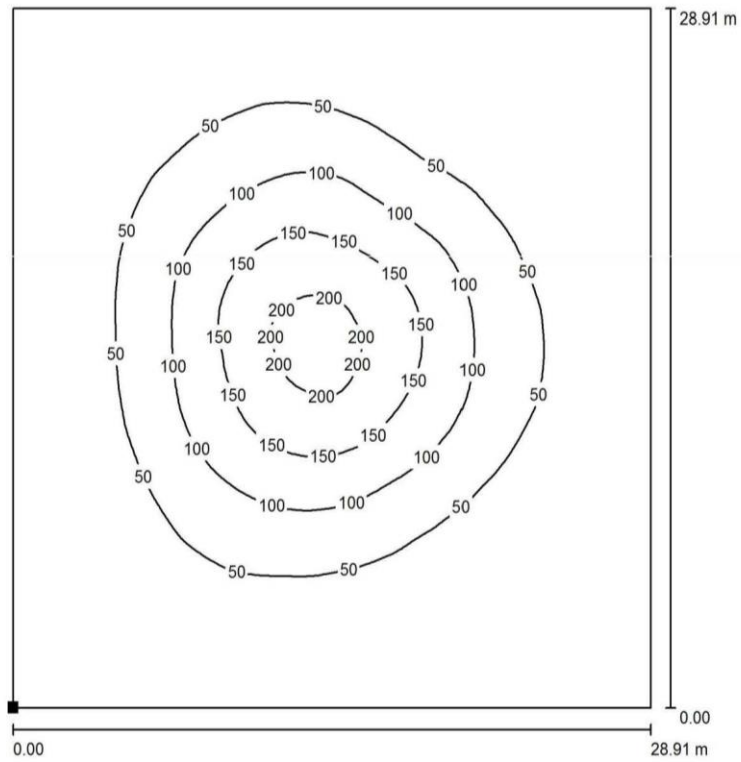
**DIALux**

26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

**Escenaexterior1/Elementodelsuelo1/Superficie1/Isolíneas(E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 227

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(35.140 m, 54.811 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
54

$E_{min}$  [lx]  
3.16

$E_{max}$  [lx]  
215

$E_{min} / E_m$   
0.058

$E_{min} / E_{max}$   
0.015

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Gráfico No. 53 Líneas Isocandelas en el simulador DIALux en el poste # 16.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

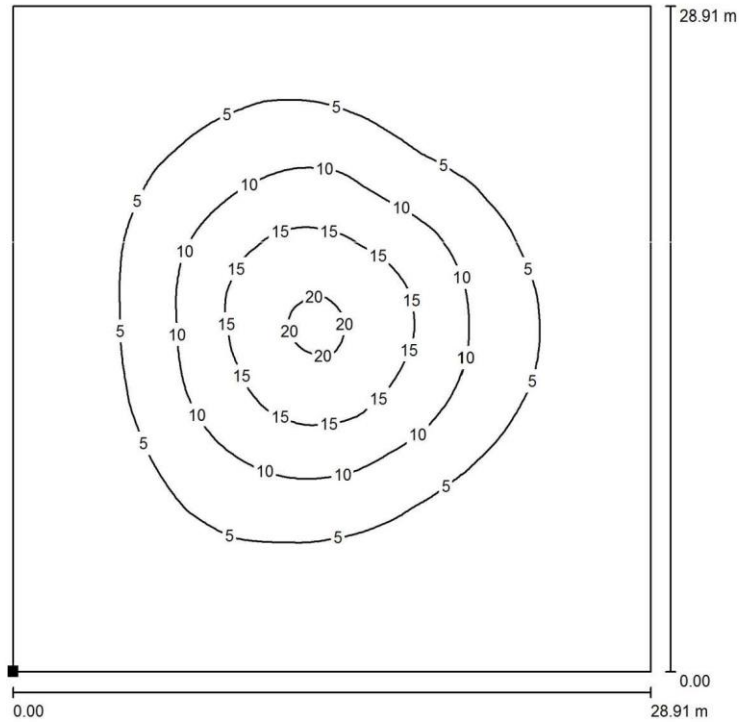
**DIALux**

26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

**Escenaexterior1/Elementodelsuelo1/Superficie1/Isolíneas(L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 227

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(35.140 m, 54.811 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$L_m$  [cd/m²]  
5.19

$L_{min}$  [cd/m²]  
0.30

$L_{max}$  [cd/m²]  
21

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### 4.4. Resultado de la iluminación por aéreas mediante el software DIALux con lámparas de vapor de sodio

En la tabla No. 14, obtenemos los valores máximos, mínimos y medios de iluminación correspondientes a todos los postes que son parte del circuito de iluminación exterior de la estación Vilano A.

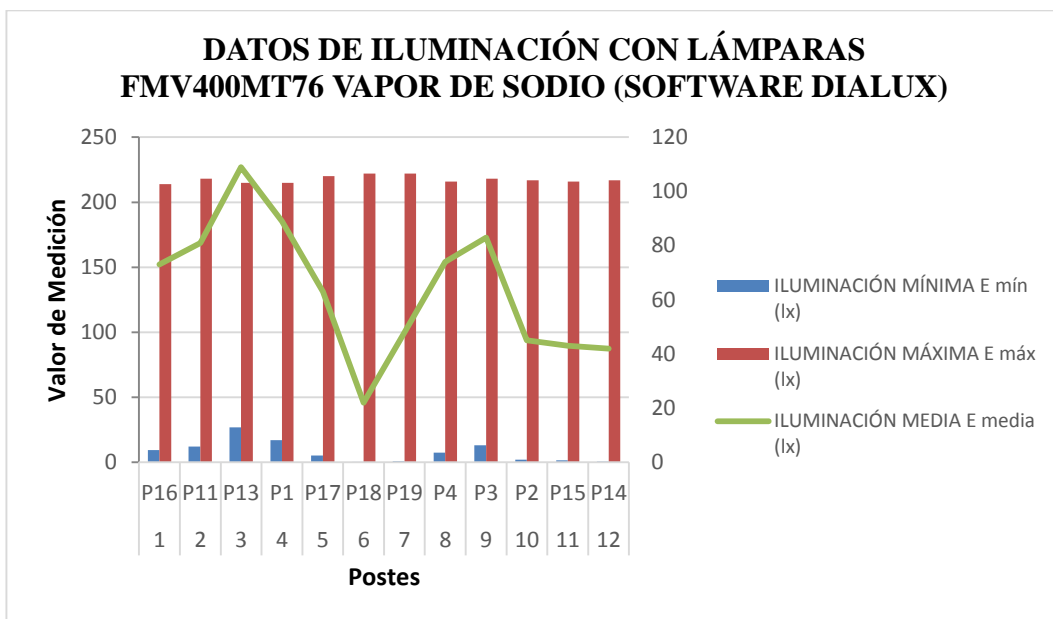
**Tabla No. 14 Tabla con niveles de iluminación en Villano A**

<b>DATOS DE ILUMINACIÓN CON LÁMPARAS FMV400MT76 VAPOR DE SODIO (SOFTWARE DIALux)</b>					
<b>AREA</b>	<b>POSTE</b>	<b>ÁREA DE CALCULO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA (lx)</b>	<b>ILUMINACIÓN MÁXIMA (lx)</b>	<b>ILUMINACIÓN MEDIA(lx)</b>
1	P1	729	4,73	213	59
2	P2	2025	0,32	213	25
3	P3	784	3,43	213	55
4	P4	676	6,07	215	62
5	P11	576	8,77	214	70
6	P13	1024	2,02	214	46
7	P14	3364	0,07	226	15
8	P15	2500	0,17	226	21
9	P16	784	3,16	215	54
10	P17	324	12	225	82
11	P18	3600	0,07	228	14
12	P19	3600	0,07	227	15

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación “Villano A.”

**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Gráfico No. 54 Valores de iluminación en cada poste.**



**Fuente:** Postes de iluminación en la estación “Villano A”

**Elaborado por:** Fredy Tapia

#### **4.5. Medición y resultados de iluminación en las áreas mediante el Luxómetro AEMC LIGHTMETER MODEL 810**

Con los datos obtenidos de iluminación por el software DIALux, se procede a medir valores reales de iluminación utilizando el instrumento llamado Luxómetro AEMC LIGHTMETER MODEL 810.

Se tienen los datos medidos con el instrumento para ser analizados.

**Tabla No. 15 Tabla con niveles de iluminación usando el Luxómetro**

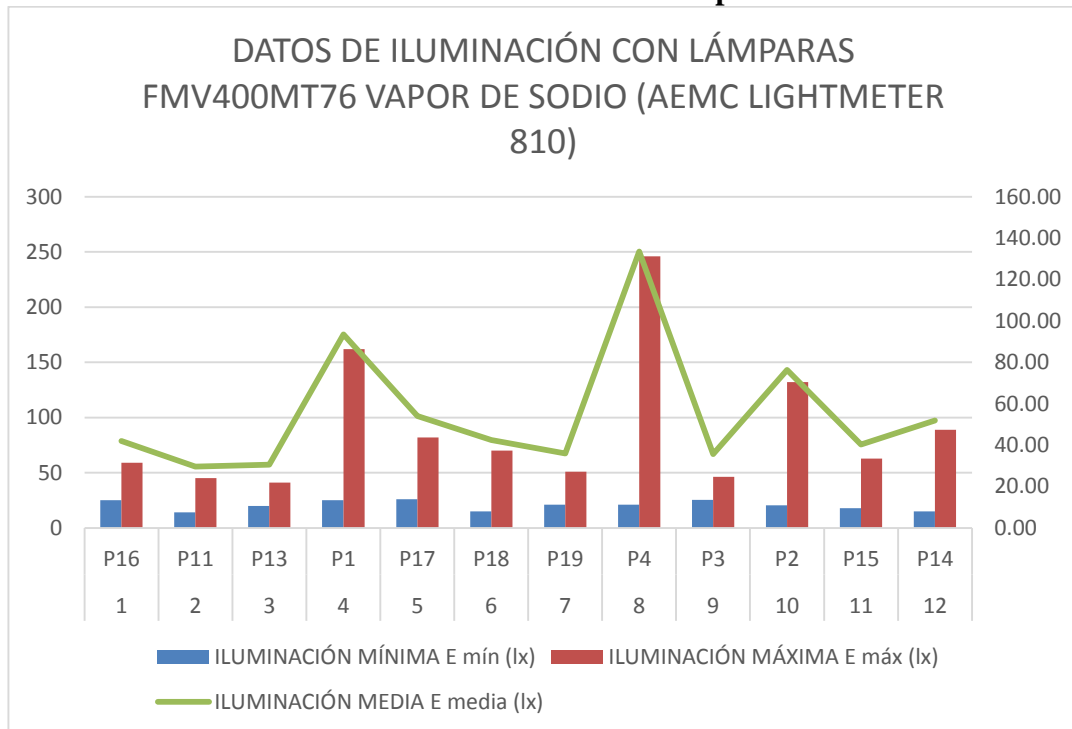
<b>DATOS DE ILUMINACIÓN CON LÁMPARAS FMV400MT76 VAPOR DE SODIO (AEMC LIGHTMETER 810)</b>				
<b>AREA</b>	<b>POSTE</b>	<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b> E mín. (lx)	<b>ILUMINACIÓN MÁXIMA</b> E máx. (lx)	<b>ILUMINACIÓN MEDIA</b> E media (lx)
1	P1	25	162	93,50
2	P2	20,50	132	76,25
3	P3	25,30	46,1	35,70
4	P4	20,9	246	133,45
5	P11	14	45,10	29,55
6	P13	20	41	30,50
7	P14	14,80	89	51,90
8	P15	17,70	62,90	40,30
9	P16	25	59	42
10	P17	26	82	54
11	P18	15	70	42,50
12	P19	21	51	36

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

Se observa la tendencia de la iluminación real en cada área donde se realizó la medición en cada poste.

**17Gráfico No. 55 Valores de iluminación en cada poste con el Luxómetro.**



**Fuente: Postes de iluminación en la estación Villano A.  
Elaborado por: Fredy Tapia T.**

#### **4.6. Relación de iluminación mínima entre el software y el luxómetro Lightmeter**

Para el análisis de iluminación de tomará en cuenta el valor de iluminación mínima ya que cuando se levantaron las mediciones reales con el luxómetro se realizaron al límite del área determinada por el investigador.

En la tabla No. 16 se tiene los valores mínimos de iluminación del luxómetro y del software DIALux.

**Tabla No. 16 Niveles de iluminación mínimos con lámparas de 400 W vapor de sodio**

<b>RELACION DE ILUMINACIÓN MÍNIMA CON LAMPARA DE 400 W VAPOR DE SODIO</b>			
<b>AREA</b>	<b>POSTE</b>	<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA (SOFTWARE)</b>	<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA CON EL LUXÓMETRO (AEMC LIGHTMETER 810)</b>
<b>#</b>	<b>#</b>	<b>E mín. (lx)</b>	<b>E mín. (lx)</b>
1	P1	4,73	25
2	P2	0,32	20,5
3	P3	3,43	25,3
4	P4	6,07	20,9
5	P11	8,77	14
6	P13	2,02	20
7	P14	0,07	14,8
8	P15	0,17	17,7
9	P16	3,16	25
10	P17	12	26
11	P18	0,07	15
12	P19	0,07	21

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

En la Tabla No. 17 se detalla los valores de iluminación promedios que fueron calculados por el software y medidos por el instrumento, determinando el factor de corrección que es de mucha importancia para los cálculos correspondientes.

**Tabla No. 17 Niveles de iluminación promedios**

DATOS CON LÁMPARAS FMV400MT76 VAPOR DE SODIO (VALORES DE ILUMINACIÓN PROMEDIO)								
AREA	POSTE	ÁREA DE CALCULO (m <sup>2</sup> )	ILUMINACIÓN MÍNIMA (lx)	ILUMINACIÓN MÁXIMA (lx)	ILUMINACIÓN PROMEDIO	FACTOR DE CORRECCIÓN	ILUMINACIÓN CALCULADA(lx)	ILUMINACIÓN MEDIDA CON EL LUXOMETRO(lx)
1	P1	729	4,73	213	43,17	1,37	59	93,5
2	P2	2025	0,32	213	43,17	0,58	25	76,25
3	P3	784	3,43	213	43,17	1,27	55	35,7
4	P4	676	6,07	215	43,17	1,44	62	133,45
5	P11	576	8,77	214	43,17	1,62	70	29,55
6	P13	1024	2,02	214	43,17	1,07	46	30,5
7	P14	3364	0,07	226	43,17	0,35	15	51,9
8	P15	2500	0,17	226	43,17	0,49	21	40,3
9	P16	784	3,16	215	43,17	1,25	54	42
10	P17	324	12	225	43,17	1,90	82	54
11	P18	3600	0,07	228	43,17	0,32	14	42,5
12	P19	3600	0,07	227	43,17	0,35	15	36

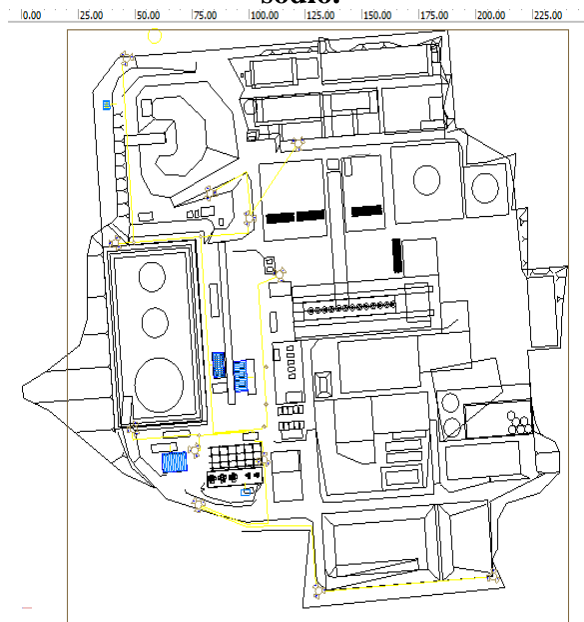
**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### 4.7. Diseño de iluminación con el plano general mediante el software DIALux con lámparas de vapor de sodio

Para cumplir la norma API 540 se realiza mediciones de iluminación de toda la estación Villano A, utilizando el Software y el Luxómetro, para esto se va a utilizar el plano general de las facilidades de producción de petróleo, en el gráfico No. 56 se muestra el área total con las lámparas instaladas que son de 400 W Vapor de sodio.

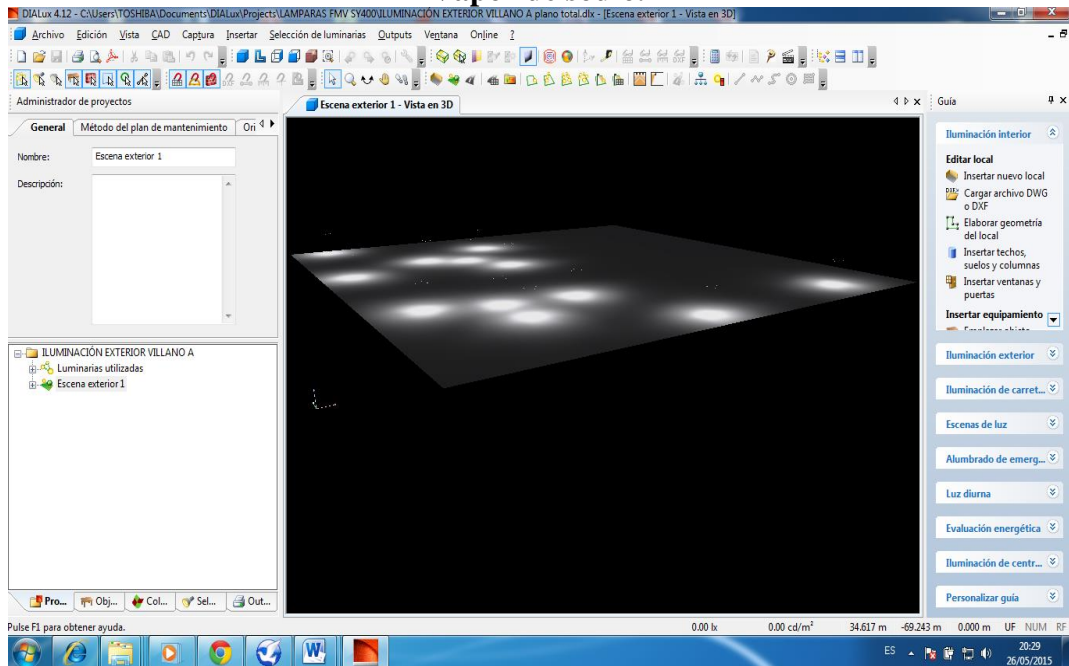
**Gráfico No. 56 Plano del área total con las lámparas de 400 W Vapor de sodio.**



**Fuente:** Plano de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 57 Demostración del área iluminada con lámparas de 400 W. Vapor de sodio.



**Fuente:** Plano de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

### 4.8. Resultados técnicos de parámetros eléctricos del circuito de iluminación con lámparas de vapor de sodio

En los gráficos mostrados a continuación se detalla una memoria técnica de la simulación con las lámparas de vapor de sodio FMV SY400 del circuito de iluminación exterior de la estación Villano A. La potencia total consumida por el circuito es de (14400 W) Vatios, este valor se va analizar en el capítulo siguiente ya que es el fundamental para proponer un cambio técnico.

**Gráfico No. 58 Potada Memoria técnica del plano total con el simulador  
DIALux.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

ESTACIÓN VILLANO A

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 26.05.2015  
Proyecto elaborado por: Ing. Fredy Tapia Tapia

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 59 Índice Memoria técnica del plano total con el simulador DIALux.

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A** **DIALux**  
26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
 Av. Diego de Almagro y Wimper Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Índice

<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	4
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Elemento del suelo 1</b>	
<b>Superficie 1</b>	
Isolíneas (E)	5
Isolíneas (L)	6

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

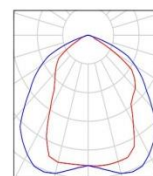
## Gráfico No. 60 Características técnicas de la Lámpara en el simulador DIALux.

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A** **DIALux**  
26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
 Av. Diego de Almagro y Wimper Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A / Lista de luminarias

36 Pieza    COOPER CROUSE-HINDS FMV  
 FMVMY400MT76  
 N° de artículo: FMV  
 Flujo luminoso (Luminaria): 21682 lm  
 Flujo luminoso (Lámparas): 36000 lm  
 Potencia de las luminarias: 400.0 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 88 99 100 60  
 Lámpara: 1 x MH400/U/ED28 (Factor de corrección 1.000).



**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 61 Potencia total de la Lampara en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

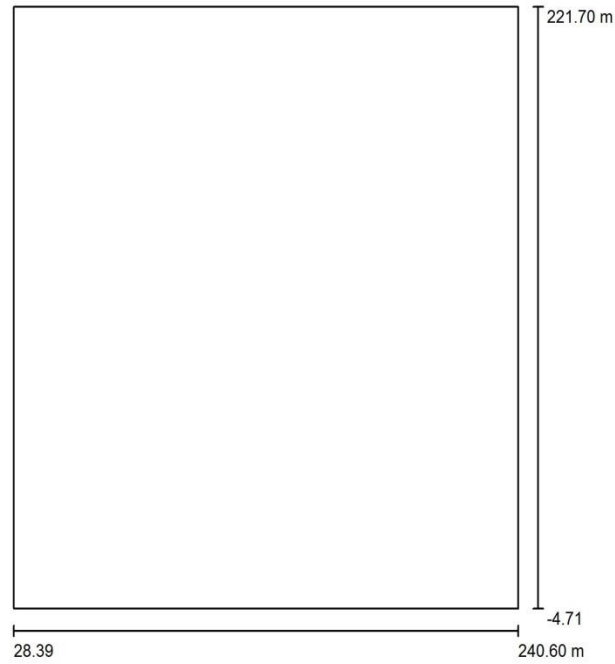
**DIALux**

26.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:2099

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	36	COOPER CROUSE-HINDS FMV FMVMY400MT76 (1.000)	21682	36000	400.0
			Total: 780535	Total: 1296000	14400.0

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 62 Líneas Isolux en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

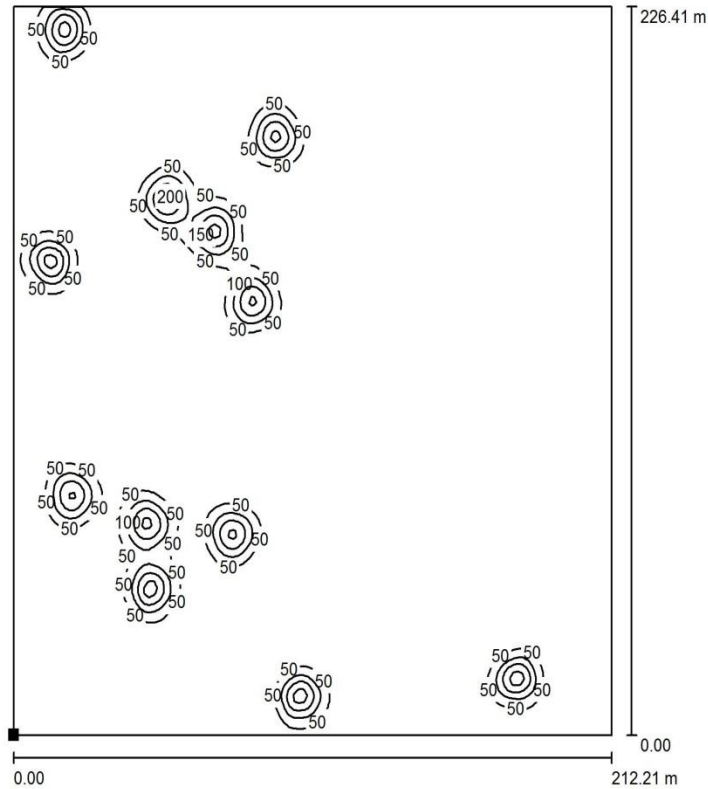
DIALux

26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1771

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(28.392 m, -4.708 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
13	0.00	229	0.000	0.000

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

# Gráfico No. 63 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

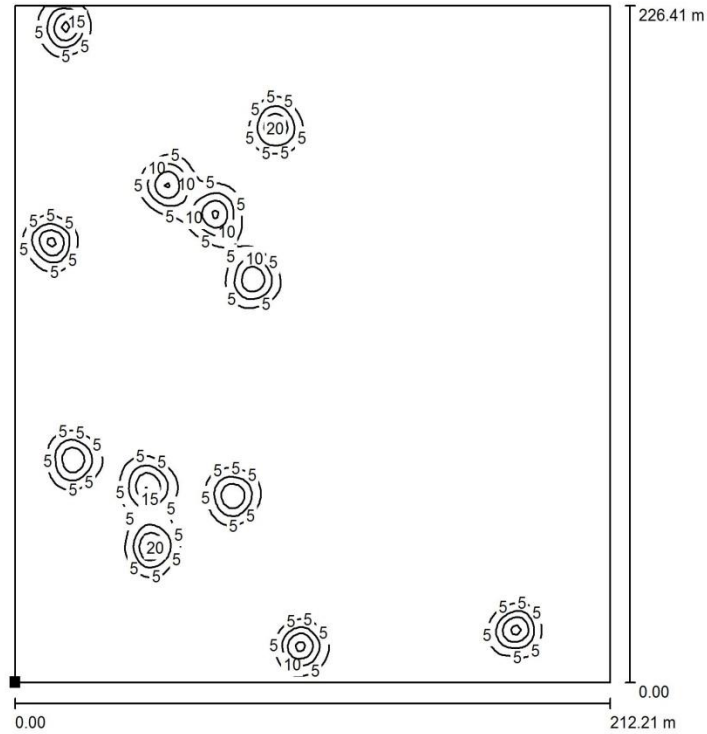
**DIALux**

26.05.2015

AGIP OIL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 1771

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(28.392 m, -4.708 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.21

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
0.00

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
22

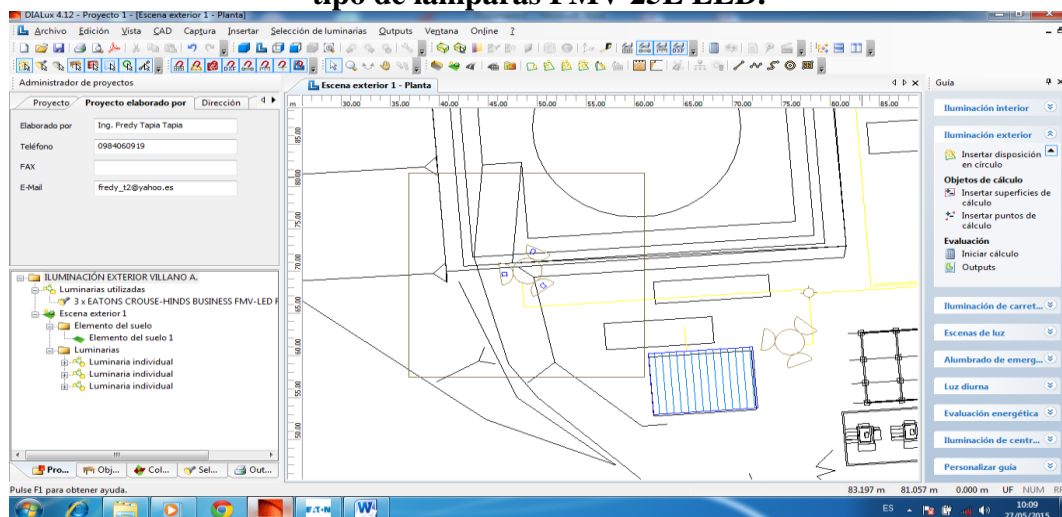
**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

Se determina, la iluminación mínima está dentro del valor recomendado por la norma API 540 que dice que para iluminación peatonal o de tránsito es de 4 luxes. Por lo tanto el valor que el software nos da es de 13 luxes y el valor medio de iluminación de la planta siendo este de 13,6 luxes.

#### 4.9. Diseño del circuito de iluminación por aéreas con lámparas LED

Como segunda alternativa de estudio se realizara con la lámpara FMV 25L LED, para lo cual se va a utilizar el software DIALux como fuente principal para analizar los datos técnicos que desplegara el programa. De la misma manera en el gráfico No.64, se observa el área seleccionada y el tipo de luminaria.

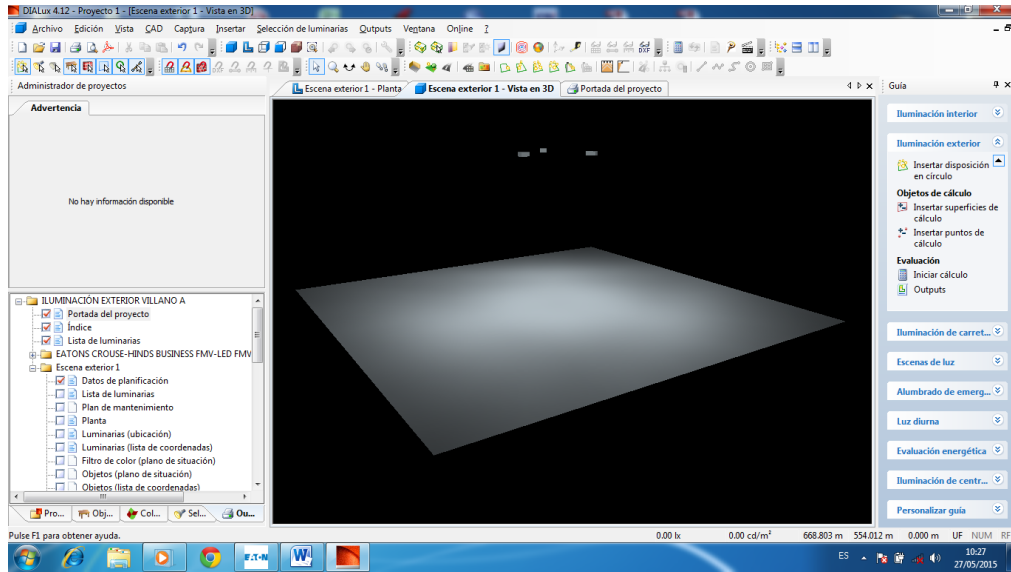
**Gráfico No. 64 Área de estudio mediante el software DIALux y selección del tipo de lámparas FMV 25L LED.**



**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

En el gráfico No. 65, se observa el nivel de iluminación en la área seleccionada, para demostrar se selecciona el área # 1, que corresponde a la área del Laboratorio.

**Gráfico No. 65 Área iluminada con sus valores de luxes existentes en la área determinada.**



**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### **4.10. Resultados técnicos de iluminación con el software DIALux con lámparas LED**

Se observa los datos técnicos de la lámpara que se está seleccionando para el estudio. Entre los datos esta la potencia de la lámpara que esto nos servirá para analizar luego de que se lo haga correr el software.

**Gráfico No. 66 Portada de la memoria sobre los datos técnicos del tipo de lámpara que se está seleccionando en el software.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

Área del laboratorio de químicos. Poste # 16.

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 27.05.2015  
Proyecto elaborado por: Ing. Fredy Tapia Tapia

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

**Gráfico No. 67 Índice de la memoria sobre los datos técnicos del tipo de lámpara que se está seleccionando en el software.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A** **DIALux**  
27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
 Av. Diego de Almagro y Wimper Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

**Índice**

<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	4
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Elemento del suelo 1</b>	
<b>Superficie 1</b>	
Isolíneas (E)	5
Isolíneas (L)	6

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

**Gráfico No. 68 Características técnicas de la lámpara en el simulador DIALux**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A** **DIALux**  
27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
 Av. Diego de Almagro y Wimper Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A / Lista de luminarias**

3 Pieza	EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED FMV25LCY/UNV176 N° de artículo: FMV-LED Flujo luminoso (Luminaria): 26817 lm Flujo luminoso (Lámparas): 26817 lm Potencia de las luminarias: 266.6 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 60 93 99 100 100 Lámpara: 1 x Cool White LED (Factor de corrección 1.000).		
---------	--	--	---

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 69 Potencia total de la Lámpara en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

**DIALux**

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

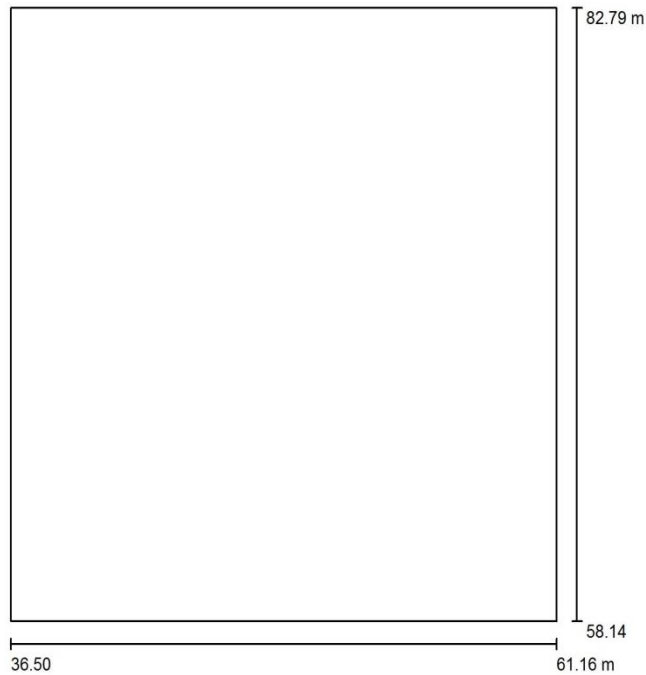
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:229

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED FMV25LCY/UNV176 (1.000)	26817	26817	266.6
			Total: 80451	Total: 80451	799.8

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 70 Líneas Isolux en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

DIALux

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

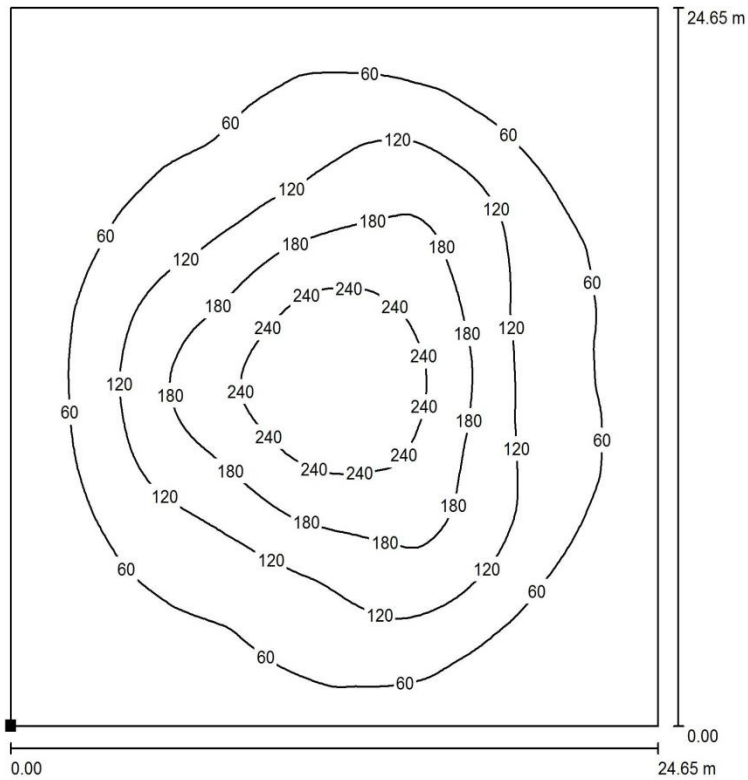
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

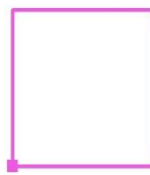
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 193

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(36.505 m, 58.138 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
93

$E_{min}$  [lx]  
5.00

$E_{max}$  [lx]  
265

$E_{min} / E_m$   
0.054

$E_{min} / E_{max}$   
0.019

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

# Gráfico No. 71 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

**DIALux**

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

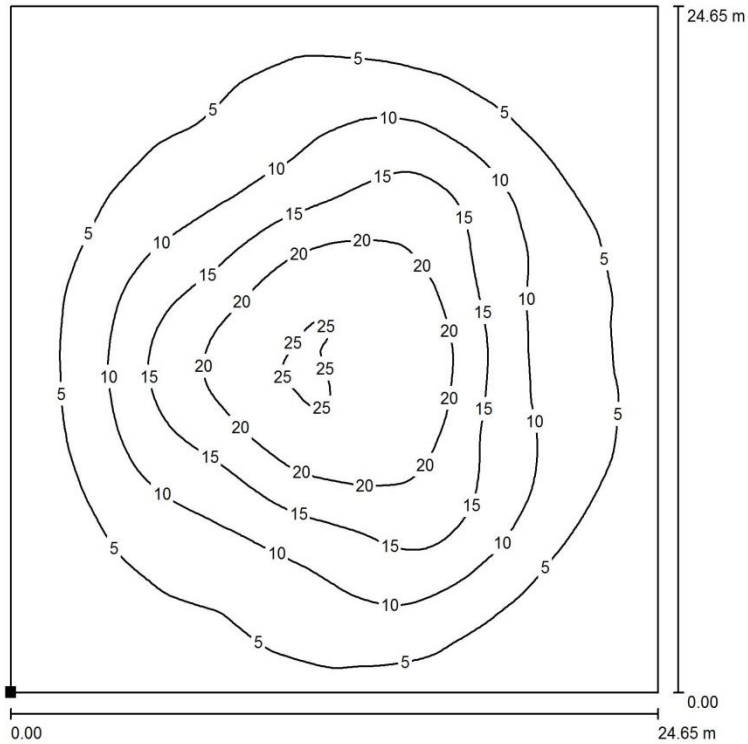
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 193

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(36.505 m, 58.138 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
8.86

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
0.48

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
25

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### 4.11. Resultado de la iluminación por aéreas mediante el software DIALux con lámparas LED

Se detalla un resumen de la iluminación en todas las aéreas, al mismo tiempo se verifica valor que están dentro de los rangos para poder proponer en el próximo capítulo.

**Tabla No. 18 Tabla con niveles de iluminación utilizando lámparas LED.**

<b>DATOS DE ILUMINACIÓN CON LÁMPARAS FMV 25L LED</b>				
<b>(SOFTWARE DIALux)</b>				
<b>AREA</b>	<b>POSTE</b>	<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b>	<b>ILUMINACIÓN MÁXIMA</b>	<b>ILUMINACIÓN MEDIA</b>
<b>#</b>	<b>#</b>	<b>E mín. (lx)</b>	<b>E máx. (lx)</b>	<b>E media (lx)</b>
1	P1	8,58	266	111
2	P2	0,52	265	44
3	P3	4,69	265	94
4	P4	1,82	265	70
5	P11	6,20	265	103
6	P13	1,01	266	62
7	P14	0,01	267	17
8	P15	0,03	266	34
9	P16	5	265	93
10	P17	4,47	267	98
11	P18	0,01	270	14
12	P19	0,01	267	15

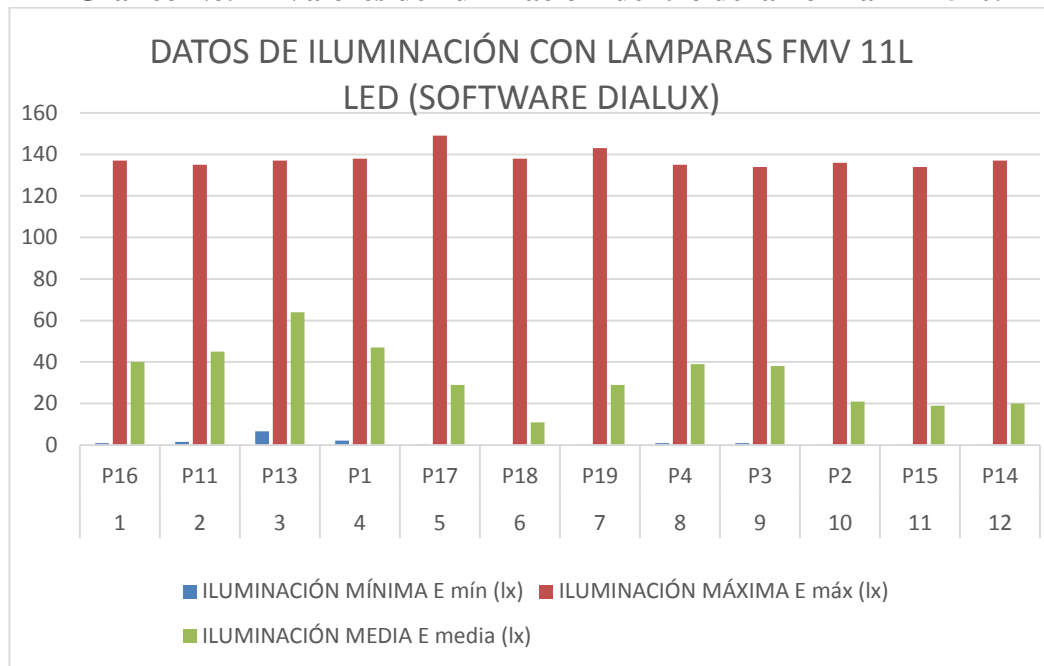
**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

Como podemos apreciar los valores de iluminación media son altos se puede determinar que este tipo de lámpara es ideal para poder remplazar en nuestro sistema de iluminación exterior Villano A. De igual manera en el gráfico No. 72

se demuestra la variación de los niveles de iluminación, además se cumple las normas API.

**Gráfico No. 72 Valores de iluminación dentro de la norma API 540.**



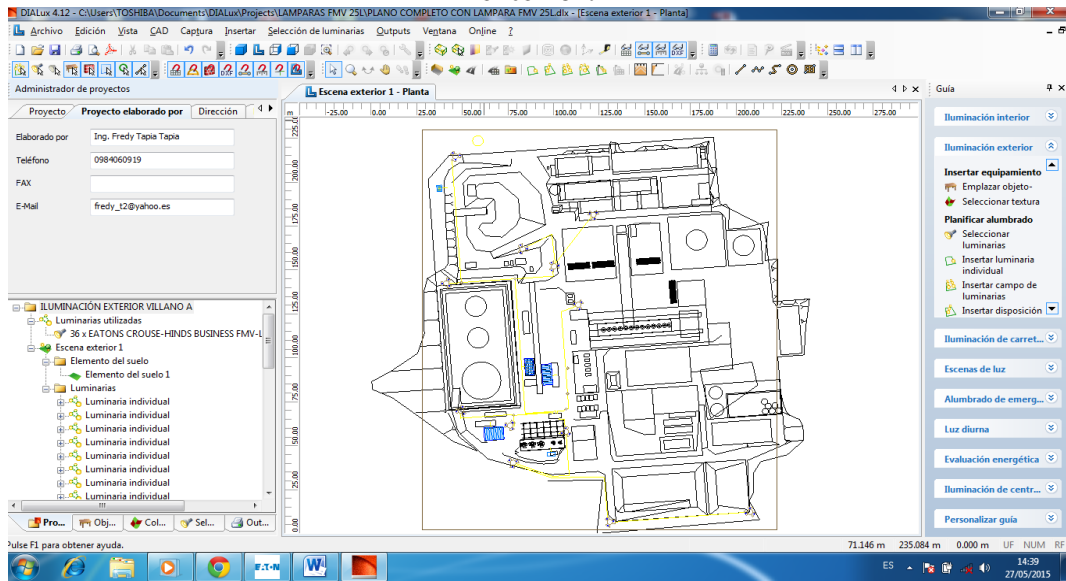
**Fuente:** Plano de iluminación en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### **4.12. Diseño de iluminación con el plano general mediante el software DIALux con lámparas LED**

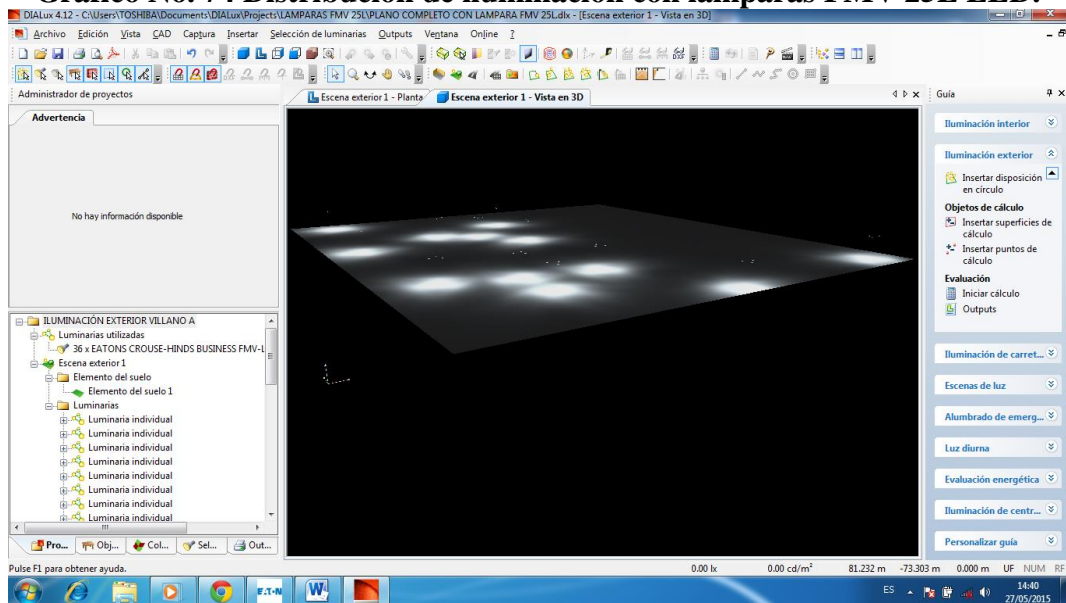
En el gráfico No. 73 y el gráfico No. 74, se demuestra la forma de seleccionar el tipo de lámparas y el área de estudio, al mismo tiempo se observa de cómo queda distribuido la iluminación del circuito de iluminación perimetral Villano A con lámparas FMV 25L LED.

## Gráfico No. 73 Área total seleccionada para el estudio de iluminación exterior.



**Fuente:** Plano de iluminación en la estación Villano A.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 74 Distribución de iluminación con lámparas FMV 25L LED.



**Fuente:** Plano de iluminación en la estación Villano A.  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### **4.13. Resultados técnicos de parámetros eléctricos del circuito de iluminación con lámparas LED**

Al realizar el estudio de iluminación con la lámpara FMV 25L LED, se demuestra que el valor promedio de iluminación es de 23 lx determinado que este valor está dentro de las normas de diseño y cumpliendo con normas de nuestro país como son las normas MEER y las normas internacionales como son las API 540. Adicional el dato más importante que servirá para el análisis del remplazo de luminarias que existe en la actualidad en el circuito de iluminación exterior de Villano A, como es la potencia total del circuito siendo 9597,6 W. En los siguientes gráficos se puede observar la memoria técnica de la simulación realizada con este tipo de lámparas.

#### **Gráfico No. 75 Portada de la memoria técnica del circuito de iluminación exterior con lámparas FMV 25 L LED.**

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

Plano completo con lámpas FMV 25 L.

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 27.05.2015  
Proyecto elaborado por: Ing. Fredy Tapia Tapia

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 76 Índice de la memoria técnica del circuito de iluminación exterior con lámparas FMV 25 L LED.

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

DIALux

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Índice

<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	4
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Elemento del suelo 1</b>	
<b>Superficie 1</b>	
Isolíneas (E)	5
Isolíneas (L)	6

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 77 Características técnicas de la lámpara en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

DIALux

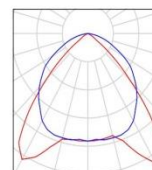
27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A / Lista de luminarias

36 Pieza EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED FMV25LCY/UNV176  
N° de artículo: FMV-LED  
Flujo luminoso (Luminaria): 26817 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 26817 lm  
Potencia de las luminarias: 266.6 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 60 93 99 100 100  
Lámpara: 1 x Cool White LED (Factor de corrección 1.000).



**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 78 Potencia total de la lampara en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

**DIALux**

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

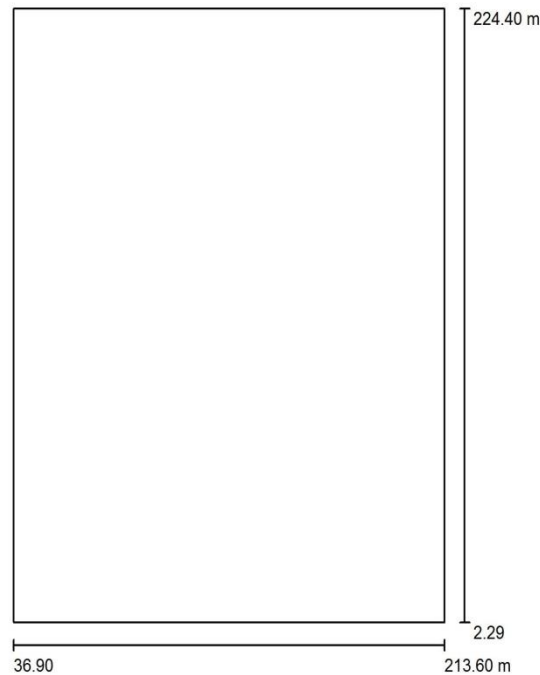
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:2059

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	36	EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED FMV25LCY/UNV176 (1.000)	26817	26817	266.6
Total:			965413	Total: 965413	9597.6

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

## Gráfico No. 79 Líneas Isolux en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

DIALux

27.05.2015

AGIP OÍL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

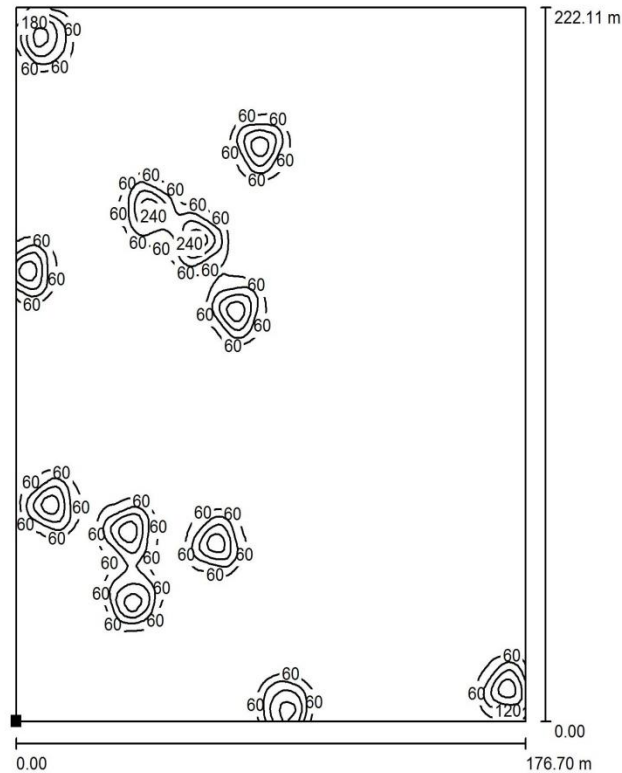
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1737

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(36.898 m, 2.293 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
18

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
271

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

# Gráfico No. 80 Líneas Isocandelas en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

DIALux

27.05.2015

AGIP OIL ECUADOR

Av. Diego de Almagro y Wimper

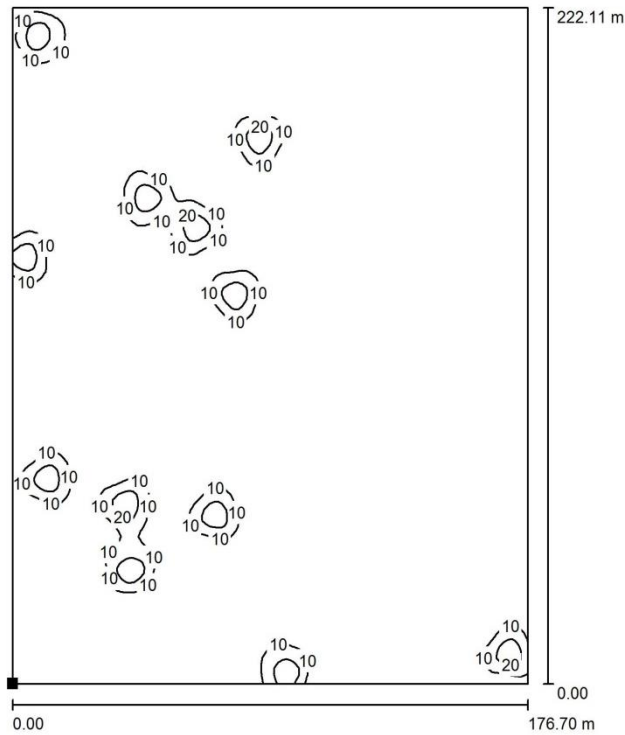
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia

Teléfono 0984060919

Fax

e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 1737

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(36.898 m, 2.293 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.74

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
0.00

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
26

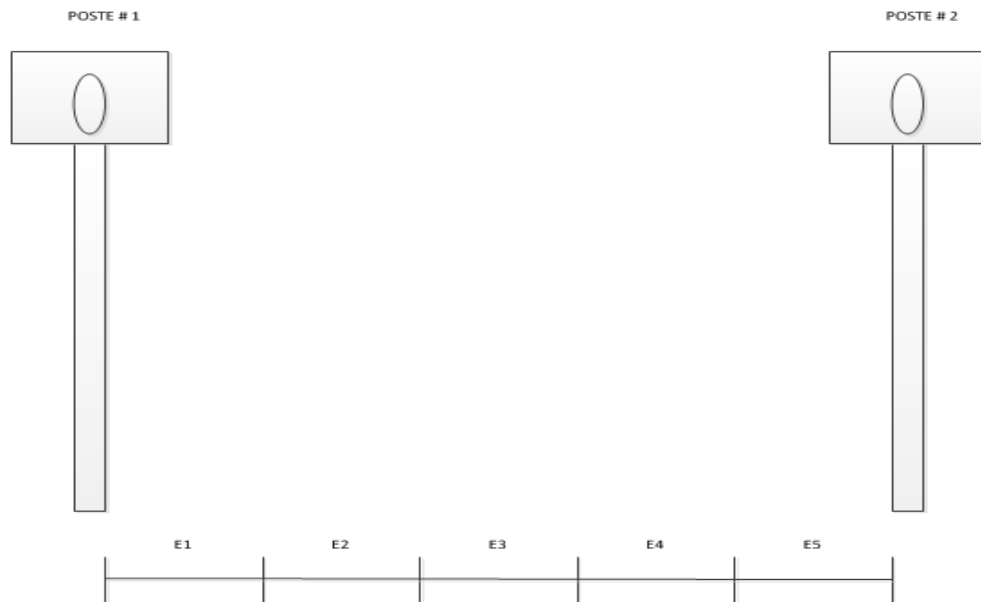
**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

#### 4.14. Resultados de Iluminancia entre postes del circuito de iluminación exterior con lámparas tipo FMV 25L

Dentro del estudio realizado al circuito de iluminación exterior se procede al análisis de iluminancia entre postes que conforman el plano de la planta de producción.

En el gráfico No. 81, se observa la distribución de las cinco áreas divididas entre postes de iluminación exterior.

**Gráfico No. 81 Diagrama de ubicación entre 2 postes y división de las áreas para el análisis de iluminancia.**



**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Para efectuar el cálculo del coeficiente de uniformidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$u = \frac{E \text{ min}}{E \text{ promedio}}$$

En la Tabla No. 19 se detalla el coeficiente de uniformidad entre los postes del circuito de iluminación exterior de la estación Villano A.

**Tabla No. 19 Análisis de iluminancia entre los postes**  
**ANÁLISIS DE ILUMINANCIA ENTRE EL POSTES**

<b>POSTES DE ILUMINACIÓN</b>	<b>E1 (lx)</b>	<b>E2 (lx)</b>	<b>E3 (lx)</b>	<b>E4 (lx)</b>	<b>E5 (lx)</b>	<b>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD</b>
P1 y P3	221	156	52,5	91	237	0,34
P1 y P4	202	60	39,5	128	227	0,30
P2 y P3	223	151	30,1	22	106	0,20
P2 y P14	169	61	4,11	22	114	0,05
P14 y P15	192	41	3,48	18	75	0,05
P15 y P16	87	20	24,79	92	178	0,24
P16 y P11	237	127	47	125	224	0,30
P11 y P13	230	92	33	58	200	0,26
P4 y P13	191	84	17,5	99	180	0,15
P16 y P17	237	127	50,5	108	227	0,33
P17 y P18	232	137	15	11	161	0,09
P18 y P19	196	11	0,25	15	166	0,00

**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

## **CAPITULO V**

### **5. LA PROPUESTA**

#### **5.1. Título de la propuesta**

Rediseño de un sistema de iluminación exterior que técnica y energéticamente sea eficiente.

#### **5.2. Justificación de la propuesta**

Es necesario cambiar el tipo de lámparas en el sistema de iluminación exterior debido a que va a reflejar un ahorro de energía eléctrica, en consecuencia se va a disminuir el consumo de combustible para la generación eléctrica, el resultado de esto es no quemar petróleo y por ende se evita la contaminación ambiental.

Utilizando lámparas tipo LED se va a tener una energía más limpia ya que se evitara el cambio de componentes eléctricos y electrónicos que utiliza una lámpara de 400 W de vapor de sodio que en la actualidad tiene el circuito de iluminación exterior en la estación Villano A.

#### **5.3. Objetivos de la propuesta**

##### **Objetivo general**

- Rediseñar el sistema de iluminación exterior con lámparas tipo FMV 25L LED y un control eficiente del arrancador eléctrico en la estación Villano A del campo petrolero Agip Oil Ecuador para el ahorro de energía eléctrica.

### **Objetivos específicos**

- Proponer la instalación de lámparas tipo LED para el ahorro de energía eléctrica.
- Determinar que financieramente es factible la implementación del sistema de iluminación.
- Mejorar el control eléctrico del arrancador en el sistema de iluminación exterior con la utilización de lámparas tipo LED.

### **5.4. Estructura de la propuesta**

La estructura de la propuesta del rediseño de un sistema de iluminación con lámparas FMV 25L LED, está basado en la demostración técnica que cumple los niveles de iluminación por áreas recomendadas por las normas internacionales API 540 y las normas nacionales MEER, verificación del ahorro de energía eléctrica y un análisis económico factible beneficiando a la empresa.

### **5.5. Desarrollo de la propuesta**

La iluminación LED para áreas clasificadas y generales tienen ventajas significativas en tecnología en luminarias LED han hecho crecer el uso de este tipo de iluminación, creando una excelente nueva opción para áreas clasificadas, industriales y demás aplicaciones. En comparación con fuentes tradicionales de iluminación, la iluminación LED puede brindar mayor tiempo de vida, eficiencia potencializada de energía, soluciones amigables con el medio ambiente, reducción significativa en los costos de mantenimiento y similar o mejor calidad de iluminación, en el gráfico No. 82, se puede apreciar la lámpara LED.

**Gráfico No. 82 Lámpara FMV 25L LED.**



**Fuentes:** Crouse Hinds Industrial lights

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Muchas aplicaciones innovadoras para esta tecnología han sido desarrolladas por Cooper Crouse Hinds, y soluciones LED. Este tipo de lámparas como son las Champ FMV Clase I, Div 2; Clase II, son aplicaciones con diferentes requerimientos de iluminación dependiendo de la altura de las instalaciones y de la altura de los postes.

Luego del detalle técnico de las lámparas FMV 25L LED será necesario demostrar que al proponer instalar estas lámparas se reducirá energía eléctrica, se mejorara la Iluminancia y se tendrá una eficiencia energética del arrancador que controla el circuito de iluminación exterior.

### **Mejoramiento Técnico del circuito de iluminación exterior.**

Al empezar con el rediseño del circuito primeramente partiremos por el análisis de la instalación y los materiales que se utilizaron en la construcción del circuito de iluminación exterior.

Se puede decir que la selección del cable está dentro de los parámetros de diseño ya que cumple con los estudios realizados tanto en caída de voltaje como el límite de corriente. El cable es un THHW OKONITE # 8 AWG.

Respecto al arrancador se va a instalar un control automático usando una foto celda en el tablero de distribución del circuito de iluminación exterior, el cual permitirá ahorrar el consumo de energía eléctrica durante 1 hora, este tiempo se sacó del análisis realizado en el capítulo 3.

### **Eficiencia del circuito de iluminación exterior.**

Luego de realizar un análisis al circuito de iluminación exterior de la estación Villano A con la instalación de lámparas tipo FMV 25L LED en el simulador, se pudo apreciar que en diferentes puntos hacía falta mayor iluminancia por lo que se realizó una nueva distribución de lámparas en los lugares donde se tiene este problema para ello se propone instalar 4 nuevos postes con 3 lámparas en cada uno. Para ello se incrementa el poste # 20, 21, 22 y 23. En el gráfico No. 83, se puede apreciar el nuevo plano del circuito de iluminación exterior en Villano A.



Para verificar que existe un mejoramiento en la iluminación de estas áreas se hizo un análisis de los postes que se van a instalar respecto a los otros postes que se tenía baja iluminancia.

Para determinar el coeficiente de uniformidad se utilizó la posterior formula:

$$u = \frac{E \text{ min}}{E \text{ promedio}}$$

De tal manera que en la Tabla No. 20, se dan a conocer los resultados obtenidos.

**Tabla No. 20 Análisis de iluminancia entre los postes**  
**ANÁLISIS DE ILUMINANCIA ENTRE EL POSTES**

<b>POSTES DE ILUMINACIÓN</b>	<b>E1 (lx)</b>	<b>E2 (lx)</b>	<b>E3 (lx)</b>	<b>E4 (lx)</b>	<b>E5 (lx)</b>	<b>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD</b>
P20 y P17	202	90	24,5	78	186	0,21
P20 y P18	216	115	19,37	67	195	0,15
P21 y P19	161	43	19,4	99	190	0,18
P21 y P18	158	52	14,5	74	198	0,14
P22 y P2	170	86	15,33	40	141	0,16
P22 y P14	197	106	24,5	98	201	0,19
P23 y P14	222	73	19,5	59	198	0,17
P23 y P15	193	77	15	43	167	0,15

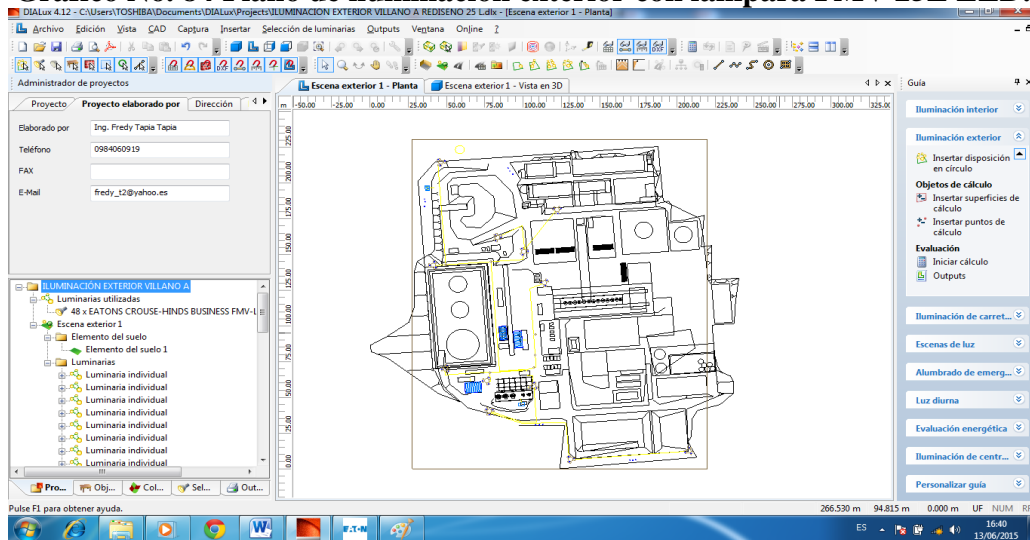
**Fuente:** Postes de iluminación en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Además de realizar este análisis de iluminancia, se realizó un análisis por corriente mediante un algoritmo donde se analiza la carga del circuito, el tipo de cable y voltajes esto se puede apreciar en el anexo # 6. Este programa es propiedad de Agip Oíl Ecuador.

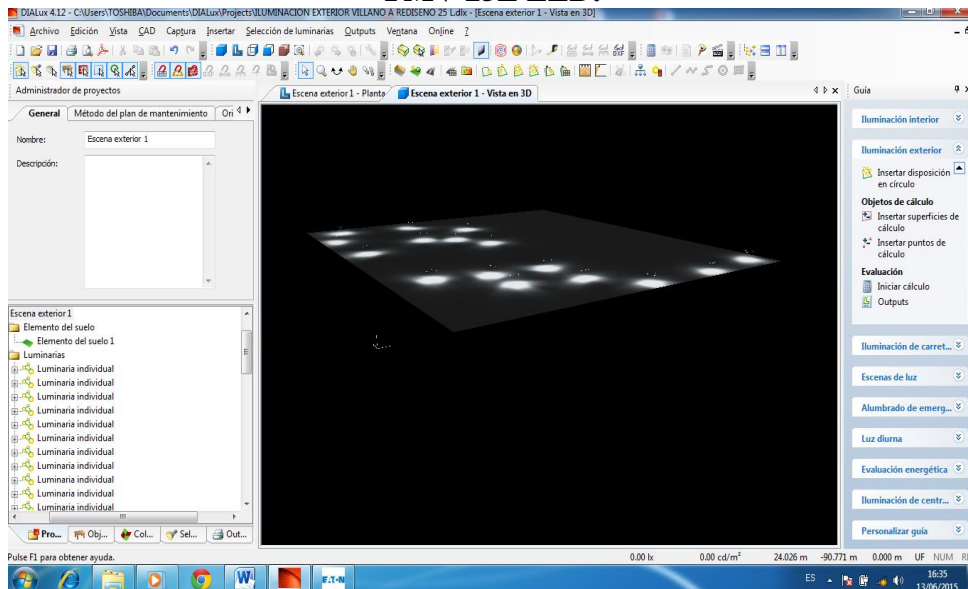
Una vez terminado el análisis se verificar que la iluminancia en estos puntos mejora y al realizar una simulación con todas las lámparas en el plano del circuito de iluminación exterior, determinando que la iluminancia promedio total del plano mejoro de acuerdo a las normas establecidas en nuestro país. En los gráficos No 84 y 85, se aprecian las pantallas de como se observa iluminado el plano total.

**Gráfico No. 84 Plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.**



Fuente: Simulador DIALux  
 Elaborado por: Fredy Tapia

**Gráfico No. 85 Simulación del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.**



Fuente: Simulador DIALux  
 Elaborado por: Fredy Tapia

En los siguientes gráficos se observa los parámetros eléctricos que nos brinda el simulador y con esto realiza un análisis del nuevo circuito que se pretende construir.

**Gráfico No. 86 Portada de la memoria técnica del rediseño del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.**

**ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A**

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 13.06.2015  
Proyecto elaborado por: Ing. Fredy Tapia Tapia

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

## Gráfico No. 87 Índice de la memoria técnica del rediseño del plano de iluminación exterior con lámpara FMV 25L LED.

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A



**DIALux**

13.06.2015

Agip Oil Ecuador  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Índice

<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>Escena exterior 1</b>	
Datos de planificación	4
Lista de luminarias	5
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Elemento del suelo 1</b>	
<b>Superficie 1</b>	
Isolíneas (E)	6
Gráfico de valores (E)	7
Isolíneas (L)	8

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia

## Gráfico No. 88 Características técnicas de la lámpara en el Simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A



**DIALux**

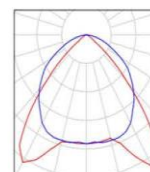
13.06.2015

Agip Oil Ecuador  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A / Lista de luminarias

48 Pieza EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED  
FMV25LCY/JUNV176  
N° de artículo: FMV-LED  
Flujo luminoso (Luminaria): 26817 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 26817 lm  
Potencia de las luminarias: 266.6 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 60 93 99 100 100  
Lámpara: 1 x Cool White LED (Factor de corrección 1.000).



**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia

## Gráfico No. 89 Potencia total de la lámpara en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A



**DIALux**

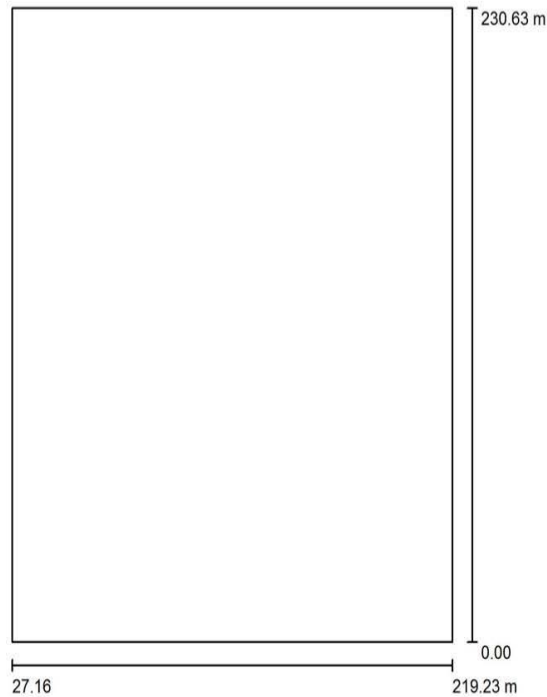
13.06.2015

Agip Oil Ecuador

Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

### Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:2138

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	48	EATONS CROUSE-HINDS BUSINESS FMV-LED FMV25LCY/UNV176 (1.000)	26817	26817	266.6
Total:			1287218	Total: 1287218	12796.8

**Fuente:** Simulador DIALux

**Elaborado por:** Fredy Tapia

# Gráfico No. 90 Líneas Isolux en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A



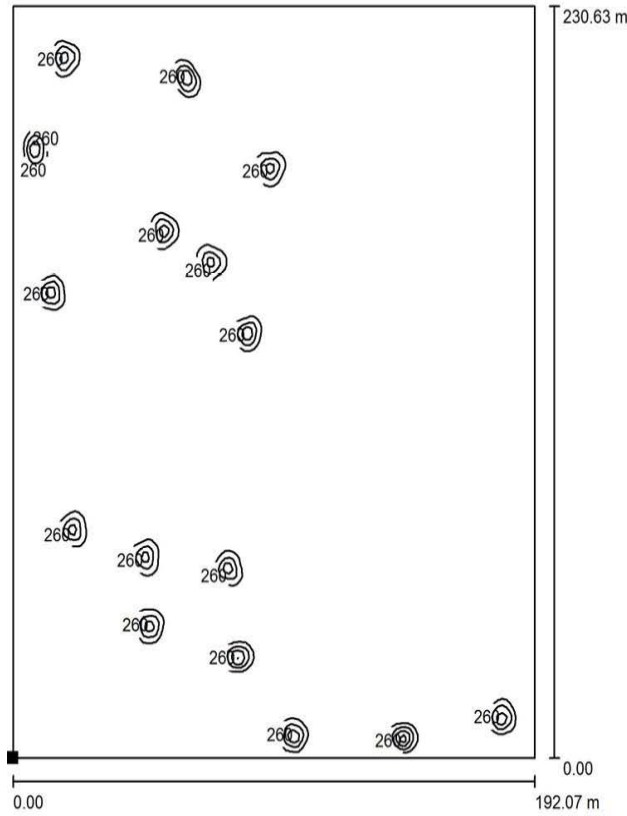
**DIALux**

13.06.2015

Agip Oil Ecuador  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0994060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1804

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(27.164 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
23

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
1258

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

# Gráfico No. 91 Valores en Luxes en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A

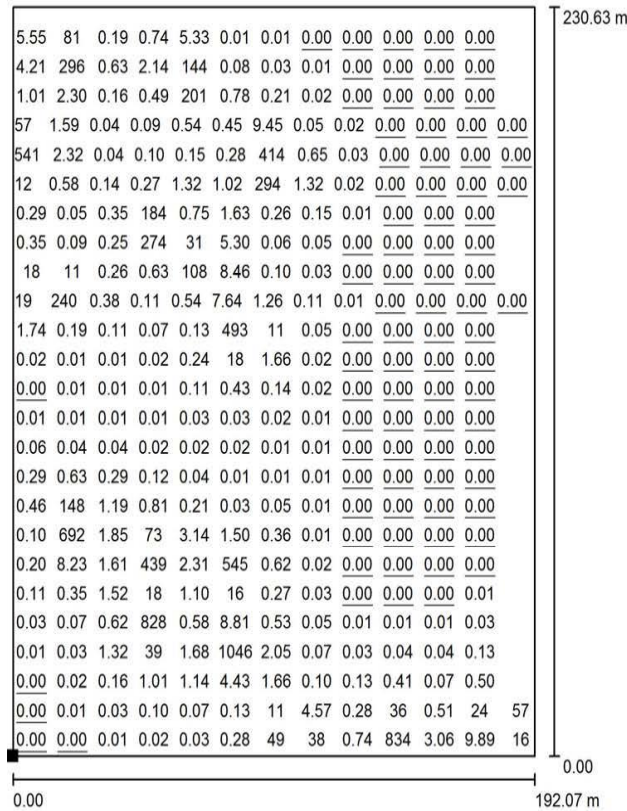
**DIALux**

13.06.2015

Agip Oil Ecuador  
Av. Diego de Almagro y Wimper

Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1804

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(27.164 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
23

$E_{min}$  [lx]  
0.00

$E_{max}$  [lx]  
1258

$E_{min} / E_m$   
0.000

$E_{min} / E_{max}$   
0.000

Fuente: Simulador DIALux  
Elaborado por: Fredy Tapia

# Gráfico No. 92 Líneas Isocandelas en el simulador DIALux

ILUMINACIÓN EXTERIOR VILLANO A



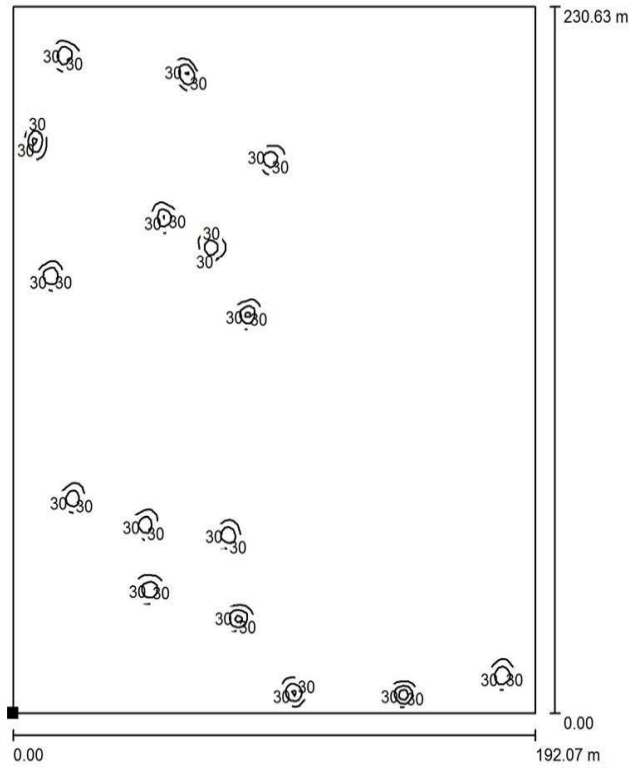
**DIALux**

13.06.2015

Agip Oil Ecuador  
Av. Diego de Almagro y Wimper

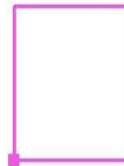
Proyecto elaborado por Ing. Fredy Tapia Tapia  
Teléfono 0984060919  
Fax  
e-Mail fredy\_t2@yahoo.es

## Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 1804

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(27.164 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
2.21

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
0.00

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
120

**Fuente:** Simulador DIALux  
**Elaborado por:** Fredy Tapia

Como se puede notar la iluminancia total del circuito es 23 luxes sobre pasando los 20 luxes que recomienda las normas MEER y las normas API 540, por lo tanto se puede decir que el circuito de iluminación exterior es eficiente.

Para mencionar un aporte técnico y energético en el tipo de lámpara FMV 25L LED es que al analizar el flujo luminoso que se necesita es las estaciones petroleras en nuestro país, es que al implementar este tipo de lámpara se incrementa una celda de Led, es decir se incrementa 64 Led para obtener mayor flujo luminoso ya que a más de iluminar la parte peatonal también lo hará otras áreas donde se necesite iluminación.

Para poder demostrar que se incrementara el flujo luminoso con el aumento de una celda de Led, se detallara en la siguiente fórmula:

$$\emptyset = \frac{26817,00 \text{ lm}}{256}$$

Dónde: Flujo luminoso de la lámpara FMV 25L LED = 26817,00 lúmenes

Número de Led de la lámpara FMV 25L LED = 256 Led

Por lo tanto cada Led tiene:

$$\emptyset = 104,75 \text{ lúmenes.}$$

Al aumentar una celda de Led en este tipo de lámpara tendremos un total de 320 Led, determinando que el flujo luminoso se incrementa de tal manera que:

$$\emptyset = 104,75 \text{ lm} * 320$$

$$\emptyset = 33521,25 \text{ lm}$$

Con este detalle podemos decir que la lámpara FMV 25L LED será más eficiente.

Es importante manifestar que al rediseñar el circuito de iluminación exterior se debe considerar que la potencia se incrementara si seguimos con las lámparas FMV SY 400. En la Tabla No. 21, se detalla el historial.

**Tabla No. 21 Número de lámparas del sistema de iluminación y su potencia.**

<b>Postes de Luz</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Nivel de voltaje</b>	<b>Potencia total de las lámparas</b>
#	#	Serie	(V)	(W)
16	48	FMVSY 400	480	19200

**Fuente:** Sistema de iluminación exterior en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En la tabla No.22, se detalla algunos parámetros del circuito de iluminación exterior que se propone instalar con el tipo de lámparas tipo FMV 25L LED.

**Tabla No. 22 Número de lámparas del sistema de iluminación propuesto y su potencia.**

<b>Postes de Luz</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Nivel de voltaje</b>	<b>Potencia total de las lámparas</b>
#	#	Serie	(V)	(W)
16	48	FMV 25L LED	480	12796.8

**Fuente:** Sistema de iluminación exterior en la estación Villano A

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Si nos fijamos al utilizar una lámpara FMV 25L LED tenemos un consumo de potencia de 12,79 KW disminuyendo el 33,35 % en el consumo de energía eléctrica en el circuito de iluminación perimetral en la estación Villano A.

La energía ahorrada es de 6403,2 (W) Vatios el cual es factible el estudio realizado al proponer un cambio de lámparas al circuito de iluminación exterior.

## **Características de las lámparas FMV 25 L LED.**

- **Vida útil.-** Al referirse a la vida útil esperada en una luminaria LED Cooper Crouse Hinds es de 60.000 horas. Esta es una mejora significativa sobre las fuentes tradicionales de luz tales como incandescentes y HID.
- **Vibración.-** Resistentes al impacto y a la vibración con dispositivos de estado sólido que no tienen filamentos o componentes de vidrio que se puedan romper, lo que reduce el riesgo prematuro de falla.
- **Disipación de calor.-** Los disipadores de calor de Crouse Hinds están diseñados específicamente para eliminar el calor de los LEDs y el driver para asegurar una vida más larga, un mejor flujo luminoso y una temperatura de calor exacta.

### **5.5.1. Eficiencia Energética y flujo luminoso**

Las luminarias LED de Cooper Crouse Hinds, en promedio consumen 50 % menos energía que las luminarias HID y el 85 % menos energía que las luminarias incandescentes. Las luminarias LED proporcionan más lúmenes por watt, comparadas con muchas tecnologías tradicionales de iluminación incandescente, fluorescentes, compactas, HID.

## **5.6. Evaluación socio económica, ambiental de la propuesta**

El propósito de realizar una evaluación socio económico y ambiental es llegar a determinar que la propuesta que se está realizando se beneficioso para la empresa y contribuya en una ganancia económica sin ocasionar un impacto ambiental perjudicial para la zona, la empresa y el país.

### **5.6.1. Evaluación ambiental de la propuesta**

Antes de realizar la evaluación ambiental se va analizar el consumo de barriles de petróleo que necesita el circuito de iluminación para mantener operativo el

sistema, este análisis se va a realizar con los dos tipos de lámparas para determinar las diferencias que existan entre ellas.

#### **5.6.1.1. Análisis del consumo de barriles de petróleo en el circuito de iluminación exterior con la lámpara tipo FMV SY400**

Para realizar el análisis ambiental es necesario comprobar valores y datos técnicos de energía eléctrica generada en la planta petrolera Agip Oíl Ecuador.

$$P= 25,5 \text{ MW (Mega Vativos)Diarios}$$

Donde P es la potencia generada para disponer energía eléctrica en la estación CPF y Villano A.

Si este valor multiplicamos por 24 Horas que tiene un día, tendremos:

$$P= 25,5 \text{ MW} * 24 \text{ h}$$

$$P= 612 \text{ MW en un día}$$

A continuación sacaremos el consumo de barriles de petróleo que se necesita para generar esta energía eléctrica.

$$\text{Factor}= 1,48$$

Este factor es un promedio de BBL de petróleo que consume un generador WARTSILA para generar 1 MW.

Por lo tanto:

$$612 \text{ MW} * 1,48 \frac{\text{Bbl}}{\text{Mw}} = 905,76 \text{ Bbl de petróleo}$$

En conclusión tenemos los datos más importantes para determinar el consumo total de energía eléctrica en el circuito de iluminación exterior con lámparas FMV SY 400.

$$P = 19200 \text{ W}$$

Hay que recalcar que este consumo es por 12 horas, que representa el tiempo que está en funcionamiento el circuito eléctrico de iluminación exterior en la estación Villano A.

Si multiplicamos:

$$P = 19,2 \text{ KW} * 12 \text{ horas} + 1 \text{ hora}$$

La una hora es el tiempo que pasa energizado el circuito de iluminación exterior por tener un control ON / OFF.

$$P = 19,2 \text{ KW} * 13 \text{ horas}$$

$$P = 249,6 \text{ KWh}$$

Es el total de consumo de energía eléctrica por el circuito de iluminación.

A continuación se va hacer una relación de cuantos BBL de petróleo se consume para generar energía eléctrica para el circuito de iluminación exterior.

Si tenemos los siguientes datos:

- > 612.000 KWh Potencia diaria generada.
- > 905,76 Bbl de petróleo. Barriles de petróleo para la generación diaria.
- > 249,6 KWh Potencia consumida por el circuito de iluminación exterior.

Por lo tanto tendremos:

$$612.000 \text{ KWh} \qquad 905,76 \text{ BBL de petróleo}$$

$$249,6 \text{ KWh} \qquad x = ?$$

$$X = 0,3694 \text{ Bbl de petróleo diarios}$$

Este valor calculado se multiplicara por los 365 días que tiene 1 año para poder analizar en una forma macro el consumo de combustible.

$$X = 134,83 \text{ Bbl de petróleo al año.}$$

#### **5.6.1.2. Análisis del consumo de barriles de petróleo en el circuito de iluminación exterior con la lámpara tipo FMV 25 L LED**

Analizando la potencia consumida con la lámpara tipo FMV 25 L LED tenemos un consumo total de energía eléctrica en el circuito de iluminación exterior de:

$$P = 12796,8 \text{ W}$$

De la misma manera se va a realizar el cálculo por el número de horas que pasa energizado el circuito de iluminación exterior en la estación Villano A.

Si multiplicamos:

$$P = 12,8 \text{ KW} * 12 \text{ Horas}$$

$$P = 153,56 \text{ KWh}$$

Es el total de consumo de energía eléctrica por el circuito de iluminación.

Si tenemos los siguientes datos:

- > 612000 KWh                      Potencia diaria generada.
- > 905,76 Bbl de petróleo.      Barriles de petróleo para la generación diaria
- > 152,56 KWh                      Potencia consumida por el circuito de iluminación exterior.

Por lo tanto tendremos:

$$612000 \text{ KWh} \qquad 905,76 \text{ Bbl de petróleo al día.}$$

$$153,56 \text{ KWh} \qquad x = ?$$

$$X = 0,2272 \text{ Bbl de petróleo diarios}$$

Este valor calculado se multiplicara por los 365 días que tiene 1 año para poder analizar en una forma macro el consumo de combustible.

$$X = 82,95 \text{ Bbl de petróleo al año}$$

Considerando los cálculos realizados anteriormente se tiene un resumen en la tabla No. 23, que indica una reducción significativa en potencia y barriles de petróleo al año.

**Tabla No. 23 Tabla del ahorro de energía y de barriles de petróleo al año.**

<b>Ahorro de energía eléctrica y de barriles de petróleo al año.</b>		
	<b>Potencia total del circuito de iluminación</b>	<b>Barriles de petróleo al Año iluminación</b>
Unidades	(W)	(Bbl / Año)
Lámparas tipo FMV SY400	19200	134,83
Lámparas tipo FMV 25 L LED	12796,8	82,95
Diferencia	6403,2	55,88

**Fuente:** Sistema de iluminación exterior en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

Para analizar el aspecto ambiental se va a considerar el valor de ahorro en barriles de petróleo al año puesto que al proponer implementar el cambio de lámparas de FMV SY400 a FMV 25 L LED se tendrían 55,88 Bbl de petróleo. Por lo tanto se evitara producir CO<sub>2</sub> al no quemar estos barriles de petróleo, para analizar de mejor manera en la tabla No. 24, detallamos en valores la producción de CO<sub>2</sub> que se va al ambiente por los generadores que se tienen instalados en la planta de generación Wartsila.

**Tabla No. 24 Tabla de las emisiones de CO2 por generación eléctrica en la Planta CPF.**

<b>EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR GENERACIÓN ELÉCTRICA</b>					
<b>GENERADOR</b>	<b>CO2</b>	<b>FLUJO</b>	<b>FLUJO CO2</b>	<b>FLUJO CO2</b>	<b>FLUJO CO2</b>
	(%)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /día)	(m <sup>3</sup> /año)
<b>WARTSILA A</b>	4,9	68757	3369,09	80858,16	29513254,68
<b>WARTSILA B</b>	4,9	56852	2785,74	66857,95	24403152,48
<b>WARTSILA C</b>	4,9	56852	2785,74	66857,95	24403152,48
<b>WARTSILA D</b>	5,5	57777	3177,73	76265,64	27836958,61
<b>WARTSILA E</b>	5	55044	2752,22	66052,81	24109272
<b>WARTSILA F</b>	5,8	71793	4163,99	99935,85	36476377,69
<b>TOTAL</b>					166742167,9

**Fuente:** Sistema de iluminación exterior en la estación Villano A.

**Elaborado por:** Fredy Tapia T.

Por lo tanto tenemos los datos del consumo de barriles de petróleo al año y la emisión de CO2 al ambiente al año. Luego de observar y analizar la tabla anterior se tiene que se consume 905,76 Bbl de petróleo diario se tendrá que modificar y realizar los cálculos respectivos para analizar al año.

Por lo tanto tenemos los datos del consumo de barriles de petróleo al año y la emisión de CO2 al ambiente al año.

166742167.9 m<sup>3</sup> CO2 /Año

330602.40 Barriles de petróleo / Año

x =?

55.88 BBL de petróleo / Año

$$X = 28183,55 \text{ m}^3 \frac{\text{CO}_2}{\text{Año}}$$

Este valor de CO2 se evitara enviar al medio ambiente.

### 5.6.2. Evaluación socio económica de la propuesta

Dentro de este estudio se considera algunos datos técnicos investigados en el estudio ambiental como es el ahorro de barriles de petróleo, al proponer realizar el cambio de luminarias FMV 25L LED determinamos que se ahorra 55,88 barriles de petróleo al año, lo que representa un ahorro considerable.

#### 5.6.2.1. Análisis económico con la lámpara tipo FMV SY400

Para determinar el costo total que significa mantener el circuito de iluminación operativo se va analizar los diferentes gastos. En la tabla No.25, se detalla los repuestos que se gastan por los mantenimientos que se realizan, estos datos son estadísticos de los registros que tiene la empresa.

**Tabla No. 25 Tabla de repuestos utilizada en los mantenimientos de lámparas al Año.**

<b>Repuestos utilizados en los mantenimientos anuales del sistema de iluminación perimetral con lámparas FMV SY400.</b>			
Repuesto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Capacitor	4	\$ 77,82	\$ 311,28
Ignitor	4	\$ 70,22	\$ 280,88
Auto transformador	3	\$ 181,17	\$ 543,51
Bulbo	4	\$ 73,60	\$ 294,40
Lámpara completa	1	\$ 763,46	\$ 763,46
Total	16		\$ 2.193,53

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Agip Oíl Ecuador.

De igual manera en la tabla No. 26, se detalla el costo de la mano de obra por el mantenimiento que se realiza al sistema de iluminación, el costo de los repuestos utilizados en el mantenimiento y el costo de energía eléctrica representado en el consumo de barriles de petróleo para disponer de esta potencia eléctrica que consume el circuito de iluminación perimetral de la estación Villano A.

**Tabla No. 26 Gastos económicos totales para mantener operativo el circuito de iluminación.**

<b>Gastos totales para mantener operativo el sistema de iluminación perimetral con las lámparas tipo FMV SY400.</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Costos de repuestos por mantenimiento	Costo total de los repuestos utilizados en el mantenimiento al año	\$ 2.193,53
Costo de la mano de obra del personal técnico por mantenimiento	La jornada de 14 días de un técnico eléctrico (salario básico)	\$ 2.000,00
Costo total de los barriles de petróleo utilizados para la generación eléctrica	Consumo de 134,83 barriles de petróleo a un precio de (\$ 35)	\$ 4.719,05
<b>Total</b>		<b>\$ 8.912,58</b>

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Tabla No. 27 Tabla del consumo económico de la lámpara FMV SY400.**

	CONSUMO CON LAMPARAS TIPO FMV SY400							
AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
<b>CONSUMO DE BARRILES DE PETROLEO</b>	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 62.388,06

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

### 5.6.2.2. Análisis económico con la lámpara tipo FMV 25L LED

Ahora se va analizar el gasto total que se tendrá con las lámparas tipo FMV 25L LED, para mantener operativo el circuito de iluminación perimetral de la estación Villano A. En la tabla No. 28, hay que recalcar que el costo de la mano de obra del técnico por mantenimiento será solamente por el 1 año debido a la instalación de las lámparas y durante los 6 años siguientes este costo no se tomara en cuenta por la garantía existe de las lámparas.

**Tabla No. 28 Gasto económico para mantener operativo el sistema de iluminación exterior durante el primer año.**

<b>Gastos totales para mantener operativo el sistema de iluminación exterior con las lámparas tipo FMV 25L LED.</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Costos de repuestos por mantenimiento	Costo total de los repuesto utilizados en el mantenimiento al año	\$ -
Costo de la mano de obra del personal técnico por mantenimiento	La jornada de 7 días de un técnico eléctrico (salario básico)	\$ 1.000,00

Costo total de los barriles de petróleo utilizados para la generación eléctrica	Consumo de 82,95 barriles de petróleo a un precio de (\$ 35)	\$ 2.903,25
<b>Total</b>		<b>\$ 3.903,25</b>

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Tabla No. 29 Gasto económico para mantener operativo el sistema de iluminación exterior durante el primer año.**

<b>Gastos totales para mantener operativo el sistema de iluminación exterior con las lámparas tipo FMV 25L LED.</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Costos de repuestos por mantenimiento	Costo total de los repuesto utilizados en el mantenimiento al año	\$ -
Costo de la mano de obra del personal técnico por mantenimiento	La jornada de 7 días de un técnico eléctrico (salario básico)	\$ -
Costo total de los barriles de petróleo utilizados para la generación eléctrica	Consumo de 50 barriles de petróleo a un precio de (\$ 35)	\$ 2.903,25
<b>Total</b>		<b>\$ 2.903,25</b>

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

En la tabla No. 30, se detalla el consumo de la lámpara FMV 25L LED, en el lapso de 7 años.

**Tabla No. 30 Tabla del consumo económico de la lámpara FMV 25L LED.**

CONSUMO CON LAMPARAS TIPO FMV 25L LED								
AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
COSTO DEL TECNICO	\$ 1.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.000,00
CONSUMO DE BARRILES DE PETROLEO	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 20.322,75
								\$ 21.322,75

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

**Tabla No. 31 Gasto económico total entre las lámparas FMV 400W y FMV 25L LED, para que de circuito de iluminación exterior este operable.**

Gastos económicos totales en el mantenimiento e instalación del sistema iluminación exterior de Villano A			
Detalle	Costo unitario (\$)	Tiempo (años)	Costo total (\$)
Mantenimiento del sistema iluminación exterior con lámparas FMV 400W.	8.912,58	7	62.388,06
Mantenimiento e instalación del sistema iluminación exterior con Lámparas FMV 25L LED.	2.903,25	7	21.322,75

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

### 5.6.2.3. Cálculo del VAN y del TIR

Es importante revisar estos cálculos ya que mostraran si el proyecto es factible o no. Para empezar analizar estos cálculos es importante detallar la inversión que se va a realizar al implementar el cambio de lámparas. En la tabla No. 32, se puede observar el costo total de las lámparas.

**Tabla No. 32 Número de lámparas y su costo económico.**

<b>Tipo de lámpara Cantidad de</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
FMV 25 L LED	48	1200	57.600,00

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Al realizar el análisis del VAN y del TIR se parte de la inversión inicial y del monto que se va a disponer cada año. Por otro lado la garantía de la lámpara FMV 25L LED, es 7 años de garantía que da el fabricante luego de este tiempo se empezara a programar los mantenimientos en los LED. En la tabla No. 33, se observa los valores con los que se cuenta para realizar los cálculos y determinar si la implementación es factible.

**Tabla No. 33 Tabla del flujo efectivo que se tiene para cálculos del VAN y del TIR.**

AÑOS	FLUJO EFECTIVO							
	1	2	3	4	5	6	7	
CONSUMO CON LAMPARAS FMV SY400	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 8.912,58	\$ 62.388,06
CONSUMO CON LAMPARAS TIPO FMV 25L LED	\$ 3.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$ 2.903,25	\$21.322,75
DIFERENCIA DE CONSUMOS POR AÑO	\$ 5.009,33	\$ 6.009,33	\$ 6.009,33	\$ 6.009,33	\$ 6.009,33	\$ 6.009,33	\$ 6.009,33	\$ 41.065,31

**Fuente:** Registros de mantenimientos de lámparas en luminarias exteriores

Considerando que el flujo efectivo está en función del ahorro económico que se obtuvo entre el tipo de lámpara FMV SY400 y FMV 25L LED, se procede a calcular el VAN en base al flujo efectivo de cada periodo, la tasa de interés anual, y la inversión inicial, de tal manera que si este valor es positivo determinaremos que el proyecto es factible.

$$=VNA(0,1;C24:I24)-C2$$

**Tabla No. 34 Cálculo VAN**

Cálculo del VAN	
VAN	(\$ 22.653,77)

**Fuente:** Investigación de Campo.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

Para el cálculo del TIR se determina que está en función del VAN siendo este mayor que 0, por lo que financieramente el proyecto es viable.

=TIR(K7:K24)

**Tabla No. 35 Cálculo TIR**

<b>Cálculo del TIR</b>	
<b>TIR</b>	<b>0,07085</b>

**Fuente:** Investigación de Campo.

**Elaborado por:** Fredy Tapia

## **5.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

### **5.7.1. CONCLUSIONES**

- Se demostró que al realizar mediciones periódicas con el analizador de energía en el circuito de iluminación exterior de la estación Villano A, se logró evaluar los parámetros eléctricos y obtener resultados satisfactorios que permitieron un ahorro energético.
- Se realizó el análisis del estudio relacionado con los sistemas de iluminación exterior el cual se fundamenta que es factible la implementación de la hipótesis planteada en el presente proyecto.
- Se comprobó que los indicadores y valores luminotécnicos con las lámparas FMV SY400 y FMV 25L LED mediante los instrumentos y el software DIALux permitieron cumplir las normas internacionales de diseño y construcción.
- Se determinó que al proponer el cambio de lámparas tipo FMV 25L LED, se obtuvo un ahorro de energía eléctrica, un ahorro económico y una disminución de contaminación ambiental.
- Se comprobó que entre la lámpara tipo FMV SY400 y la FMV 25L LED existe un ahorro de energía del 33,35 %, el cual nos indica que los parámetros técnicos entre ellas son de mucha diferencia, lo que permite que la propuesta sea exitosa.
- Se determinó que al realizar un rediseño del circuito de iluminación exterior se logró tecnificar el sistema y a la vez obtener una eficiencia energética relacionada a iluminancia.

## 5.7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ejecutar el cambio de lámparas tipo FMV 25L LED, en el sistema de iluminación perimetral en la estación Villano A, tomando como fundamento el presente estudio en el cual se ha demostrado que se puede conseguir una reducción de costos utilizando una nueva tecnología renovable.
- Se recomienda cambiar de lámparas en el circuito de iluminación exterior del campo petrolero Agip Oíl Ecuador ya que se tiene un ahorro de energía eléctrica considerable.
- Se recomienda utilizar la lámpara tipo FMV 25L LED en el circuito de iluminación exterior del campo petrolero Agip Oíl Ecuador ya que se dejara de consumir combustible el cual permite la no contaminación del medio ambiente.
- Se recomienda aplicar todas las normas nacionales basándose en las MEER y las normas internacionales especialmente las API 540 en la implementación e instalación de la propuesta.
- Se recomienda instalar los nuevos postes de acuerdo al rediseño ya que el circuito de iluminación brindara mejor eficiencia energética relacionando a obtener mejor flujo luminoso.

## **BIBLIOGRAFIA**

ADLER, C., AHAMMED, Z., ALLGOWER, C., Amonett, J., Anderson, B. D., Anderson, M., ... & Dunlop, J. C. (2010). Disappearance of Back-To-Back High-p T Hadron Correlations in Central Au+Au Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV. *Physical Review Letters*, 90(8), 082302.

DOSE WOLF DIETER. Explosion protection by intrinsic safety VDE Verlag, Berlin. ISBN 3-8007-1950-9

ENCICLOPEDIA TÉCNICA CEAC Instalaciones Eléctricas.

ESCARAY, F. J., ROSIQUE, F. J. C., Scambato, A. A., Bilenca, D., Carrasco, P., Matarredona, A. V., ... & Menéndez, A. B. (2010). Evaluation of a technical revegetation action performed on foredunes at Devesa de la Albufera, Valencia, Spain. *Land Degradation & Development*, 21(3), 239-247.

EUR ING. ALAN MC MILIAN. Electrical installations in hazardous areas Boston 1998.

GREGORIO GIL GARCIA. Energía del siglo XXI. 2008.

ING. CARLOS CEVALLOS CARVAJAL. Evaluación de la eficiencia del alumbrado público del centro histórico de la ciudad de Latacunga. Diseño y evaluación de un sistema de gestión para mejorar la eficiencia energética del sistema de alumbrado público de la Empresa Eléctrica Cotopaxi. P x. 2013.

ING. HERNÁN ITURRALDE ALBÁN. Evaluación de las fuentes de luz en iluminación pública frente al impacto en el barrio “Rumipamba de las Rosas” del cantón Salcedo en el año 2013. Diseño de un sistema alternativo. P. ix. 2013.

J.A. TABOADA Manual de luminotecnica Osram Cuarta edición. Editorial Dossat, s.a.

LEDS12 Alumbrado Leds industrial.mht.,

LÓPEZ, J. G. V., & Rojas, J. G. C. (2012). Modelos de gestión energética: revisión de algunas experiencias internacionales y perspectivas para Colombia. *TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, (6), 77-92.

MÉNDEZ, J., & Cuervo, R. (2011). Energía solar fotovoltaica. *Madrid, FC Editorial*.

MIÑO Marcillo, W. H., & FREIRE Martinez, L. O. (2011). *Análisis y simulación del sistema de puesta a tierra en transformadores de distribución en el alimentador 01CV13B1S1-oriental de la subestación 01CV el Calvario de ELEPCO SA* (Doctoral dissertation, LATACUNGA/ESPE/2011). G. (2012).

NFPA 70 National electrical code Edition 2009.

NORMAS MEER Reglamento técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 Alumbrado Público. 2012.

NV NIKULIN. Manual del electricista principiante sobre materiales y artículos electrotécnicos. Editorial MIR Moscú.

PHILLIPS Gloeilampenfabrieken Manual de Alumbrado. Madrid España 1975.

STEEN HENNIKUS. Explosion protection manual Wiley-VCH Verlag ISBN 3-5272-9848-7.

CROUSEHINDS

<http://www.crouseindslatam.com/uploads/pdfs/products/families/Iluminacion%20LED.pdf>.

Google. <http://www.bbeled.com>

Google. [www.controltechniquez.es](http://www.controltechniquez.es)

Google. Eficiencia de los Leds LED Argentina.mht

Google. <http://www.ledsmagazine.com/news/5/1/2>

Google. <http://www.ofiled.com/archivos/iluminacion-led-industrial>

Google. [www.schneider-elecyrlic.com](http://www.schneider-elecyrlic.com)

Google. [www.SolarPathUSA.com](http://www.SolarPathUSA.com)

Google. [www.solisto.com](http://www.solisto.com)

## **ANEXOS**

### **ANEXO # 1**

#### **Código Nacional de Electricidad TOMO V**

##### **6.2.9 Aparatos de Alumbrado**

###### **6.2.9.1 Clase I, División 1**

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Aparatos aprobados. Cada aparato deberá estar aprobado como un ensamblaje completo para el lugar Clase I, División 1, y tendrán claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está aprobado. Los aparatos portátiles deberán estar específicamente aprobados como un ensamblaje completo para este uso.
- b) Daños materiales. Deberán estar protegidos contra daños materiales por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación.
- c) Aparatos colgantes. Deberán estar suspendidos y alimentados por medio de tubos metálicos y pesados roscados y las uniones roscadas deberán llevar tornillos de fijación y otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor de 30 cm deberá fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 30 cm de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y para lugares Clase I, División 1, y colocados a más de 30 cm del punto de unión con la caja o accesorio de soporte.
- d) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas, o accesorios que se usen para soporte de aparatos de alumbrado deberán ser aprobados para el uso y para lugares Clase I.

###### **6.2.9.2 Clase I, División 2**

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- a) Lámparas portátiles. Deberán cumplir con lo indicado en 6.2.9.1 a) anterior.

#### **MEM – DGE Código Nacional de Electricidad TOMO V**

b) Alumbrado fijo. Los aparatos de alumbrado fijo deberán estar protegidos contra daños materiales por medio de resguardos apropiados o por su propia ubicación. Cuando haya peligro de que caigan chispas o metal caliente de las lámparas o aparatos de alumbrado que puedan provocar el incendio de concentraciones de gases o vapores inflamables, es preciso proveer cubiertas adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas sean de tipo o tamaño capaz de alcanzar, en condiciones normales, temperaturas superficiales en exceso del 80% de la temperatura de encendido del gas o vapor relacionado, los aparatos deberán cumplir con 6.2.9.1 a) o deberán ser de un tipo que haya sido aprobado y encontrado incapaz de encender el gas o vapor, si la temperatura de encendido no se alcanza.

c) Aparatos colgantes. Deberán estar suspendidos por medio de tubos metálicos pesados roscados u otro sistema aprobado. Los tubos de longitud mayor de 30 cm deberán fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 30 cm de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se le dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y colocado a no más de 30 cm del punto de unión con la caja o accesorio de soporte.

d) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas o accesorios que se usan para soporte de aparatos de alumbrado, deberán ser aprobados para esto propósito.

e) Interruptores. Los interruptores que forman parte de un aparato de alumbrado ensamblado o de un portalámparas individual deberán cumplir con lo establecido en 6.2.6.2 a).

f) Equipo de arranque. Los equipos de arranque y control de las lámparas de descarga deberán cumplir con lo establecido en 6.2.7.2. Se exceptúan a los protectores térmicos incorporados en los balastos con protección térmica para lámparas fluorescentes, si el aparato de alumbrado es aprobado para lugares Clase I, División 2.

## ANEXO # 2

### Normas API 540

STD-API/PETRO RP 540-ENGL 1999 ■ 0732290 0615601 279 ■

## SECTION 7—LIGHTING

### 7.1 PURPOSE

This section serves as a guide for the design of modern petroleum processing plant lighting facilities. It advocates the following principles:

- a. Establishing recommended practices for processing plant lighting will ensure adequate and efficient lighting facilities that contribute to the safe and efficient operation and maintenance of the plant.
- b. Processing plant lighting should not be considered just a necessary burden that only adds to the cost of production; rather, it should be considered an integral part of safe and efficient plant operation.
- c. Lighting design practice should be kept up-to-date with new developments such as high intensity discharge (HID) lamps. Luminaires have been developed that make effective use of metallic additive and quartz light sources. High-pressure sodium luminaires are commonly used where high illuminances are required and where energy cost and reduced maintenance cost are important considerations. Applications of these new developments, where suitable, may offer the most efficient lighting installation.

### 7.2 SCOPE

The material in this section is intended to establish the following:

- a. A general approach to the practice and principles of good lighting installation and maintenance.
- b. Basic criteria for the design of new processing plant lighting.
- c. Recommended illuminances for most processing plant areas.
- d. A basis for estimating lighting power requirements in new processing plant design.

### 7.3 DEFINITION OF TERMS

- 7.3.1 brightness:** The illuminance of a surface in any given direction.
- 7.3.2 brightness ratio:** The ratio of brightness of surfaces.
- 7.3.3 diffusion:** The breaking up of a beam of light and the spreading of its rays in many directions by a surface.
- 7.3.4 footcandle (ftc):** A unit of illuminance.
- 7.3.5 glare:** The condition in which brightness or the contrast of brightness interferes with vision.
- 7.3.6 illuminance:** The density of luminous flux incident upon a surface.

**7.3.7 illuminance level:** A prescribed amount of illuminance:

- a. *Initial* is the amount of illuminance obtained when the luminaires are new and clean and when the lamps are first energized.
- b. *In service or maintained* is the average amount of illuminance over an extended period of time. This is lower than the initial illuminance for several reasons noted under light loss factor.

**7.3.8 luminaire:** A complete lighting unit including the lamp, globe, reflector, refractor, housing, and support that is integral with the housing.

**7.3.9 light loss factor:** A factor that represents the average-to-initial illuminance ratio of a lighting system. It represents the depreciation and deterioration of a lighting system caused by the following:

- a. Loss of lamp lumens as a result of aging.
- b. Decrease in lamp and luminaire output resulting from dust, dirt, insects, and chemical changes in the luminaire's reflecting surface.
- c. Increased absorption of the light output of the luminaires by dust, dirt, and chemical changes in the room's reflecting surfaces.
- d. Differences between actual and design lamp voltages.

**7.3.10 lux:** The SI unit of illuminance. One lux is one lumen per square meter.

**7.3.11 mounting height:** The distance from the bottom of the luminaire to the surface used as a reference.

**7.3.12 reflection factor:** The ratio of the light reflected by the body to the incident light.

**7.3.13 seeing or visual task:** The object being regarded and its background.

**7.3.14 utilization:** The total flux received by a surface divided by the total flux from the lamps illuminating it.

### 7.4 LIGHTING FACILITIES

#### 7.4.1 Recommended Illumination

The data in Table 4 cover the minimum average maintained (in service), horizontal lighting illuminance requirements of most processing plant areas; however, it must be clearly understood that lighting installations should be designed to meet the conditions peculiar to the tasks of each area. For instance, Table 4 indicates a minimum illuminance of 5 (ftc) in service for operating platforms on general process units. Obviously, if there are instruments and control valves that must be operated constantly, the 5-ftc illumi-

nance is insufficient. Supplemental lighting on the immediate control area or a general increase in the illuminance on that platform is necessary. In this sense, the data shown in Table 4 serve only as a guide to good lighting practice.

Note: These illuminances are not intended to be mandatory by enactment into law; they are a recommended practice to be considered in the design of new facilities.

- a. Indicates vertical illuminance.
- b. Refer to local Coast Guard, port authority, or governing body for required navigational lights.
- c. The use of many areas in petroleum and chemical plants is often different from what the designation may infer. The areas are generally small, their occupancy is low (restricted to plant personnel) and infrequent, and they are only occupied by personnel trained to conduct themselves safely under unusual conditions. For these reasons, illuminances may be different from those recommended for other industries and for commercial, educational, or public areas.
- d. Refer to local Federal Aviation Administration regulations for required navigational and obstruction lighting and marking.
- e. Refer to Tables 7.2A and 7.2B in API RP 14F for recommended illumination levels for offshore production platforms.

#### 7.4.2 Petroleum Processing Plant Areas

As shown in Table 4, the three basic areas to consider when planning lighting facilities are process areas, nonprocess areas, and buildings. Buildings peculiar to process and non-process areas have been included in Table 4.

The three basic areas are broken down into more specific areas or activities. Under process areas and the more specific areas of general process units, minimum lighting requirements are given for areas such as pump rows, heat exchangers, and operating platforms.

#### 7.4.3 Lamp Types

The following types of lamps are commercially available and frequently used in refinery installations:

- a. Incandescent, including tungsten and halogen.
- b. Fluorescent.
- c. Mercury vapor.
- d. Metal halide.
- e. High-pressure sodium.

Incandescent and fluorescent lamps, including halogen and tungsten, can be used in luminaires with direct, semidirect, and general-diffuse outputs, while high-intensity discharge lamps can be used in luminaires with direct and semidirect outputs. Efficacies for incandescent lamps range from 4 to 24 lumens per watt (lm/W) and for fluorescent lamps range from 75 to 80 (lm/W).

Compared with incandescent lamps, mercury vapor lamps offer the advantages of longer average life and higher

lumen output; however, with the advent of metal halide and high-pressure sodium lamps, the mercury vapor lamp is considered by many to be obsolete, except in existing plants having similar lamps. The mercury vapor lamp is considered obsolete because of its rapid lumen depreciation and low lumens-per-watt (lm/W) characteristics. Also, the warm-up period and restrike may vary between 3 minutes and 7 minutes. As with other HID lamps, these ballasts have power factors in the 40% to 50% range unless corrected; capacitor correction results in power factors in the 90% range. Efficacies for mercury vapor lamps range from 38 to 63 lm/W, excluding ballast losses. Average lamp life is 24,000 hours, but it is recommended that lamps be replaced at 16,000 hours due to rapid lumen depreciation.

Metal halide lamps are similar in construction to mercury vapor lamps. The difference is that metal halides are added to the mercury and argon in the arc tube. The efficacies are improved to the range of 75 lm/W to 125 lm/W, excluding ballast loss. The color rendering is quite white and is usually superior to the phosphor-coated mercury vapor lamp. The warm-up time for metal halide lamps is 2 minutes to 4 minutes, and restrike time varies from 5 minutes to 15 minutes, depending on the type. Power factors in the 90% range can be obtained. Lamp life varies from 3,000 hours to 20,000 hours. Metal halide lamps have more rapid lumen depreciation than do mercury vapor lamps, and have high surface operating temperatures which must be considered before application in classified locations. The lamp life and lumen output are affected by burning position.

Currently, most engineering activities by lamp manufacturers are focused on improvements in the overall efficiencies and life of the metal halide lamps. A series of pulse start metal halide lamps have been developed with features of improved lamp life, lumen maintenance, and the use of more efficient ballast systems. These lamps have wattages ranging from 150 W to 400 W with efficacy 90 lm/W to 110 lm/W; lamp life of 15,000 to 30,000 hours; improved warm-up time of 2 minutes; and restrike time of 3 minutes to 4 minutes. A 33% improvement in lumen maintenance can be seen in these lamps.

High-pressure sodium lamps have efficacies that range from 77 lm/W to 140 lm/W, depending on size. The color rendition is a distinct orange. Warm-up time for high-pressure sodium lamps is from 3 minutes to 4 minutes. Restrike time is less than 1 minute, and instant restrike devices are offered for 50-W to 150-W high-pressure sodium lamps. Power factors range from 40% to 99% depending on the ballast type and the age of the lamp. Lamp life is 24,000 hours.

HID lighting may be supplemented by incandescent or fluorescent lighting which would provide illumination during the initial warm-up time and during the restrike time after an extinction caused by voltage dips in the 10% to 60% range, depending on ballast type. If required, a push-to-test switch can be installed with a fixture that uses the re-strike feature. This switch will allow the testing of the restrike dur-

Table 4—Illuminances Currently Recommended for Petroleum, Chemical, and Petrochemical Plants

Area or Activity	Maintained Horizontal Illuminance (unless noted)		Elevation		
	Lux	Footcandles	Location	Millimeters	Inches
Process Areas					
General process units					
Pump rows, valves, manifolds	50	5	Ground		
Heat exchangers	30	3	Ground		
Maintenance platforms	10	1	Floor		
Operating platforms	50	5	Floor		
Cooling towers (equipment areas)	50	5	Ground		
Furnaces	30	3	Ground		
Ladders and stairs (inactive)	10	1	Floor		
Ladders and stairs (active)	50	5	Floor		
Gauge glasses	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	Eye level		
Instruments (on process units)	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	Eye level		
Compressor houses	200	20	Floor		
Separators	50	5	Top of bay		
General area	10	1	Ground		
Control rooms and houses					
Ordinary control house	300	30	Floor		
Instrument panel	300 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>		1700	66
Console	300 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>		760	30
Back of panel	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		760	30
Central control house	500	50	Floor		
Instrument panel	500 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>		1700	66
Console	500 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>		760	30
Back of panel	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		900	36
Specialty process units					
Electrolytic cell room	50	5	Floor		
Electric furnace	50	5	Floor		
Conveyors	20	2	Surface		
Conveyor transfer points	50	5	Surface		
Kilns (operating area)	50	5	Floor		
Extruders and mixers	200	20	Floor		
Nonprocess Areas					
Loading, unloading, and cooling water, pumphouses					
Pump area	50	5	Ground		
General control area	150	15	Floor		
Control panel	200 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>		1100	45
Boiler and air compressor plants					
Indoor equipment	200	20	Floor		
Outdoor equipment	50	5	Ground		

Table 4—Illuminances Currently Recommended for Petroleum, Chemical, and Petrochemical Plants (Continued)

Area or Activity	Maintained Horizontal Illuminance (unless noted)		Elevation		
	Lux	Footcandles	Location	Millimeters	Inches
<b>Tank fields (where lighting is required)</b>					
Ladders and stairs	5	0.5	Floor		
Gauging area	10	1	Ground		
Manifold area	5	0.5	Floor		
<b>Loading racks</b>					
General area	50	5	Ground		
Tank car	100	10	Point		
Tank trucks, loading point	100	10	Point		
<b>Tanker dock facilities<sup>b</sup></b>					
<b>Offshore production platforms<sup>c</sup></b>					
<b>Electrical substations and switch yards<sup>c</sup></b>					
Outdoor switch yards	20	2	Ground		
General substation (outdoor)	20	2	Ground		
Substation operating aisles	150	15	Floor		
General substation (indoor)	50	5	Floor		
Switch racks	50 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		1200	48
<b>Plant road lighting (where lighting is required)<sup>c</sup></b>					
Frequent use (tracking)	4	0.4	Ground		
Infrequent use	2	0.2	Ground		
Plant parking lots <sup>c</sup>	1	0.1	Ground		
<b>Aircraft obstruction lighting<sup>d</sup></b>					
<b>Buildings<sup>e</sup></b>					
<b>Administration buildings and offices</b>					
Prolonged difficult task (drafting, designing)	1000	100		760	30
Difficult task (accounting, business machines)	750	75		760	30
Normal office work (reading, files, mail room)	500	50		760	30
Reception areas, stairways, washrooms	200	20		760	30
Hallways	200	20	Floor		
Equipment and service rooms	150	15	Floor		
<b>Laboratories</b>					
Qualitative, quantitative, and physical test	500	50		900	36
Research, experimental	500	50		900	36
Pilot plant, process, and specialty	300	30	Floor		
ASTM equipment knock test	300	30	Floor		
Glassware, washrooms	300	30		900	36
Fume hoods	300	30		900	36
Stockrooms	150	15	Floor		

Table 4—Illuminances Currently Recommended for Petroleum, Chemical, and Petrochemical Plants (Continued)

Area or Activity	Maintained Horizontal Illuminance (unless noted)		Elevation		
	Lux	Footcandles	Location	Millimeters	Inches
<b>Warehouses and stockrooms<sup>f</sup></b>					
Indoor bulk storage	50	5	Floor		
Outdoor bulk storage	5	0.5	Ground		
Large bin storage	50	5		760	30
Small bin storage	100 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>		760	30
Small parts storage	200 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>		760	30
Countertops	300	30		1200	48
<b>Repair shop<sup>f</sup></b>					
Large fabrication	200	20	Floor		
Bench and machine work	500	50		760	30
Craneway, aisles	150	15	Floor		
Small machine	300	30		760	30
Sheet metal	200	20		760	30
Electrical	200	20		760	30
Instrument	300	30		760	30
<b>Change house<sup>f</sup></b>					
Locker room, shower	100	10	Floor		
Lavatory	100	10	Floor		
<b>Clock house and entrance gatehouse<sup>f</sup></b>					
Card rack and clock area	100	10	Floor		
Entrance gate, inspection	150	15	Floor		
General	50	5	Floor		
<b>Cafeteria</b>					
Eating	300	30		760	30
Serving area	300	30		900	36
Food preparation	300	30		900	36
General (halls)	100	10	Floor		
<b>Garage and firehouse</b>					
Storage and minor repairs	100	10	Floor		
First aid room <sup>f</sup>	700	70		760	30

Note: These illuminances are not intended to be mandatory by enactment into law; they are a recommended practice to be considered in the design of new facilities.

<sup>a</sup>Indicates vertical illuminance.

<sup>b</sup>Refer to local Coast Guard, port authority, or governing body for required navigational lights.

<sup>c</sup>The use of many areas in petroleum and chemical plants is often different from what the designation may infer. The areas are generally small, their occupancy is low (restricted to plant personnel) and infrequent, and they are only occupied by personnel trained to conduct themselves safely under unusual conditions. For these reasons, illuminances may be different from those recommended for other industries and for commercial, educational, or public areas.

<sup>d</sup>Refer to local Federal Aviation Administration regulations for required navigational and obstruction lighting and marking.

<sup>e</sup>Refer to Tables 7.2A and 7.2B in API RP 14F for recommended levels of illumination for offshore production platforms.

## ANEXO # 3

# CATÁLOGO DE LA LÁMPARA FMV SY400

### 6L **Champ® FMV nR Floodlights**

Cl. I, Div. 2, Groups A, B, C, D  
Cl. I, Zone 2, AEx nR II  
Cl. II, Div. 1, Groups F, G  
(up to 250W)

Marine locations  
NEMA Type 4X and IP66  
Wet locations

The Champ FMV nR Series Floodlight offers exceptional illumination in industrial areas, both indoors and out. And, it comes standard as a restricted breathing luminaire. The Champ FMV nR Series Floodlight is easily adjusted to aim light where it's needed and is available in a wide variety of energy-saving mogul base HID light sources and wattages including:

- 150-400W High Pressure Sodium
- 175-400W Metal Halide

#### Applications:

The FMV is made with heavy-duty, die-cast aluminum components and stainless steel hardware. It offers superior corrosion resistance to ensure longer life, which makes the FMV floodlight the ideal choice for a wide variety of industrial applications, including wet and marine environments.

#### Features and Benefits:

- AEx nR, Ex nR restricted breathing rating is standard—a hazardous location luminaire without additional accessories or options; restricted breathing offers cooler T-numbers for increased hazardous locations suitability
- NEMA 7x6 butterfly beam floodlight pattern—wide, uniform and far reaching to provide excellent efficiency and more light where you need it
- NEMA Type 4X and IP66 construction is designed for use indoors and outdoors in marine and wet locations—with stainless steel external hardware suitable for saltwater and corrosive applications
- Easy wiring—standard terminal block with marked terminals saves time and eliminates wiring errors
- Vapor-tight sealing cable connector—standard
- Will accommodate existing mounting hardware—SFA6 slipfitter for pole and SWB6 wall mount
- Optional metric machining will accept M20 or M25 (must be specified on order)
- 40°C, 55°C and 65°C ambient suitability—addresses high ambients common at industrial facilities
- Low ambient capability to -40°C—perfect for colder climates
- Heavy-duty, die-cast copper-free aluminum enclosure with epoxy coating and stainless steel hardware—provides a robust design with industrial grade construction and corrosion resistance
- Hinged door frame assembly—has captive cover screws for ease of relamping
- Yoke mount design—standard construction provides the greatest mounting flexibility, can be mounted vertically (wall), horizontally (rooftop or floor), or any angle in between

- 3-axis resonance withstand and UL844 vibration compliant—can stand up to the tough jobs
- Precision formed aluminum reflector—superior beam control, distribution and efficiency
- Multi-tap ballasts—offering a choice of 120, 208, 240 and 277V; 220V 50Hz, 240V 50Hz, Tri-Tap (120, 277 and 347), and 480V ballasts are also available
- High light output with a low cost of operation—cost-effectiveness in a high wattage floodlight
- For use with SFA6 Slipfitter Adapter and SWB6 Wall Mount Bracket accessories—further enhances mounting flexibility

#### Certifications & Compliances:

NEC/CEC (NEC Ballast Gear and Socket):

- Class I, Division 2, Groups A, B, C, D
- Class I, Zone 2, AEx nR II
- Class II, Division 1, Groups F, G (up to 250W)
- Marine locations
- NEMA Type 4X and IP66
- Wet locations

IEC (IEC Ballast Gear and Socket):

- IEC Zone 2, Ex nR II (pending)

UL/cUL Standards:

- 844—Hazardous (Divisions Classified) Locations
- 60079-15
- 1598—Luminaires
- 1598A—Supplemental Requirements for Luminaires for Installation on Marine Vessels

IEC Standards:

- 60079-15

#### Standard Materials:

- Fixture housing and door frame assembly—die-cast aluminum
- External hardware—stainless steel
- Lens—heat- and impact-resistant tempered glass
- Yoke—aluminum

#### Standard Finishes:

- Enclosure and yoke—Corro-Free® epoxy powder coat
- Stainless steel—natural



The only full frame trunnion mount floodlight with a T3 rating and a removable ballast tray assembly.



#### Industry Best for Ease of Installation:

1. Removable ballast tray
2. Prewired to terminal blocks
3. Substantial room for wiring

#### Ratings (Electrical/Size):

##### Sources/Wattages (Mogul Base Lamps)

- HPS—150, 250, and 400W
- MH—175, 250, and 400W

##### Voltages

##### Standard Voltage Ballasts

- Multi-tap (120, 208, 240, and 277V 60Hz)
- Dual-tap (120 and 277V)
- 480V 60Hz
- Tri-tap (120, 277, 347V 60Hz)

##### Optional Voltage Ballasts

- 220V or 240V 50Hz (for export)
- 220V 60Hz (for export)

##### Isolated Ballasts

- 208, 240, or 480V (for Canada)

##### Hub Size

- Standard—3/4" NPT
- Optional—25 mm (M25 x 1.5) or 20 mm (M20 x 1.5)

**Crouse-Hinds**  
by **Eaton**

# Champ® FMV nR Floodlights

Cl. I, Div. 2, Groups A, B, C, D  
Cl. I, Zone 2, AEx nR II

Marine locations  
NEMA Type 4X and IP66  
Wet locations

6L

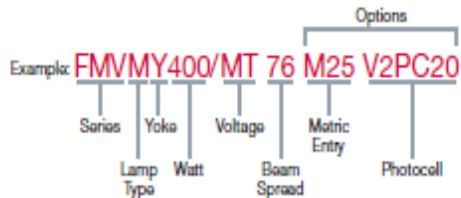
## Ordering Information for Floodlight with NEC Ballast:

Lamp Type	Watts	Yoke Mount ¾" NPT Hub
High Pressure Sodium	150	FMVSY150/MT 76
	250	FMVSY250/MT 76
	400	FMVSY400/MT 76
Metal Halide	175	FMVMY175/MT 76
	250	FMVMY250/MT 76
	400	FMVMY400/MT 76

## Voltage Suffixes†

Voltage (60Hz)	Dual-Tap	Tri-Tap	Multi-Tap	480
Suffix	/DT	/TT	/MT	/480

To complete catalog number, add voltage and options suffix(es).



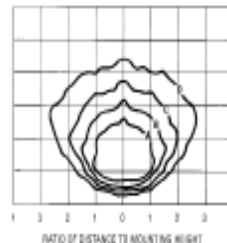
†150W HPS fixtures are furnished with ANSI spec/505 ballasts for 50W lamps. For 100W lamps, add suffix "/CE" after voltage suffix. Example: FMVSY150/MT CE 76.

## Photometric Data:



Isofootcandle Chart FMV  
400W High Pressure Sodium (HPS)  
Catalog Number: FMVSY400-76  
Lamp: 400W Clear HPS  
Lumen Rating: 50,000  
For 150W HPS, multiply footcandles by .32.  
For 250W HPS, multiply footcandles by 0.6.  
Fixture located at 0°, 0° aiming angle at 45°

(Note: See Figures 1 and 2).



Isofootcandle Chart FMV  
400W Metal Halide (MH)  
Catalog Number: FMVMY400-76  
Lamp: 400W Clear MH  
Lumen Rating: 34,000  
For 250W MH, multiply footcandles by 0.6.  
Fixture located at 0°, 0° aiming angle 45°

(Note: See Figures 1 and 2).

## Options:

Description	Suffix
Instant Restrike and Ballast Guard	
Instant restrike—enables a hot HPS lamp to immediately restrike after a momentary loss of arc due to voltage fluctuation or power outage	
Ballast guard starter cut out switch—prevents starter pulsing when lamp is cycling or inoperative; prolongs ballast and ignitor life.	
• 150W LX HPS only.....	TIR
Factory assembled with HID lamp installed.....	FA
Fused (not suitable for marine applications).....	S658
20mm metric thread for conduit opening.....	M20
25mm metric thread for conduit opening.....	M25
¾" NPT hub conduit opening.....	NPT75
Furnished with lamps (not installed).....	S714
Retention chain.....	S831
Pulse-Start Metal Halide.....	S828
Enclosure machined for 2 conduit/cable entries.....	S886

## Options for Photocell\*:

Description	Suffix
Photocell 120V, 50/60Hz installed.....	V2PC20
Photocell 208-240V, 50/60Hz installed.....	V2PC22
Photocell 277V, 50/60Hz installed.....	V2PC27

\*Photocell for Div. 2 installation only.

## Accessories (Order Separately):

<b>Slipfitter A adapter</b>	
To be mounted to yoke mount fixture	
Fits onto 2" pipe/conduit.....	SFA6
<b>Wall Bracket</b>	
Use with slipfitter adapter SFA6 for easy wall mounting and increased adjustability.....	SWB6

## Effective Projected Area (EPA):

- For windloading
- For proper pole selection

Aiming Angle	EPA
0°	2.9 FT²
30°	2.5 FT²
45°	2.1 FT²

## Footcandle Table:

Mounting Height	Footcandle Values for Isofootcandle Lines				
	A	B	C	D	E
15'	8.0	4.0	2.0	0.80	0.40
20'	4.5	2.3	1.1	0.50	0.23
25'	2.9	1.4	0.7	0.30	0.14
30'	2.0	1.0	0.5	0.20	0.10
35'	1.5	0.7	0.4	0.15	0.07
40'	1.1	0.5	0.3	0.11	0.05

Crouse-Hinds

by E.T-N

www.crouse-hinds.com US: 1-800-754-5454 CAN: 1-800-265-0532 Copyright © 2013 Eaton's Crouse-Hinds Business

1055

**6L Champ® FMV nR Floodlights**

Cl. I, Div. 2, Groups A, B, C, D  
Cl. I, Zone 2, AEx nR II

Marine locations  
NEMA Type 4X and IP66  
Wet locations

**Weights and Dimensions:**

Net Fixture Weights (Lbs.):

Fixtures	FMV S	FMV M
150W	37	37
175-250W	40	42
400W	44	44

SFAS (Spillfiller Adapter)—Add 4 lbs., SWSS (Wall Bracket)—Add 6 lbs.

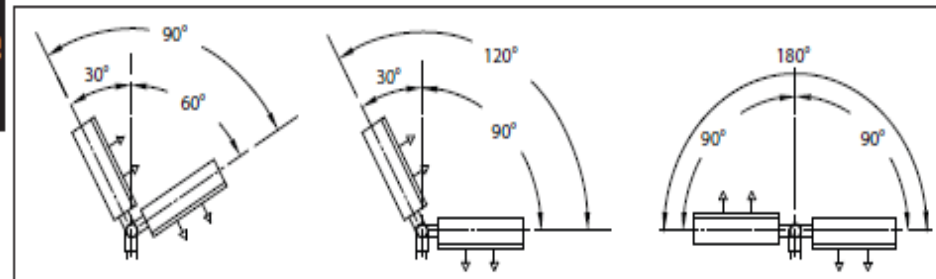
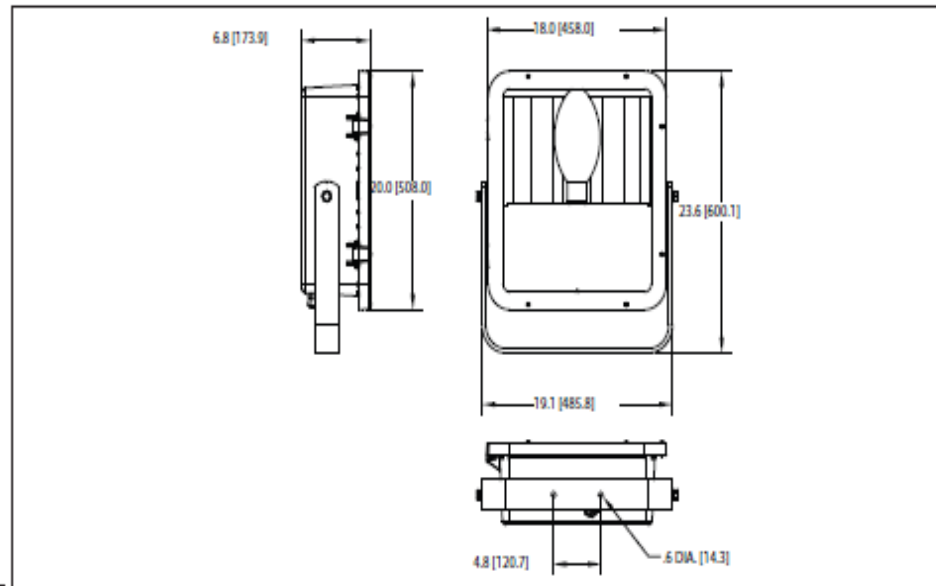


FIGURE 1

FIGURE 2

FIGURE 3

# Champ® FMV nR Floodlights

Cl. I, Div. 2, Groups A,B,C,D  
Cl. I, Zone 2, AEx nR II

Marine locations  
NEMA Type 4X and IP66  
Wet locations

6L

## Temperature Performance Data:

Catalog Series	Lamp		40°C Ambient			55°C Ambient			65°C Ambient			Fixture Aiming		
			Temperature Code			Temperature Code			Temperature Code			Range	Figure	
	Type	Watts	Class I, Zone 2	Class I, Div. 2	Supply Wire °C	Class I, Zone 2	Class I, Div. 2	Supply Wire °C	Class I, Zone 2	Class I, Div. 2	Supply Wire °C			
FMVS	High Pressure Sodium	150	T4	325	90	T4	325	90	T3	325	105	90°	1	
			T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	120°	2	
			T3	325	90	T3	325	105	T3	325	105	180°	3	
	400**	T4	325	90	T4	325	90	T3	325	105	90°	1		
		T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	120°	2		
		T3	325	90	T3	325	105	T3	325	105	180°	3		
	FMVM	Metal Halide	175	T4	325	90	T4	325	90	T3	325	105	90°	1
				T4	325	90	T4	325	105	T3	325	105	120°	2
				T3	350	90	T3	350	125	T3	T1	105	180°	3
250*		T4	325	90	T4	325	90	T3	325	105	90°	1		
		T4	325	90	T4	325	105	T3	325	105	120°	2		
		T3	350	90	T3	350	125	T3	T1	105	180°	3		
400**		T3	325	90	T3	325	105	-	-	-	90°	1		
		T3	325	105	T3	325	125	-	-	-	120°	2		
		T3	T1	105	T2	T1	125	-	-	-	180°	3		
Pulse-Start Metal Halide	175	T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	90°	1		
		T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	120°	2		
		T3	350	90	T3	T1	105	T3	T1	105	180°	3		
	250*	T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	90°	1		
		T4	325	90	T3	325	105	T3	325	105	120°	2		
		T3	350	90	T3	T1	105	T3	T1	105	180°	3		
	320**	T3	350	105	T3	350	105	-	-	-	90°	1		
		T3	350	105	T3	T1	125	-	-	-	120°	2		
		T3	T1	105	T3	T1	125	-	-	-	180°	3		

\*Suitable for use in 65°C ambient without optional bases.  
\*\*Suitable for use in 55°C ambient without optional bases.

## Lamp Selection (Mogul Base):

Fixture	Watts Type	Bulb	G.E.	Osram	Philips
FMVSY150	150 HPS	ED23 ½, BT25	LU150/55	LU150/55	C150S55
FMVSY250	250 HPS	ED18 ½, or ET18	LU250	LU250	C250S50
FMVSY400	400 HPS	ED37 ½, BT37	LU400	LU400	C400S51
FMVMY175	175 MH	ED28 or BT28	MVR175/U	M175/U	MH175/U
FMVMY250	250 MH	ED28 or BT28	MVR250/U	M250/U	MH250/U
FMVMY400	400 MH	ED37 or BT37	MVR400/U	M400/U	MH400/U

Photometrics are available online.

Crouse-Hinds  
by E.T-N

www.crouse-hinds.com US: 1-866-764-5454 CAN: 1-800-365-0502 Copyright© 2013 Eaton's Crouse-Hinds Business

1057

ANEXO # 4

CATÁLOGO DE LA LÁMPARA FMV 25L LED



**Champ® Pro PFM Series  
25L and 50L LED Floodlights**

**COOPER** Crouse-Hinds

## Champ® Pro PFM Series 25L and 50L LED Floodlights

### With LED Solutions from Cooper Crouse-Hinds, the Future is Bright

Cooper Crouse-Hinds offers the broadest portfolio of LED luminaires for any industrial or hazardous application. Additionally, we utilize more than 100 years of lighting expertise to optimize the benefits of LED technology to offer the safest and most reliable LED luminaire in the market.



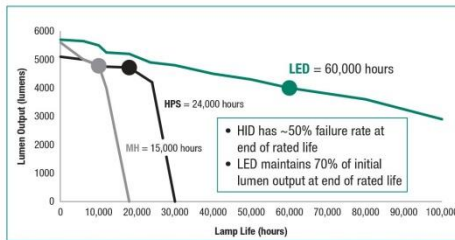
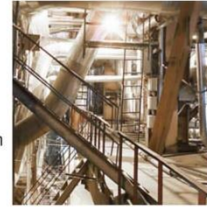
### Cooper Crouse-Hinds' LED Luminaires Have Numerous Advantages

#### Product Life

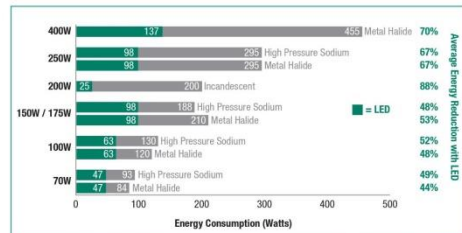
- **Operating life** – the lumen maintenance of a Cooper Crouse-Hinds LED is 60,000 hours. This is a significant upgrade over traditional light sources, such as incandescent and HID lamps.
- **Vibration** – shock- and vibration-resistant solid-state devices have no filaments or glass components that could break, greatly reducing the risk of premature failure.
- **Heat dissipation** – Cooper Crouse-Hinds' heat sinks are specifically engineered to remove heat from the LEDs and driver to ensure longer life, better lumen output, and accurate color temperature.

#### Energy Efficiency and Lumen Output

- Cooper Crouse-Hinds' LED luminaires on average consume 50% less energy than HID luminaires and 85% less energy than incandescent luminaires.
- LED luminaires provide higher lumens per watt as compared with many traditional lighting technologies (incandescent, compact fluorescent, HID).



Cooper Crouse-Hinds' LED luminaires remove the high maintenance costs associated with traditional lamps.



Cooper Crouse-Hinds' LED luminaires provide the same or better light output at a fraction of the energy.

#### Traditional HID Floodlight

#### Champ Pro PFM LED Floodlight



- Up to 65% more efficient
- 60,000 hours lumen maintenance - 2X to 5X the life of typical HID lamps
- Similar footprint to existing floodlights



## The Champ® Pro PFM LED Series is a perfect example of Cooper Crouse-Hinds innovation.

- Enhance safety and productivity
- Reduce energy consumption
- Cut overall cost of ownership
- Meet rising environmental standards

### Safe, reliable heat transfer

The heat sink was designed to perform in high ambient temperatures up to +40°C and as low as -25°C. The thick walls of the castings make for a tough, rugged housing that keeps the internal driver and LED temperatures down, allowing them to perform flawlessly, and protects them from damage. Separated driver and LED housing allows dust to shed from fixture.



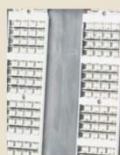
### High efficiency and lumen output

High efficiency drivers and LEDs provide 100 LPW for reliable low cost operation in industrial environments. Components were chosen to give industry-leading light output from an LED flood. Replaceable drivers and LEDs for ease of maintenance and "no lights out" feature.



### Versatile design

Can be used for outdoor or indoor applications, and for a wide range of mounting heights depending on model and light level requirement. Optics were specifically designed to give the familiar and industry-accepted NEMA 7x6 beam light pattern.



### Optional equipment (sold separately)

Optional visor offered to control light spill.  
Optional wire guard offered to protect lens from damage.  
Other options available - consult part numbering guide.

## Champ® Pro PFM Series 25L and 50L LED Floodlights

### Champ® Pro PFM LED offers new solutions for old challenges.

**It is a new era for Champ® fixtures.** This luminaire provides the same durability and reliability of a traditional Champ high wattage floodlight, coupled with the efficiency, low cost of ownership, and high performance of a Champ LED floodlight. High-performance LEDs and solid-state electronic drivers provide light where you need it, at a fraction of the operating cost of HID technologies.

#### THE CHAMP PRO PFM LED FAMILY

PFM LED Series Floodlights are designed to provide full-spectrum, crisp, white light. Two versions of the Champ Pro PFM LED are available, providing ideal solutions for a wide range of applications.

PFM Model	Equivalent HID Lamp	Energy Savings
PFM25L	750W MH	Up to 65%!
PFM50L	1500W MH / 1000W HPS	

#### LED SYSTEM

- High brightness light emitting diodes (LEDs)
- Color temperature: 5000K (CRI 67)
- Advanced heat sink design ensures LED does not exceed manufacturer's temperature ratings across all specified ambient conditions
- LM-79, LM-80 reports available upon request

#### APPLICATIONS

- High lumen output for installation in high mounting heights
- Locations requiring continuous and consistent light levels
- Areas requiring frequent on-and-off of lights
- Where extremely corrosive, wet, dusty, hot and/or cold conditions exist; indoors or outdoors
- NEMA 4X, marine, wet locations, and hose-down environments
- Indoor and outdoor area lighting in plants, buildings, and parking areas
- Manufacturing plants; heavy industrial, chemical, petrochemical or pharmaceutical facilities; platforms; loading docks; outdoor mounted general area lighting
- Ball mills, stackers and reclaimers, concentrators, smelters, mine roadways, outdoor processing areas, truck service shops, shovels, and drag lines



## Application

You're faced with high maintenance and operating costs within your coal-fired power plant. In addition, frequent lamp failures pose a safety concern where continuous lighting is required. You're tasked with identifying a lighting solution that reduces ownership costs and lowers downtime while maintaining similar or improved light levels.

#### Old Way:

Conventional 600-1500 watt metal halide floodlights are installed throughout the facility and operate continuously. Regular maintenance is required to replace burned-out lamps, which could require scaffolding to be built or other lifting equipment to be rented and can put maintenance personnel into dangerous locations at great heights. According to the Bureau of Labor Statistics, 22% of job related injuries come from workers falling while on the job. Additionally, any energy that is wasted in operation is lost profit to a power plant.

#### New Way:

Install 263 watt or 531 watt Champ® Pro PFM LED Floodlights. Benefit immediately from the long life and energy-efficient LED light source. The Champ Pro LED Floodlight is designed to easily adapt to existing SFA6 and SWB6 slipfitters and wall mount brackets.

#### Benefit:

Realize a potential \$535K in additional energy savings by making the change to Champ Pro PFM LED. Eliminate the need to build scaffolding, rent bucket trucks, and put your maintenance teams in dangerous situations high above the plant floor in order to change out HID lamps.

**DRIVERS**

PFM Model	25L, 50L
/UNV1	90-305 VAC, 50/60 Hz; 127-250 VDC
/UNV34	277-480 VAC Model

**STANDARD MATERIALS**

- Housing – copper-free aluminum with Corro-free™ epoxy powder coat
- Lens – heat- and impact-resistant glass
- Yoke mount (standard) – copper-free aluminum with Corro-free™ epoxy powder coat
- Gaskets – silicone
- External hardware – stainless steel
- Factory-sealed, no external seals required

**WEIGHTS**

PFM Model	Lbs.
PFM25L	52.00
PFM50L	106.00



**CERTIFICATIONS AND COMPLIANCES**

- UL1598
- UL1598A
- cUL
- NEMA 4X
- IP66
- DesignLights Consortium® approved for select models (refer to Ordering Information for details)
- UL approved up to 40°C ambient



**ELECTRICAL RATINGS**

	PFM25L	PFM50L
Voltage Range, VAC	120-277V 50/60 Hz	
	277-480V 50/60 Hz	
Voltage Range, VDC	127-250V	
Input Power (Nom.)	263	531
Input Amps (Max.)	2.6	5.2
Power Factor	>0.90	

**OPTIONS**

**Suffix to add to Catalog No.**

- Two conduit/cable glands of like thread installed . . . . . **S886**
- Diffused glass lens . . . . . **S891**
- Polycarbonate lens . . . . . **S903**

**ACCESSORIES**

**Catalog No. Sold Separately**

- Bolt-on visor (sold separately) . . . . . **DSV1**
- Bolt-on wire guard (sold separately) . . . . . **P61**
- Floodlight slipfitter (sold separately) . . . . . **SFA6\***
- Slipfitter wall mount adapter (sold separately) . . . . . **SWB6\***

\*Available with PFM25L model only.

# Champ® Pro PFM Series 25L and 50L LED Floodlights

## ORDERING INFORMATION

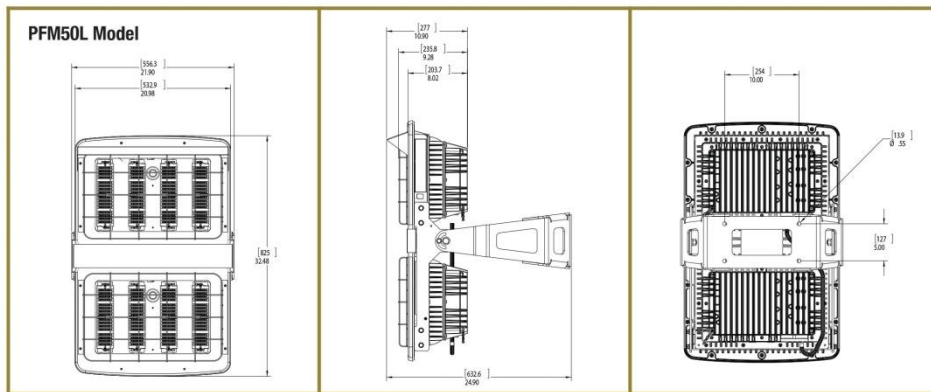
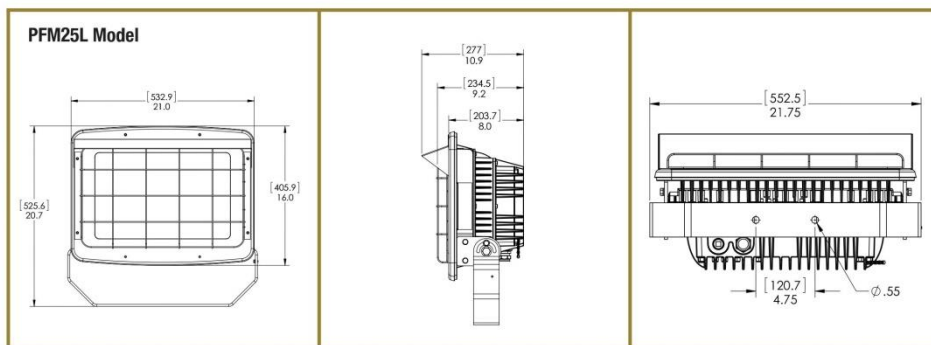
25L Series†*	50L Series
PFM25LCY/UNV1 76	PFM50LCY/UNV1 76

**NOTE:** Available in cool color temperature only. For 277-480 VAC option, replace /UNV1 with /UNV34.

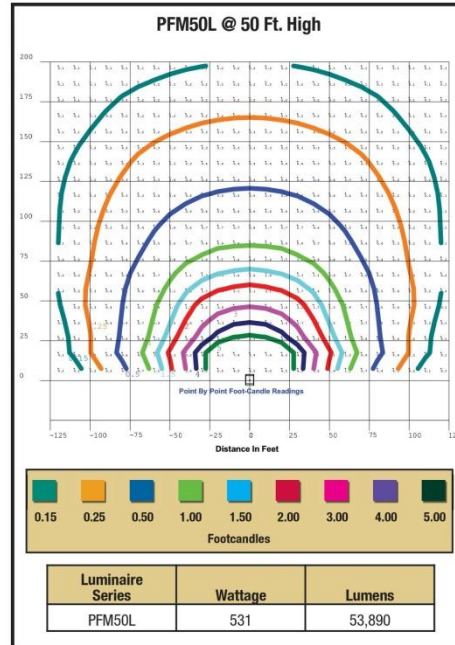
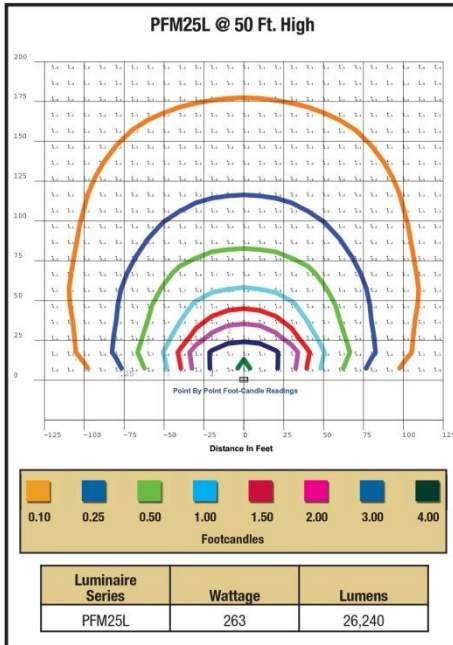
†Design Lights Consortium approved model at 120-277V.

\*PFM25L is DLC approved with a 5 year limited warranty. Refer to page 2 of the D-0413 authorized distributor price book for Cooper Crouse-Hinds standard terms and conditions.

## DIMENSIONS



PHOTOMETRIC DATA



**For more information:**

If further assistance is required, please contact an authorized Cooper Crouse-Hinds Distributor, Sales Office, or Customer Service Department

**U.S. (Global Headquarters):**

**Cooper Crouse-Hinds**

Wolf & Seventh North Streets  
Syracuse, NY 13221  
(866) 764-5454  
FAX: (315) 477-5179  
FAX Orders Only: (866) 653-0640  
crouse.customerctr@cooperindustries.com

**Canada:**

**Cooper Crouse-Hinds Canada**

Toll Free: 800-265-0502  
FAX: (800) 263-9504  
FAX Orders only: (866) 653-0645

**Mexico/Latin America/Caribbean:**

**Cooper Crouse-Hinds, S.A. de C.V.**

52-555-804-4000  
FAX: 52-555-804-4020  
mxmercadotecnia@cooperindustries.com

**Europe (Germany):**

**Cooper Crouse-Hinds GmbH**

49 (0) 6271 806-500  
49 (0) 6271 806-476  
sales.CCH.de@cooperindustries.com

**Middle East (Dubai):**

**Cooper Crouse-Hinds LLC**

971 4 4272500  
FAX: 971 4 4298521  
sales.CCH.me@cooperindustries.com

**Singapore:**

**Cooper Crouse-Hinds Pte. Ltd.**

65-6645-9888  
FAX: 65-6297-4819  
chsi-sales@cooperindustries.com

**China:**

**Cooper Crouse-Hinds Pte. Ltd.**

86-21-2899-3600  
FAX: 86-21-2899-4055  
cchsales@cooperindustries.com

**Korea:**

**Cooper Crouse-Hinds Korea**

82 2 538 3425  
82 2 538 3505  
CCHK-sales@cooperindustries.com

**Australia:**

**Cooper Electrical Australia**

61-2-8787-2777  
FAX: 61-2-9609-2342  
crousehindsaustralia@cooperindustries.com

**India:**

**Cooper India Pvt. Ltd.**

91-124-4683888  
FAX: 91-124-4683899  
cchindia@cooperindustries.com

www.crouse-hinds.com

Cooper Crouse-Hinds is a registered trademark of Cooper Industries, Inc.  
©2013 Cooper Industries, Inc.

**Your Authorized Cooper Crouse-Hinds Distributor is:**



For our complete portfolio of LED products,  
please visit [www.follow-the-LEDer.com](http://www.follow-the-LEDer.com)



**Cooper US, Inc.**  
800 Travis Street, Suite 5600  
Houston, TX 77002-1001  
P: 713-209-8400  
[www.cooperindustries.com](http://www.cooperindustries.com)

5070-0513

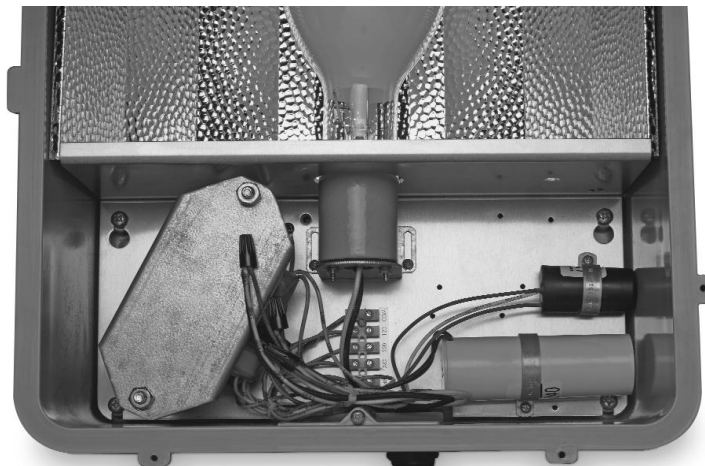
Printed in USA

**COOPER** Crouse-Hinds

**ANEXO # 5**

**LAMAPARA FMVSY400/MT VAPOR DE SODIO Y SUS PARTES INTERNAS.**

**Lámpara Crouse hinds FMVSY400/MT.**



**Ignitor LI 501 H4.**



**Capacitor 55  $\mu$ F.**



**Autotransformador.**



**Bulbo de vapor de sodio a alta presión 400 W.**



