

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION DE VIAS
CON UNA ILUMINANCIA DE 60 LUX**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

KATHERINE SALOMÉ CORNEJO DOLORES

PROMOCIÓN 2010- II

LIMA-PERÚ

2014

Dedico este trabajo a mi mamá Hervira Dolores Serna

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
Introducción	
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivo General	2
1.3. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación	2
1.5. Alcances	4
1.6. Limitaciones	6
CAPÍTULO 2	7
Definición del Problema	
2.1. Identificación del problema	7
2.2. Planteamiento de la hipótesis de trabajo	7
CAPÍTULO 3	9
Marco Teórico	
3.1. Red de Baja Tensión	9
3.1.1. Esquema de Distribución	9
3.1.2. Trazado de Red	9
3.1.2.1. Trazado Aéreo	9
3.1.2.2. Trazado Subterráneo	10
3.2. Conductores Eléctricos	10
3.2.1. Aislamiento	10
3.2.2. Rellenos y revestimientos	11
3.2.3. Armadura metálica	11
3.2.4. Cubierta	11
3.3. Dimensionado de Canalizaciones	12
3.3.1. Tensión nominal	12
3.3.2. Corriente de Proyecto	13
3.4. La Luz	13
3.5. Propiedades de las Fuentes Luminosas	14
3.5.1. Temperatura de Color	14
3.5.2. Índice de Rendimiento de Color	15
3.6. Unidades Luminosas	16

3.6.1.	Flujo luminoso	16
3.6.2.	Intensidad Luminosa	16
3.6.3.	Iluminancia	16
3.6.4.	Rendimiento luminoso	16
3.6.5.	Luminancia	16
3.6.7.	Reflexividad	17
3.6.8.	Relación entre Reflexividad (r), Luminancia (b) e Iluminación (e)	17
3.7.	Clasificación de las Lámparas Eléctricas	17
3.7.1.	Lámpara de Incandescencia	18
3.7.2.	Lámpara de Descarga	18
3.8.	Características de la Visión humana	22
3.8.1.	Visión Fotópica (Diurna)	23
3.8.2.	Visión Escotópica (Nocturna)	23
3.8.3.	Visión Mesotópica (Intermedia)	23
3.9.	Percepción Visual	23
3.9.1.	Acomodación Visual	24
3.9.2.	Adaptación Visual	24
3.10.	Factores que Influyen en los efectos de la Exposición	25
3.10.1.	Edad	25
3.10.2.	Nivel de Iluminancia	25
3.10.3.	Susceptibilidad Individual	25
3.10.4.	Tiempo de Exposición	25
3.10.5.	Tipo de Iluminación	26
3.11.	Efectos de la Mala Iluminación en la Salud de las Personas	26
3.11.1.	Pérdidas de Agudeza Visual	26
3.11.2.	Fatiga Ocular	26
3.11.3.	Deslumbramiento	26
3.11.4.	El Rendimiento Visual	26
3.11.5.	Fatiga Muscular	27
3.11.6.	Otros riesgos	27
CAPÍTULO 4	28
Diseño del Sistema		
4.1.	Diseño Del Sistema de Iluminación	28
4.1.1.	Selección de tipo y color de Lámpara	28

4.1.2. Potencia y altura de instalación.....	30
4.2. Diseño Del Sistema Eléctrico.....	35
4.2.1. Selección del Punto de Alimentación.....	35
4.2.2. Diseño de los Circuitos Eléctricos.....	38
4.3. Estimación de Costos	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50

PRÓLOGO

El desarrollo del presente informe de suficiencia, abarca cinco capítulos con el fin de mostrar el desarrollo del estudio de ingeniería que se requiere en la implementación de un sistema de iluminación de Vías en un Complejo Siderúrgico del Perú.

En el Primer Capítulo vemos la introducción que detalla el objetivo, los alcances y las limitaciones del proyecto.

En el Segundo Capítulo se hace un análisis del problema y de sus posibles soluciones.

En el Tercer Capítulo se refiere al Marco Teórico.

En el Cuarto Capítulo se presentan los cálculos de ingeniería y las simulaciones del Sistema de Iluminación con sus respectivos resultados incluyendo los costos del proyecto.

Asimismo, se presentan las respectivas conclusiones, recomendaciones, apéndices y la bibliografía utilizada para la elaboración del presente informe de suficiencia.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de iluminación de vías reciben un importante suministro de energía eléctrica para su funcionamiento y generan un beneficio que se transforma en seguridad, ambientación, confort y bienestar general.

El efecto que produce la alteración en la calidad del suministro de energía, el tiempo, la polución, entre otros altera las condiciones de funcionamiento, para nuestro caso el principal factor de depreciación de la instalación en el Complejo Siderúrgico de Chimbote es la corrosión, seguido por la polución y en un porcentaje menor la calidad de energía, estos factores dejaron inoperativos el anterior sistema de iluminación por tanto deducimos que el planteamiento del sistema de iluminación no se basa únicamente en la puesta en servicio, sino en un análisis de ingeniería que incluya el ciclo de vida de los nuevos activos, lo cual involucran aspectos relacionados a la operación, gestión, mantenimiento, consumo, eliminación, etc; el aspecto de operación puede verse favorecido o perjudicado por la fase de construcción debido a las buenas o malas prácticas de ingeniería que deterioren la vida útil de los equipos en función del tiempo.

En el presente informe de suficiencia se plantea el Proyecto Iluminación de Vías teniendo en cuenta el futuro mantenimiento, el diseño de ingeniería está basado en las siguientes normas DGE 017-AI-1 1982, Norma Técnica de Alumbrado de Vías

Públicas RM N°013-2003-EM/DM, CNE Código Nacional Eléctrico Utilización 2006 y el Código Nacional Suministro 2010.

1.1. Antecedentes

El proyecto se encuentra ubicado en el Complejo Siderúrgico de la Ciudad de Chimbote Provincia del Santa Departamento de Ancash; en la década de los 80's existieron instalaciones de iluminación, pero debido al paso de los años los postes que eran de fierro galvanizado colapsaron por la corrosión y quedaron inoperativos, para compensar la iluminación se instalaron torres de iluminación de 18 m de altura en los puntos críticos de los cruces, pero no da cobertura al total de las vías.

1.2. Objetivo General

Diseñar un sistema de Iluminación de vías de tránsito que actualmente no tienen iluminación y tienen altos niveles de tránsito dentro del Complejo Siderúrgico de Chimbote -Ancash.

1.3. Objetivos específicos

- Realizar la iluminación con nivel de iluminancia mínimo de 60 lux.
- Reducir la probabilidad de accidentes por medio del Sistema de Iluminación.

1.4. Justificación

El nivel de iluminación antes de la ejecución del proyecto era de 0 a 5 lux en todo el complejo lo que representa una deficiencia grave que puede ocasionar accidentes con las unidades móviles (Unidades de transporte de personal, camiones chatarra y vagones de tren) y las personas que transitan por la pista en la noche; también dificulta la labor de Seguridad Patrimonial en el control de los activos del complejo.



Figura 1.1. Tramo de pista y vereda



Figura 1.2. Instalación en desuso

1.5. Alcances

El sistema de Iluminación abarcará desde el Centro Médico hasta la Planta de Largos, de la siguiente manera:

- Iluminación de vías tramo 1 de Centro Médico a Comedor de Hierro.
- Iluminación de vías tramo 2 del Comedor de Hierro a Manhole N3 (Reactores)
- Iluminación de vías tramo 3 Taller Transportes a Manhole N2 (S.E. Fundición)
- Iluminación de vías tramo 4 SS.HH. Transportes a Comedor de Acero.
- Iluminación de vías tramo 5 Comedor de Acero a Coco 3.
- Iluminación de vías tramo 6 Centro Médico a Llegada Largos.

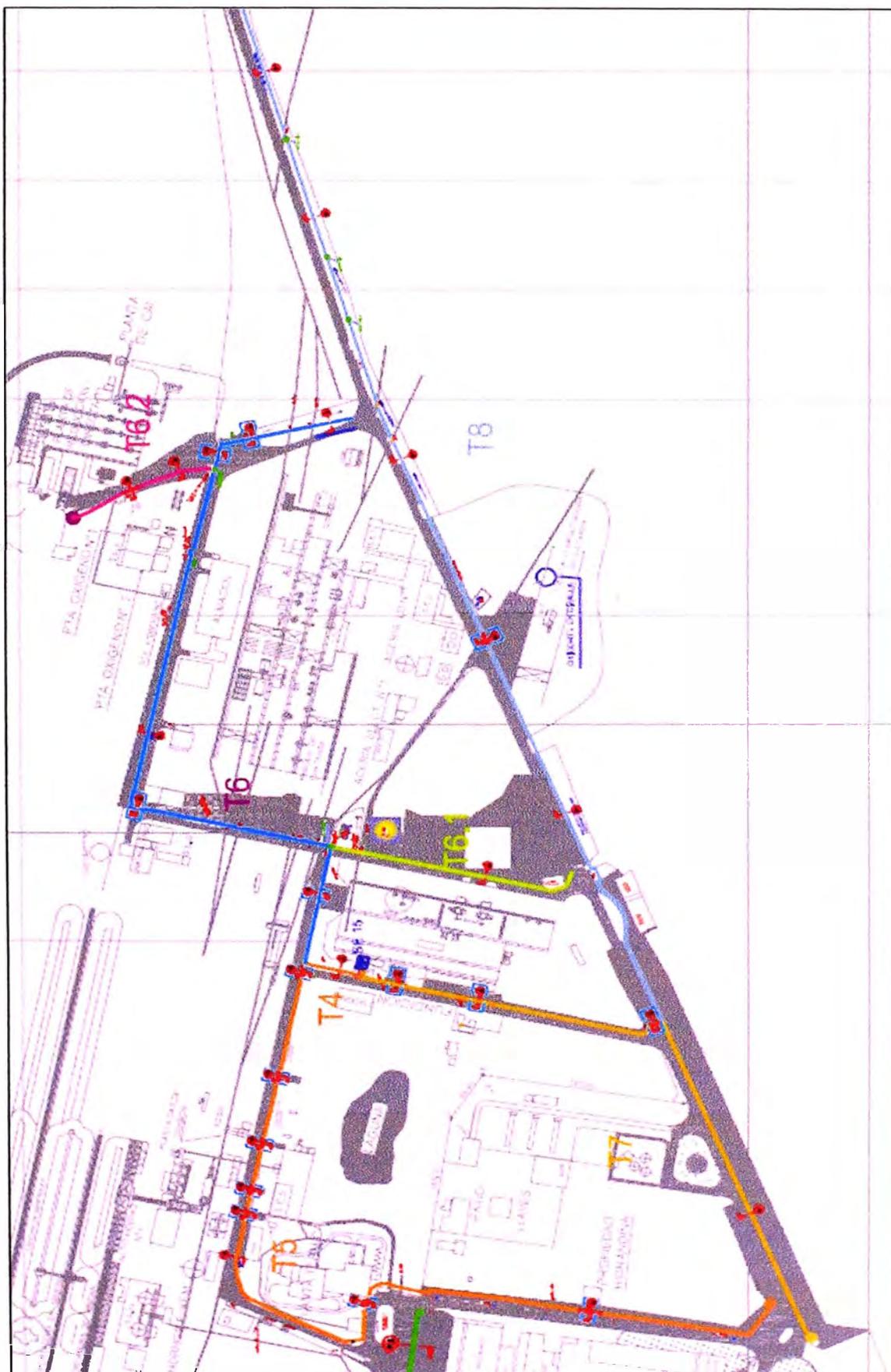


Figura 1.3. Alcance del Proyecto

1.6. Limitaciones

- El nivel de iluminación como mínimo a alcanzar será de 60 lux.
- La alimentación eléctrica para los diferentes tramos ha sido prevista desde la subestación más próxima empleando los transformadores existentes que cuenten con capacidad; se previó la compra de transformadores del tipo seco donde sea necesario.
- Los tableros a adquirir deben contar con sistema de bloqueo.
- El presupuesto entregado para el proyecto es 400,000.00 USD.

CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo entenderemos el problema que dio origen al proyecto y las posibles soluciones que podrían haberse llevado a cabo.

2.1. Identificación del problema

El problema es la falta de Iluminación en las vías de tránsito, por las vías transitan vehículos que cargan chatarra, montacargas, ferrocarriles y personas que se dirigen a diferentes plantas del complejo, este nivel de iluminación debe ser como mínimo 60 lux.

2.2. Planteamiento de la hipótesis de trabajo

Como explicamos en el Capítulo 1 anteriormente hubo un Sistema de Iluminación existente que tuvo un tiempo de duración de 5 años, debido a estas razones:

- Los postes eran de Fierro Galvanizado.
- El nivel de distribución estaba dirigido en 4160 VAC.
- En las bases de los postes se encontraban los transformadores de 4160/220VAC con instalación directa a la luminaria sin protecciones.
- Si subiera o bajara la tensión en 4160 VAC ocasionaba su efecto en el lado de 220VAC y como la instalación no tenía protecciones la lámpara se dañaba.

Partiendo de estos datos podemos apreciar que tipo de materiales no debemos utilizar y bajo que parámetros deberíamos realizar nuestra Ingeniería, por lo tanto deducimos los siguientes puntos bases:

- En el caso de los postes con tubo de FeG, este se corroe aunque se podría realizar un requerimiento con Tubos de FeG de mayor espesor de galvanizado y adicionar una capa de pintura anticorrosiva siempre necesitaría de un programa de mantenimiento; otro tipo de postes son los de concreto que no necesitan mantenimiento y son duraderos, por lo tanto se eligió postes de concreto.
- En el caso de las pastorales serán de FeG cubiertas con una capa de pintura anticorrosiva, no se eligió pastorales de concreto debido al riesgo de caída frecuente que se dan en los mismos.
- La tensión de distribución actualmente es diferente que en la década de los 80's por tal motivo según el Código Nacional Eléctrico Utilización 2006 nuestro nivel de distribución puede ser 380 + N ó 240 VAC, pero en el Complejo para el nivel de Baja Tensión no existen tensiones de 380VAC sino 240VAC y 440VAC, por ende seleccionaremos 240VAC.
- En la definición del nivel de iluminancia se siguió la directriz del Grupo Corporativo Gerdau en todas sus unidades en concordancia con la siguiente normativa peruana: DGE 017-A1-1 1982, Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas RM N°013-2003-EM/DM, CNE Código Nacional Eléctrico Utilización 2006 y el Código Nacional Suministro 2010.

Entonces plantearemos las siguientes hipótesis:

- Diseñar un Sistema de Iluminación en base a postes de concreto, pastorales de FeG, con una tensión de distribución de 240VAC y cuyo nivel de iluminación sea como mínimo 60 lux.
- Diseñar un Sistema de Iluminación que tenga en cuenta el mantenimiento en su vida útil.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

En este capítulo mostraremos el fundamento teórico del proyecto por medio de la presentación de conceptos sobre el tema de distribución eléctrica, características de conductores eléctricos, conceptos de canalización de conductores e iluminación.

3.1. Red de Baja Tensión

3.1.1. Esquema de Distribución

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación por un lado, y de las masas de la instalación receptora por otro.

3.1.2. Trazado de Red

Existen dos posibilidades en la realización del trazado: aéreo y subterráneo.

3.1.2.1. Trazado Aéreo

Consiste en la distribución aérea de la red mediante apoyos, la ventaja más importante que presenta este tipo de trazado es que puede circular una mayor intensidad por los conductores que forman la red, en comparación con el trazado subterráneo, otra ventaja sería el hecho de poder utilizar cables de menor sección

y consecuentemente más económicos, respecto a las desventajas son la menor seguridad del aislamiento y el hecho de respetar las distancias mínimas de seguridad según el CNE.

3.1.2.2. Trazado Subterráneo

Consiste en la distribución bajo tierra de la red, la gran ventaja que presenta este tipo de trazado es la seguridad de aislamiento que aporta a las líneas, disminuyendo así el mantenimiento correctivo, también presenta la ventaja de no tener que cumplir las estrictas distancias mínimas de seguridad, la desventaja que presenta es que puede circular una menor intensidad por los conductores que forman la red.

3.2. Conductores Eléctricos

Son los encargados de transportar la energía desde la fuente hacia la carga, los metales utilizados son el cobre y el aluminio de uso eléctrico, debido a su alta conductividad eléctrica, la forma de los conductores puede responder a cuerdas de cableado circular concéntrico, circular comprimido, circular compacto o sectorial compacto, Las partes del conductor son las siguientes:

3.2.1. Aislamiento

Tiene por finalidad, eliminar o disminuir llevando a valores seguros la diferencia de potencial de los conductores con respecto al valor de referencia, normalmente tierra. Los aislamientos normalmente utilizados son:

- PVC (Policloruro de vinilo, temperatura de operación de 70-80°C)
- XLPE (Polietileno reticulado, temperatura de operación de 90°C)
- PE (Polietileno termoplástico, temperatura de operación de 60°C)
- EPR (goma etilen-propilénica, temperatura de operación de 90°C)

3.2.2. Rellenos y revestimientos

Son compuestos de materiales no higroscópicos sin características eléctricas utilizados para conferirle a cables multipolares una forma sustancialmente circular que se aplica directamente sobre el reunido de las fases.

3.2.3. Armadura metálica

Está constituida por dos capas de cintas de acero galvanizado o aluminio en cables multi y unipolares respectivamente. La principal función es la protección mecánica

3.2.4. Cubierta

Constituida normalmente por un compuesto de PVC de adecuada resistencia mecánica y a los agentes atmosféricos y químicos con el objeto de establecer una protección mecánica mínima en los cables no armados y complementaria en los armados.

Corresponde observar que no todos los cables de baja tensión cuentan con todos los elementos constitutivos definidos anteriormente, que cuenten o no con dichos elementos dependerá del tipo de cable del que se trate y de su utilización.

Las siguientes son definiciones referidas a distintos tipos de cables:

- **Conductor aislado:** Conjunto que incluye el conductor, su envolvente aislante y sus eventuales pantallas
- **Cable (aislado):** Conjunto constituido por uno o más conductores aislados, su eventual revestimiento individual, la protección eventual del conjunto y el o los revestimientos de protección eventuales.
- **Cable unipolar:** Cable de un solo conductor aislado.
- **Cable multipolar:** Cable de más de un conductor aislado.

3.3. Dimensionado de Canalizaciones

Dimensionar un circuito implica básicamente determinar la sección de todos los conductores del mismo y a corriente nominal, los dispositivos de protección correspondientes, para la selección de las canalizaciones eléctricas se debe considerar las siguientes etapas:

- Definir la tensión nominal de cable.
- Determinar la corriente del proyecto.
- Elegir el tipo de conductor y la forma de instalación.
- Determinar la sección por el criterio de “capacidad de conducción de corriente” o “corriente admisible”.
- Verificar la sección por el criterio de “corriente de cortocircuito”.
- Verificar la sección por el criterio de “caída de tensión”.
- Verificar el cumplimiento de las secciones mínimas exigidas.

3.3.1. Tensión nominal

La tensión nominal de un cable es la tensión de referencia para la que se ha previsto el cable y que sirve para definir los ensayos eléctricos, la tensión nominal de un cable se indica mediante la combinación de dos valores U_0/U expresados en V, siendo:

U_0 : Tensión nominal a frecuencia industrial entre el conductor y el conductor de protección a tierra o pantalla metálica para la cual está diseñado el cable.

U : tensión nominal a frecuencia industrial entre los conductores para la cual está diseñado el cable.

La tensión nominal de un cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el mismo va a estar instalado.

3.3.2. Corriente de Proyecto

La corriente se debe calcular tomando como base los datos de potencia consumida por las cargas a alimentar (fuerza motriz, iluminación, calefacción, servicios, etc.), el área de influencia del conductor a dimensionar (el conductor alimenta un único receptor, alimenta un tablero o agrupamiento de cargas, etc.) y los criterios de sobredimensionado que corresponda según el tipo de carga a alimentar (arranques simultáneos de motores, encendido de lámparas de descarga, etc.).

Debido a los transitorios que se producen durante el encendido de las lámparas de descarga, es práctica usual, y el Reglamento del Código Nacional Eléctrico CNE así lo establece, considerar lo siguiente:

Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus equipos asociados y a sus corrientes armónicas, para este tipo de alumbrado, se tomará la potencia nominal del alumbrado proyectado multiplicado por el coeficiente 1.3.

$$P_L = 1.3 * P_{LAMPARA}$$

Ecuación 3.1

3.4. La Luz

La luz se considera como una emisión de radiación electromagnética en el espectro visible, en la Figura 3.1 se muestra el espectro electromagnético en la longitud de onda, propiedad que sirve para delimitar las distintas bandas existentes e identificarlas con diferentes nombres, la región sensible al ojo humano es conocida como espectro visible y abarca aproximadamente entre 380nm y 770nm.

3.5. Propiedades de las Fuentes Luminosas

En general se usan dos sistemas para medir las propiedades cromáticas de una fuente luminosa artificial que son: la temperatura de color y el índice de rendimiento cromático de color IRC.

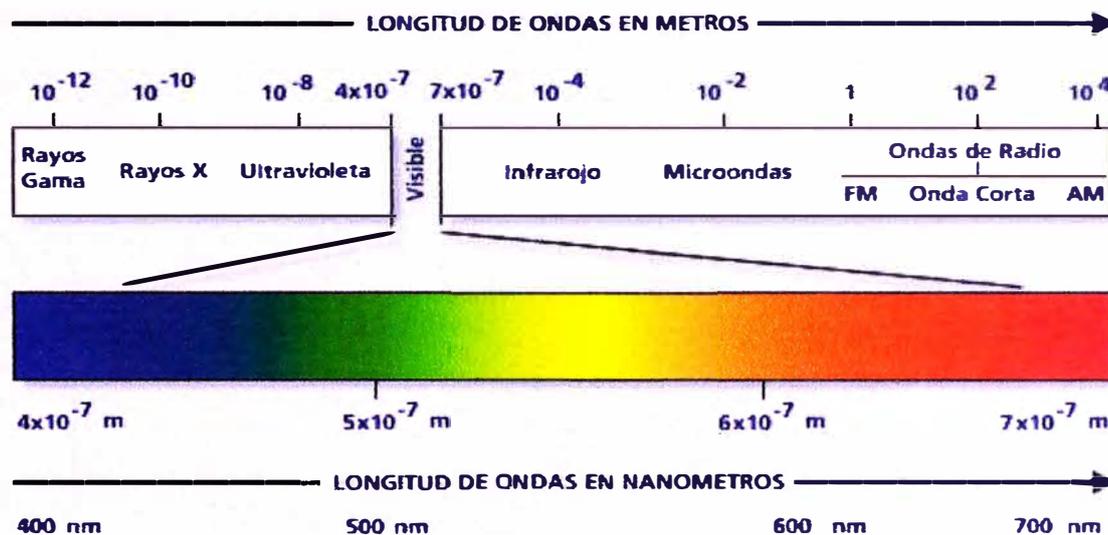


Figura 3.1. Espectro electromagnético

3.5.1. Temperatura de Color

El color de la luz de una lámpara artificial se mide por su apariencia cromática y está basada en el siguiente principio: todos los cuerpos al aumentar su temperatura emiten luz, mientras más alta es la temperatura más azul o fría es la luz, mientras más baja es la temperatura más cálida y rojiza es la luz; la escala es una comparación de la temperatura que se tendría al calentar un cuerpo negro para emitir ese color, en la Tabla 3.1 se tienen los diferentes tipos de tonalidades de las lámparas artificiales.

Tabla 3.1. Temperatura de Color

Temperatura de color	
Luz Cálida	≤ 3300 K
Luz Intermedia	3300 a 5000 K
Luz de día	≥ 5000 K

3.5.2. Índice de Rendimiento de Color

El índice de rendimiento de color mide la capacidad de luz para reproducir los colores de las personas u objetos para que parezcan más naturales, está basado en una escala de 0 – 100 entre mayor sea el IRC mejor será la calidad de luz para reproducir los colores; el Comité Internacional de Iluminación (CIE) presenta un sistema de clasificación de las lámparas en cuatro grupos según el valor del IRC que se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Apariencia de color y rendimiento según CIE

Grupo	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta.
		Intermedia	Escaparate, tiendas, hospitales.
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes.
2	70 IRC 85	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos).
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos).
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos).
3	Lámparas con IRC < 70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo.		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia.
4	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

3.6. Unidades Luminosas

3.6.1. Flujo luminoso

Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa, su unidad es el lumen.

3.6.2. Intensidad Luminosa

Se define como la cantidad de flujo luminoso propagado en una dirección dada, que atraviesa o incide sobre una superficie por unidad de ángulo sólido, su unidad es la candela (cd).

3.6.3. Illuminancia

Flujo luminoso que incide sobre una superficie, su unidad es el lux.

1 Lux = 1 lumen por metro cuadrado.

1 Lux = 0.093 pie-candelas (pie).

1 Pie-Candela = 10.8 Lux (o lúmenes por metro cuadrado).

$$Intensidad = \frac{Illuminancia}{distancia^2}$$

Ecuación. 3.2

3.6.4. Rendimiento luminoso

Mide la cantidad de energía que se transforma en luz en relación con la energía total consumida, su unidad es el lumen por watts (lm/w).

3.6.5. Luminancia

Cantidad de luz que incide en una superficie y que es reflejada, esta propiedad permite que los objetos sean visibles al ojo debido a las transformaciones por absorción de los mismos proporcionando una percepción de brillo; la unidad básica de la luminancia o brillo es el pic-lambert.

1 Pie – Lambert = 3.43 Candelas por metro cuadrado.

3.6.6. Reflectancia

Se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado (luminancia) y el flujo luminoso incidente (iluminancia).

$$\text{Reflac tan cia} = \frac{\text{Lu min ancia}}{\text{Ilu min ancia}}$$

Ecuación 3.3.

3.6.7. Reflexividad

Es el porcentaje de la luz o flujo luminoso incidente que es reflejado por una superficie.

3.6.8. Relación entre Reflexividad (r), Luminancia (b) e Iluminación (e)

$$r = \left(\frac{b}{e} \right) \times 100$$

Ecuación 3.4.

3.7. Clasificación de las Lámparas Eléctricas

LAMPARAS ELECTRICAS	Incandescencia	Lámparas Incandescentes		
		Lámparas Halógenas		
	Descarga Gaseosa	Lámparas de Vapor de Sodio	Baja Presión	
			Alta Presión	
		Lámparas de Vapor de Mercurio	Baja Presión	Lámparas Fluorescentes
			Alta Presión	Lámparas de Vapor de Mercurio
				Lámparas de Luz de Mezcla
Lámparas con Halogenuros Metálicos				
Lámparas con Halogenuros Metálicos – Cerámicos				

Tabla 3.3. Clasificación Lámparas Eléctricas

3.7.1. Lámpara de Incandescencia

Fue la primera en utilizarse para la generación de luz artificial y basa su funcionamiento en el principio de termorradiación.

3.7.2. Lámpara de Descarga

Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de generar luz y su principio de funcionamiento se basa en la luminiscencia; al someter gas ionizado y confinado en un tubo de descarga a un voltaje elevado entre los electrodos, produce un flujo de iones positivos y negativos, a este flujo se le denomina descarga eléctrica.

A diferencia de las lámparas incandescentes, la emisión de luz que produce la lámpara de descarga tiene un espectro discontinuo, es decir presenta bandas de colores; actualmente existen lámparas cuyas características luminosas dependen del gas que contiene y la presión a la que está sometida, requieren un tiempo de encendido determinado para alcanzar las condiciones adecuadas de funcionamiento y necesitan de un elemento externo llamado balastro para su correcto funcionamiento.

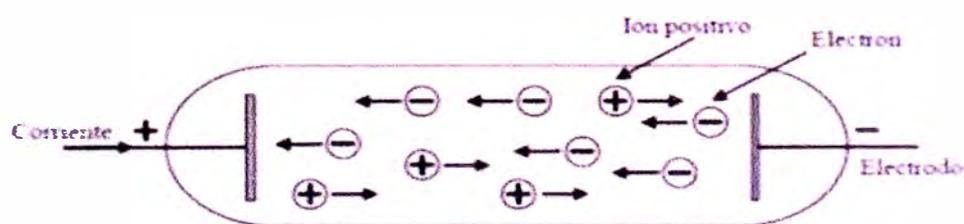


Figura 3.3. Descarga eléctrica

En función del tipo de descarga y del elemento emisor de luz pueden clasificarse las lámparas de descarga existentes en la actualidad

3.7.2.1. Lámparas de Descarga a Baja Presión

Estas lámparas emiten una porción relativamente alta de la energía eléctrica convertida en líneas espectrales de bajos

niveles de excitación denominadas líneas de resonancia; la presión de vapor óptima para la descarga de baja presión eficiente se encuentra en torno a 1Pa, la radiación de las líneas resonantes decrece debido a la autoabsorción por causa del aumento de presiones y al aumento de la carga, la baja presión y la baja densidad de corriente generalmente implica que las dimensiones de los tubos de descarga deben ser considerables; el tubo de descarga es por tanto el elemento que limita la fabricación de este tipo de lámparas, las principales que emplean la descarga a baja presión son las lámparas de vapor de sodio a baja presión y las lámparas de vapor de mercurio a baja presión.

a) Lámparas de Vapor de Sodio de Baja Presión

No todos los elementos son adecuados para generar radiación por este sistema dentro del espectro visible, en esta zona del espectro hay dos líneas de resonancia del sodio, las denominadas líneas D de sodio, la situación de estas líneas muy cerca del máximo de la curva de sensibilidad del ojo humano $V(\lambda)$, tiene su máximo en el centro de la zona visible del espectro electromagnético en la zona correspondiente al color verde y decrece progresivamente hacia los extremos de esta zona alcanzando el cero en los extremos (infrarrojo y ultravioleta).

Una desventaja es que el valor óptimo de la presión de vapor de 0.4 Pa requiere una temperatura de 260°C para el sodio, la energía empleada en llevar la descarga a esta temperatura no se transforman en luz, sin embargo las lámparas de descarga de sodio a baja presión actuales pueden llegar a eficacias luminosas superiores a 220 lm/W.

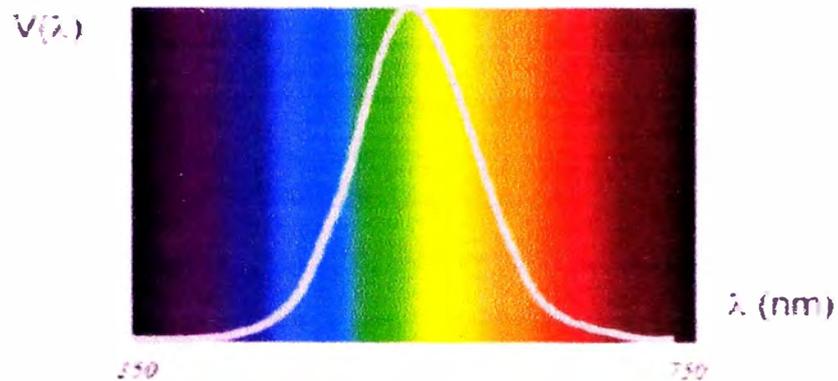


Figura 3.4. Curva de sensibilidad del ojo humano

b) Lámparas de Vapor de Mercurio de Baja Presión

Son lámparas fluorescentes convencionales y se clasifican dentro la fotoluminiscencia, se dividen en lámparas de arranque instantáneo y de arranque rápido, las cuales tienen diferentes tamaños y formas.

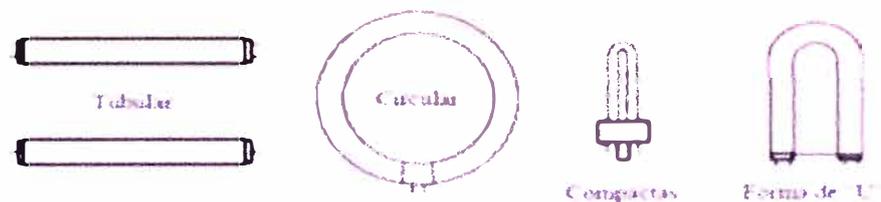


Figura 3.5. Formas de lámparas fluorescentes

3.7.2.2. Lámparas de Descarga a Alta Presión

Una segunda posibilidad de obtener una potencia de salida luminosa elevada a partir de energía eléctrica se tiene mediante la descarga a alta presión.

a) Lámparas de Vapor de Mercurio de Alta Presión

La eficiencia luminosa en una lámpara de mercurio a 0.8Pa no es superior a 7 lm/W, se puede decir que la eficiencia luminosa aumenta aunque todavía es relativamente baja hasta presiones del orden de 400Pa, solo entonces la

eficiencia luminosa aumenta apreciablemente alcanzando los 45 lm/W a 105Pa y 65 lm/W a 107Pa.

El rendimiento de color puede mejorarse en las descargas de alta presión mediante fósforos, la radiación ultravioleta generada por la descarga puede de este modo convertirse en luz visible preferiblemente en la zona del rojo para compensar la falta de estas longitudes de onda en la descarga, sin embargo el rendimiento de color nos es adecuado para muchas aplicaciones.

Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido a gran parte a la ausencia de radiaciones rojas las radiaciones ultravioletas se transforman mediante sustancias fluorescentes en radiaciones dentro del espectro rojo dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático.

b) Lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión

También en la descarga a través del sodio se mejoran las características al aumentar la presión, las líneas de resonancia de sodio resultan enormemente ensanchadas, ello redonda en una mejora visible de la apariencia del color y del rendimiento de color, desafortunadamente existe una disminución de la eficiencia luminosa, de todos modos una presión de 1.5×10^4 Pa, la eficacia es del orden de 120lm/W.

Mediante aditivos como el xenón se consigue reducir la longitud de arco con un aumento de su temperatura, emisión y eficacia luminosa por tanto el tubo de descarga de este tipo de lámparas presentan un tamaño pequeño, la despreciable

cantidad de radiaciones ultravioleta que generan estas lámparas hace innecesario el empleo de material fluorescente por lo que esta ampolla es totalmente transparente.

c) Lámpara de Halogenuro Metálicos

Las lámparas de halogenuros metálicos son la evolución tecnológica de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión; dentro del tubo de descarga se han añadido al mercurio una serie de aditivos metálicos generalmente en forma de yoduros de manera que las líneas espectrales de emisión de estos metales cubran las zonas apropiadas del espectro visible, de esta manera se logra mejorar la eficiencia luminosa, el rendimiento de color o ambas características simultáneamente.

Estos halogenuros metálicos se disocian en el arco de descarga (con una temperatura en torno a los 6000°C), son los átomos metálicos excitados los que mediante sus líneas de emisión características producen la luz adecuada; las lámparas de halogenuros metálicos apenas generan luz ultravioleta por lo cual sus ampollas exteriores no están cubiertas de sustancias fluorescentes, sin embargo en algunos casos se añade una capa externa difusora afín de reducir la luminancia de la lámpara.

3.8. Características de la Visión humana

Las ondas electromagnéticas que son emitidas o reflejadas por un cuerpo y que son percibidas por el ojo humano como luz, se encuentran entre longitudes de onda desde 380nm hasta 780nm, la visión humana se clasifica en:

3.8.1. Visión Fotópica (Diurna)

Permite la percepción de luz y color. En este tipo de visión la máxima sensibilidad se produce para las longitudes de onda alrededor de los 555nm, la cual corresponde al color amarillo-limón.

3.8.2. Visión Escotópica (Nocturna)

Permite la percepción de las diferencias de luminosidad pero no de los colores, ya que en niveles de luz bajos los mecanismos de percepción de color del ojo humano (conos de la retina), permanecen inactivos.

3.8.3. Visión Mesotópica (Intermedia)

Conocida como de compromiso, es la que se encuentra entre las dos anteriores.

Los anteriores aspectos, toman importancia al diseñar sistemas de iluminación, sobre todo en trabajos o áreas de trabajo muy especiales (señalización marítima, aérea, trabajos con material fotosensible).

3.9. Percepción Visual

La percepción visual tiene lugar cuando:

- a) El objeto físico emite o refleja radiaciones luminosas.
- b) Las radiaciones luminosas penetran el globo ocular a través de la pupila (que es controlada por el iris), hasta llegar a la retina.
- c) Luego las ondas luminosas son ~~captadas~~ por los conos y bastoncillos.
- d) Los estímulos luminosos producen en la retina del observador una proyección óptica invertida del objeto (El tamaño de la proyección varía según la distancia entre el objeto y el observador; y la forma varía con el cambio de la inclinación del objeto respecto al observador).
- e) La energía electromagnética que incide sobre los conos y bastoncillos es transformada en impulsos nerviosos que llegan hasta el nervio óptico.

f) Por último la información llega al cerebro en donde es interpretada

En la percepción visual intervienen varios aspectos como:

3.9.1. Acomodación Visual

Es la capacidad que tiene el ojo (cristalino) de ajustarse automáticamente a las diferentes distancias de los objetos, obteniendo así una imagen nítida en la retina.

3.9.2. Adaptación Visual

Proceso por el cual el ojo se adapta a diferentes niveles de luminosidad, para ello la pupila adapta su tamaño al nivel de iluminación existente.

3.9.2.1. Agudeza Visual

Es la capacidad de percibir y discriminar visualmente los detalles más pequeños. Este factor disminuye significativamente con la edad y aumenta con la iluminación.

3.9.2.2. Campo Visual

El campo visual está limitado a un ángulo de unos 180° en el plano horizontal, 130° en el plano vertical, 60° por encima del plano que pasa por los ojos y 70° por debajo de dicho plano.

3.9.2.3. Brillo

Constituye un factor de visibilidad y depende de la intensidad de luz que recibe y de la proporción de luz que es reflejada.

3.9.2.4. Contraste

Permite disminuir el esfuerzo visual, se puede aumentar con la iluminación.

3.9.2.5. Tiempo

El proceso visual requiere de tiempo de tal forma que el ojo pueda ver pequeños detalles, incluso con bajos niveles de iluminación si se le da tiempo suficiente.

3.10. Factores que Influyen en los efectos de la Exposición

Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza visual o cansancio visual:

3.10.1. Edad

Hay que tener en cuenta que el nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.

3.10.2. Nivel de Iluminancia

Su importancia es primordial, aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de iluminancia y las alteraciones de agudeza visual, la carencia o excesiva presencia de iluminación puede ocasionar deficiencias visuales.

3.10.3. Susceptibilidad Individual

Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.

3.10.4. Tiempo de Exposición

Se considera desde dos aspectos: por una parte el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, y por otra parte la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de Iluminación determinado.

3.10.5. Tipo de Iluminación

Influye en cuanto a sus características, siendo de tipo natural y/o artificial; conociéndose que la luz natural produce un menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto, aunque el hecho de ser variable requiere que sea complementada con luz artificial.

En la iluminación artificial, se debe tener en cuenta: tipos de lámpara y luminarias a instalar según las áreas, rendimiento de las lámparas, costos de energía, duración y color.

3.11. Efectos de la Mala Iluminación en la Salud de las Personas

Aunque la Iluminación tiende a crear un ambiente de confort en el interior de los locales, la luz como agente físico puede producir los siguientes efectos:

3.11.1. Pérdidas de Agudeza Visual

Consecuencia de un esfuerzo en percepción visual que exige la tarea.

3.11.2. Fatiga Ocular

Como efecto de un confinamiento del hombre en recintos con iluminación inadecuada.

3.11.3. Deslumbramiento

Debido a contrastes en el campo visual o a brillos excesivos de fuentes luminosas.

3.11.4. El Rendimiento Visual

Se ve afectado por falta de uniformidad en la iluminación, generando fatiga del sistema nervioso central.

3.11.5. Fatiga Muscular

Al mantener posturas inapropiadas para poder alterar la distancia de trabajo respecto al plano en el cual se desarrolla la labor.

3.11.6. Otros riesgos

- Los Efectos Radiantes
- Los Efectos Caloríficos.
- Al utilizar lámparas fluorescentes, se producen efectos estroboscópicos y de centelleo, generando incomodidad en la persona y creando así un riesgo potencial.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo mostraremos el desarrollo de la Ingeniería del Proyecto, desde el análisis para la selección del sistema de iluminación, selección de subestación, diseño de los circuitos eléctricos, tableros y la selección del transformador en base a la normativa peruana vigente.

4.1. Diseño Del Sistema de Iluminación

4.1.1. Selección de tipo y color de Lámpara

Se realizará en base a los siguientes criterios:

4.1.1.1. Eficiencia Energética

Se tienen dos opciones para elegir: la primera opción de una lámpara de 400W Halogenuros Metálicos y la segunda opción de una lámpara de 400W de Vapor de Sodio Alta Presión.

La cantidad de luz que emite la lámpara de 400W Halogenuros Metálicos es 35,000 lúmenes y la lámpara de Vapor de Sodio de 400W es 55,000 lúmenes, es decir que la lámpara de Halogenuros Metálicos sólo da el 60% de la luz que emite una lámpara de sodio de la misma potencia, en consecuencia para lograr los niveles de iluminación que se obtienen con las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión se tendría que emplear

un 65% más de lámparas de Halogenuros Metálicos lo que significaría 65% más en Demanda de Energía Eléctrica.

4.1.1.2. Tiempo de Vida Útil

La lámpara de Vapor de Sodio tiene una luz muy estable en Instalaciones exteriores con una vida de aproximadamente 24,000 horas eléctricas, frente a las lámparas de Halogenuro Metálicos de aproximadamente 15,000 horas; lo cual significa menores costo de mantenimiento en el uso de las de lámpara de Vapor de Sodio.

4.1.1.3. Color

Es mejor la utilización de la luz blanca de Halogenuros Metálicos por su mejor reproducción de color (IRC aproximado 85) frente a las lámparas de Vapor de Sodio (IRC 25), sin embargo esto dependerá propiamente de las necesidades y exigencias de distinguir el color de los objetos, por ejemplo en un taller textil se necesita verificar el tipo de tela y punto de costura y estos cambian según el tipo de luz que utilicen en cambio para un Sistema de Alumbrado Externo solamente se verifica la existencia de un objeto o persona.

4.1.1.4. Grado de Protección

El grado de Protección IP depende del medio ambiente, en nuestro caso la Ciudad de Chimbote presenta un clima cálido con poca presencia de lluvia, pero por su tipo de industria que desprende polvillo metálico y que podría causar una falla en la luminaria elegiremos luminarias con IP 67 que significa protección fuerte contra polvo y protección frente a la inmersión completa y continua en el agua.

Conclusión: la mejor alternativa son las lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión VSAP debido a la seguridad y el ahorro de energía.

4.1.2. Potencia y altura de instalación

La selección depende de los análisis de iluminación que hagamos cambiando los parámetros de altura de luminaria y distancia entre postes con el fin de obtener 60 lux en las vías.

4.1.2.1. Prueba 1

Altura de Montaje: 10 metros.

Separación entre postes: 20 metros.

Lámpara: 400 W VSAP

Factor de Mantenimiento: 0.7

Software de Trabajo: Dialux

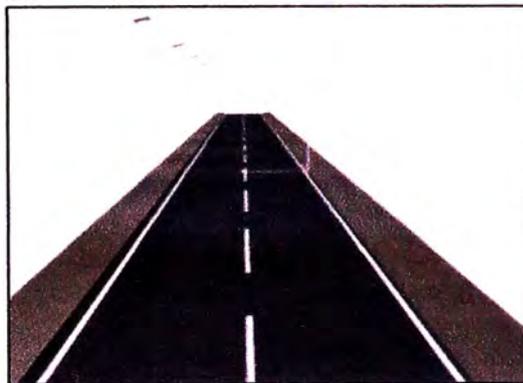


Figura 4.1. Distribución de Luminarias

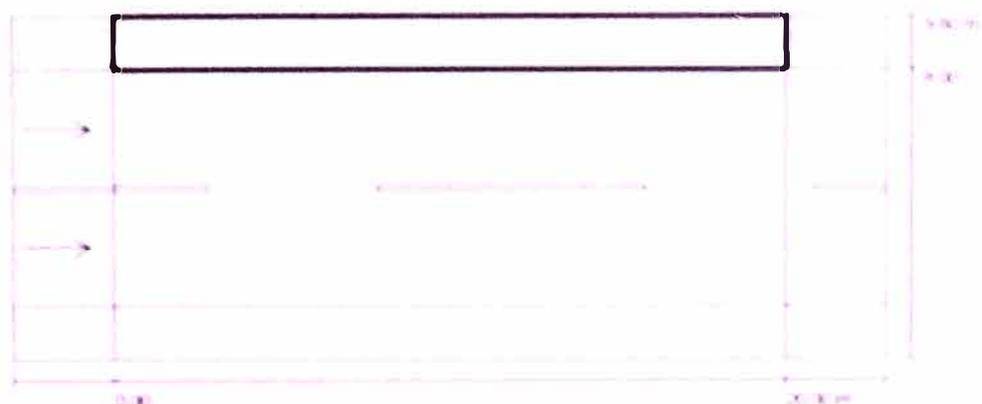


Figura 4.2. Medidas de pista y vereda

Tabla 4.1. Distribución de lux en la pista

ANCHO DE PISTA (m)	E(lx)									
	96	94	83	71	61	61	71	83	94	96
7,333	121	119	108	90	76	76	90	108	119	121
6	132	127	121	101	84	84	101	121	127	132
3,333	120	120	114	100	84	84	100	114	120	120
2	101	101	97	88	77	77	88	97	101	101
0,667	78	77	76	73	65	65	73	76	77	78
DISTANCIA DE POSTE A POSTE (m)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19

Em (lx)	Emin (lx)	Emax (lx)	Emin / Em	Emin / Em	U0
95	61	132	0.644	0.465	0.7

Donde:

Em: Iluminancia media.

Emin: Iluminancia mínima.

Emax: Iluminancia máxima.

U0: Uniformidad

4.1.2.2. Prueba 2

Altura de Montaje: 10 metros.

Separación entre postes: 35 metros.

Lámpara: 400 W VSAP

Factor de Mantenimiento: 0.7

Software de Diseño: Dialux



Figura 4.3. Distribución de Luminarias

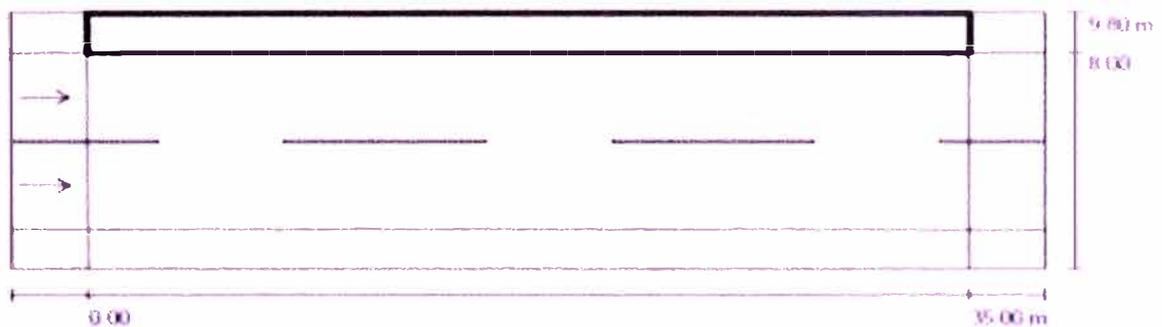


Figura 4.4. Medidas de pista y vereda

Donde:

Em: Iluminancia media.

Emin: Iluminancia mínima.

Emax: Iluminancia máxima.

U0: Uniformidad

ANCHO DE PISTA (m)	E(lx)											
	7,333	77	72	50	32	24	20	20	24	32	50	72
6	97	90	63	41	32	27	27	32	41	63	90	97
4,667	103	99	72	46	36	32	32	36	46	72	99	103
3,333	92	91	70	46	36	33	33	36	46	70	91	92
2	75	74	62	42	33	20	20	33	42	62	74	75
0,667	55	54	50	36	30	28	28	30	36	50	54	55
DISTANCIA DE POSTE A POSTE (m)	1.458	4.375	7.292	10.208	13.125	16.042	18.958	21.875	24.792	27.708	30.625	33.542

E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{max} (lx)	E_{min} / E_m	E_{min} / E_m	U0
95	61	132	0.644	0.465	0.7

Tabla 4.2. Distribución de lux en la pista

4.1.2.3. Prueba 3

Altura de Montaje: 10 metros.

Separación entre postes: 30 metros.

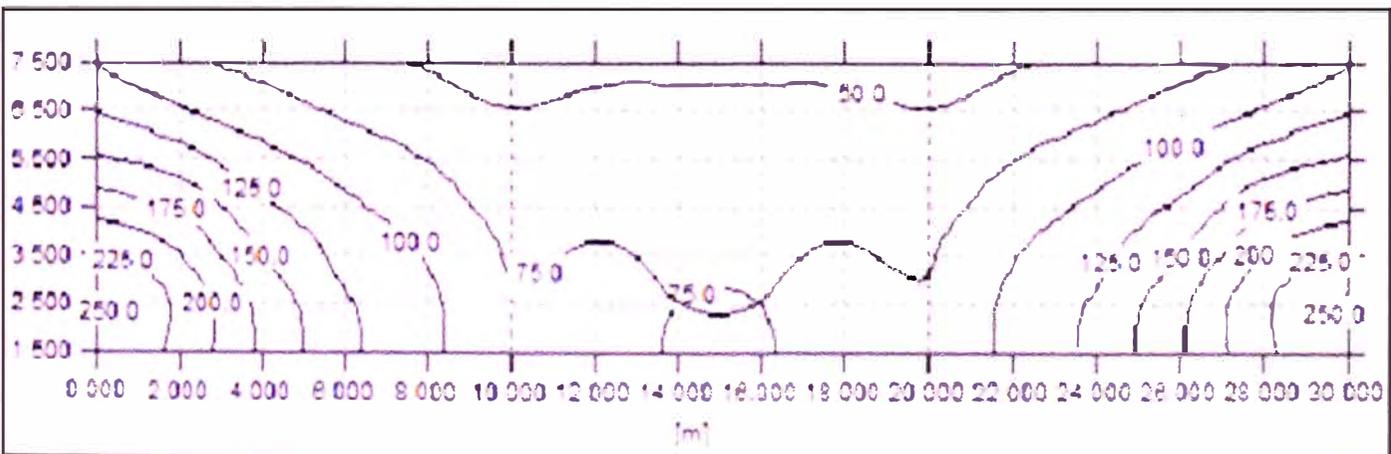
Lámpara: 400 W VSAP

Factor de Mantenimiento: 0.7

Software de Diseño: Schreder

Tabla 4.3. Distribución de lux en la pista

Min:	42.7	lux	Med:	106.1	lux	Máx:	255.4	lux	Uo:	40.3	%	Ug:	16.7	%	
7.5	96.6	79.1	66.9	55.1	47.7	42.7	45.3	45.9	45.3	42.7	47.7	55.1	66.9	79.1	96.6
6.5	123	102	85.1	70.2	60.2	50.2	54.4	54.5	54.4	50.2	60.2	70.2	85.1	102	123
5.5	152	135	108	89.3	73.9	57.5	62.8	62.4	62.8	57.5	73.9	89.3	108	135	152
4.5	189	171	129	105	86.3	65.5	70.1	68.5	70.1	65.5	86.3	105	129	171	189
3.5	228	200	150	118	98.3	72.2	76.7	73.2	76.7	72.2	98.3	118	150	200	228
2.5	255	222	168	128	105	78.2	80.6	75	80.6	78.2	105	128	168	222	255
1.5	246	220	171	130	105	81.1	80	73.8	80	81.1	105	130	171	220	246
Y/X	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28



Donde:

Med: Iluminancia media.

Min: Iluminancia mínima.

Max: Iluminancia máxima.

U0: Uniformidad media

Ug: Uniformidad general

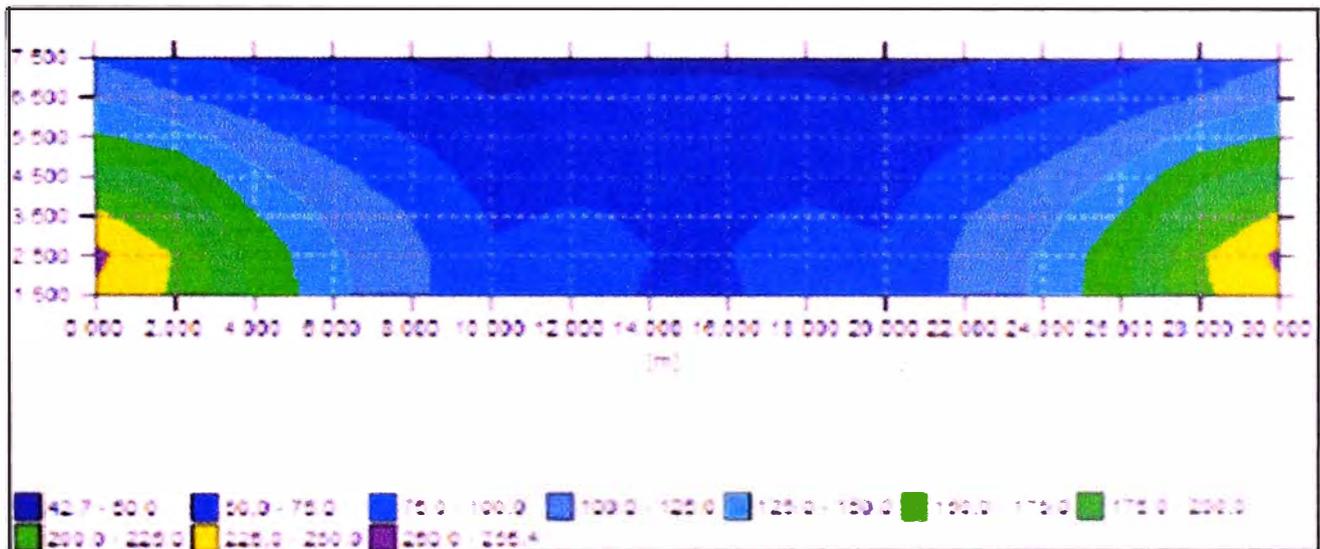


Figura 4.5. Gráfica de vereda vs niveles de lux

De las 3 pruebas concluimos que la que coincide con los niveles de lux requerido es la última, es decir con una luminaria de 400W a una altura de montaje de 10 metros, con una distancia entre postes de 30 metros y con un grado de protección mínimo IP67.

4.2. Diseño Del Sistema Eléctrico

4.2.1. Selección del Punto de Alimentación.

Los criterios que utilizaremos para la selección serán los siguientes:

- a) Verificación de reserva disponible de energía en las subestaciones que se encuentran en el complejo siderúrgico.- En el área de trabajo y alrededores se encuentran las siguientes subestaciones: SET 50

Edificio Principal, SET 13 - Almacenes, SET 1 - Hierro, SET 15 - Fundición, SET Principal y SET 3 - Acería; pero la única subestación que tiene reserva disponible es la SET 19 con 500KVA.

- b) Equidistancia desde el punto de alimentación hacia los tramos.- Esto se utilizará para que la caída de tensión sea la menor posible y no involucre a los conductores de distribución en un sobredimensionamiento excesivo y que de la misma forma que su precio se incremente.

De ambos criterios podemos inferir que la subestación que cumple es la SET 15 – Fundición y desde ahí distribuiremos la energía para centralizar todo el sistema de iluminación.

En la SET 15 hay una salida disponible del transformador en un nivel de 480VAC, implementaremos nuestro sistema mediante la adición de un tablero de entrada, un transformador de 480/240VAC y un tablero de salida hacia la carga de iluminación con una tensión de distribución de 240VAC, estas tensiones están permitidas según NTP IEC 60038.

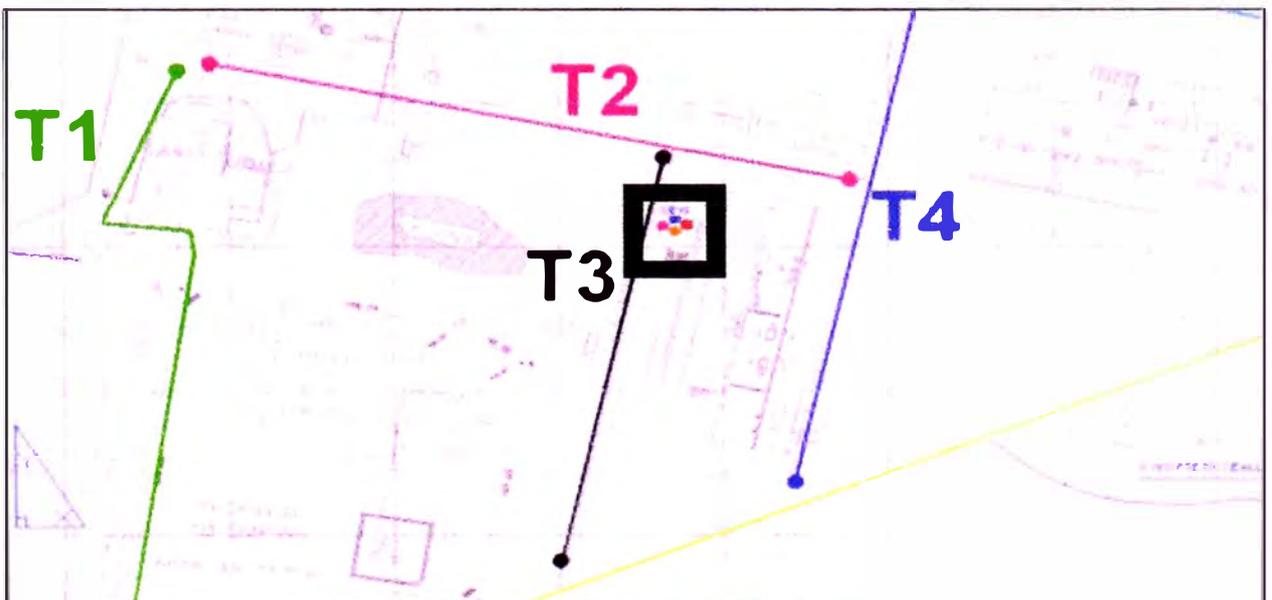


Figura 4.6. Ubicación de la SET 15

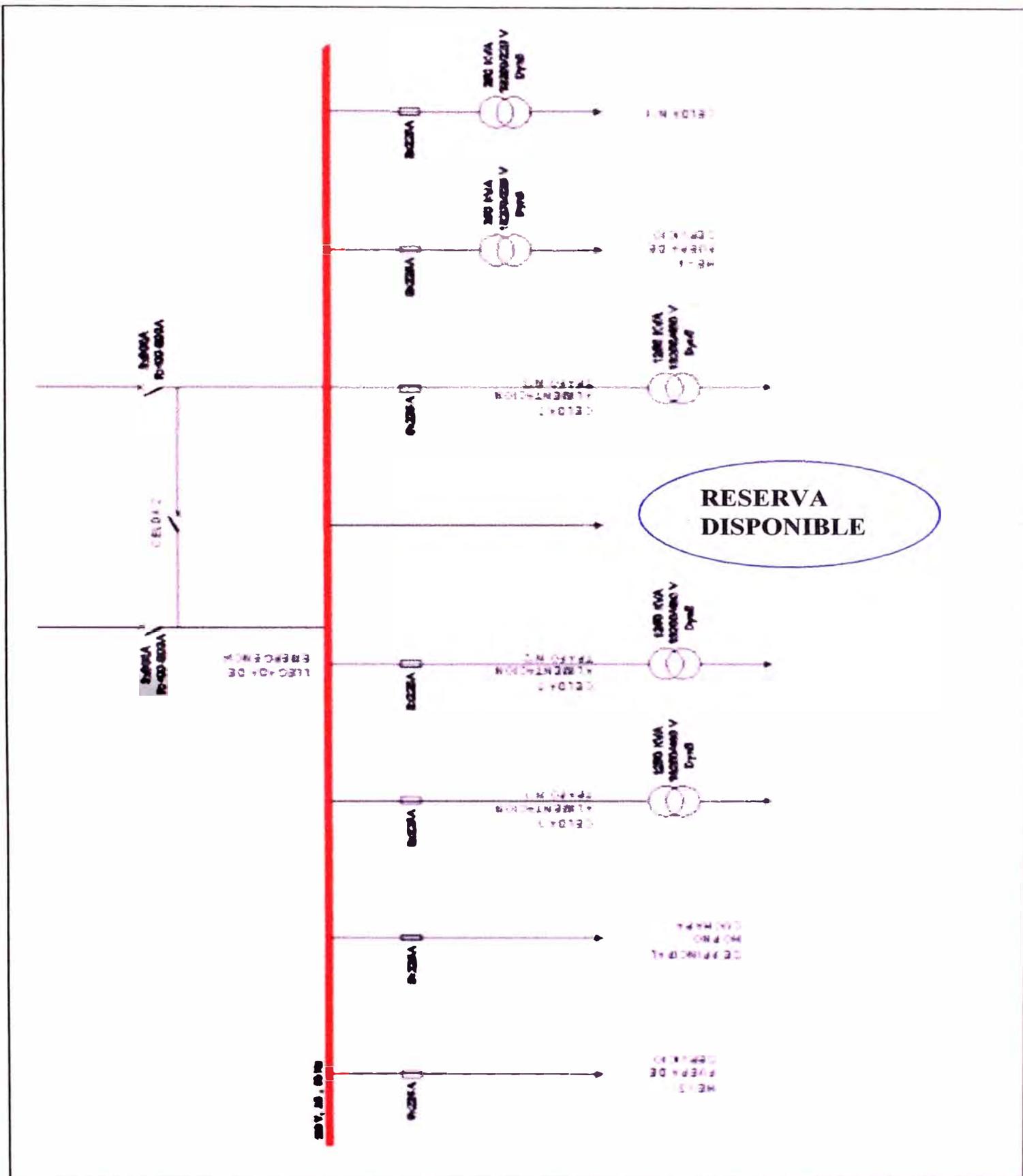


Figura 4.7. Esquema Unifilar SET 15

4.2.2. Diseño de los Circuitos Eléctricos

Dividiremos nuestros tramos en 4 circuitos:

- Circuito 1: Comprende desde la salida de la SET 15 hacia la Planta de Hierro, pasa por los almacenes y llega a Centro Médico.
- Circuito 2: Comienza desde la SET 15 pasando por Fundición rumbo a la Planta de Acería y la Planta de Cal.
- Circuito 3: Comienza desde la SET 15 hasta SEPA.
- Circuito 4: Comienza desde la SET 15, pasando por la Gerencia Industrial, Patio Chatarra y con rumbo a la Planta de Largos.

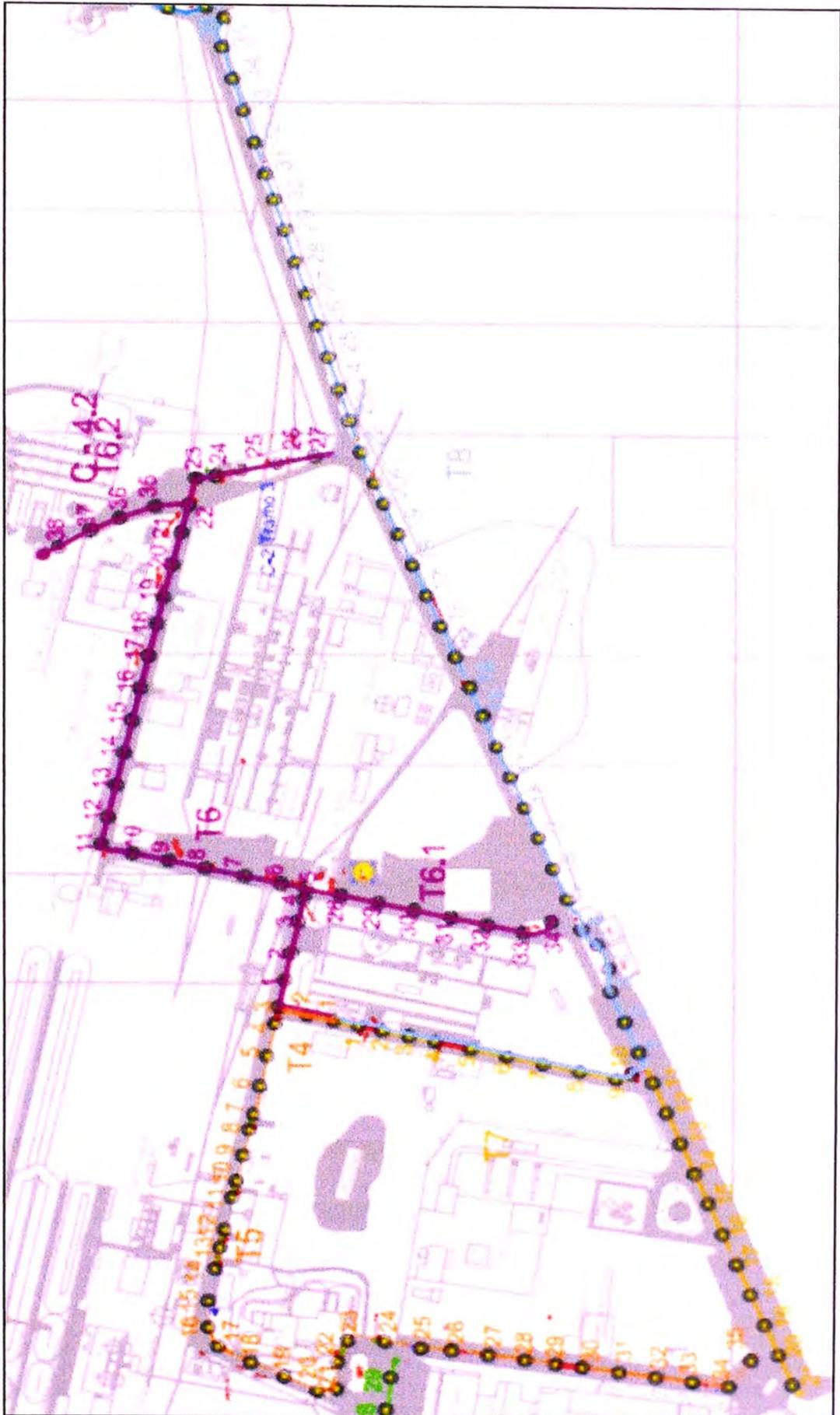


Figura 4.8. Distribución de Circuitos

4.2.2.1. Selección de Canalización

Debido a que los postes pasan por entradas de plantas de extracción, con carga en continuo movimiento se ocasionaría problemas en no cumplir las distancias de mínima de seguridad, por lo tanto elegiremos el tipo de canalización subterráneo con cables directamente enterrados, cumpliendo las especificaciones del CNE Utilización 2006 Sección 070-012.

La sección de la zanja que realizaremos será la siguiente:

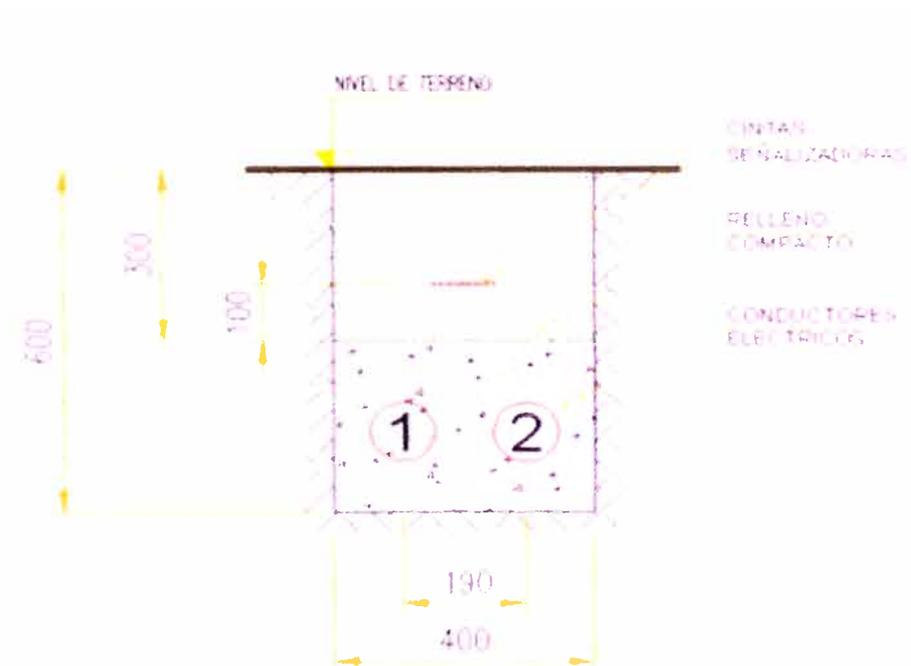


Figura 4.9. Sección de Zanja

4.2.2.2. Selección de Tipo de Cable a Utilizar

Como realizaremos canalizaciones directamente enterrados utilizaremos un cable que soporte esfuerzos mecánicos y humedad, teniendo como principal opción al Cable RVK 0.6/1KV de Top Cable.

Las características técnicas son:

Tabla 4.4. Característica del Cable RVK 0.6/1KV

	CARACTERÍSTICAS
	Conductor Flexible Clase 5.
	Temperatura Mínima de Servicio -15°C
	Temperatura Máxima del Conductor 90°C
	Temperatura Máxima en Cortocircuito: 250°C
	Radio de Curvatura: 5 x Diámetro Exterior
	Marcaje: Metro a Metro.
	No propaga la llama.
	Resistencia a los impactos.
	Instalación al aire libre permanente.
	Resistencia al agua.
	Resistencia a los ataques químicos.

Los tipos de instalación son:

Tabla 4.5. Condiciones de Instalación del Cable RVK 0.6/1KV

	CONDICIONES DE INSTALACIÓN
	Uso Industrial.
	Intemperie.
	Enterrado.
	Entubado.
	Presencia de Humedad.

La tabla de capacidad admisible es la siguiente:

Tabla 4.6. Capacidad de Corriente

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Aire Libre a 30° (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída de Tensión (V/A.km)
3 x 16 + 1 x 10	17,6	696	100	79	2,68
3 x 25 + 1 x 16	22,7	1136	127	101	1,73
3 x 35 + 1 x 16	25	1461	158	122	1,23
3 x 50 + 1 x 25	29,1	2033	192	144	0,86
3 x 70 + 1 x 35	33,8	2834	246	178	0,603
4 G 6	13,4	328	54	46	7,32
4 G 10	15,7	505	75	61	4,23

4.2.2.3. Selección del Conductor por Corriente Admisible

Realizaremos los siguientes pasos:

- a) Realizamos el metrado del terreno y de acuerdo a la sección 4.1 trabajaremos con luminarias de 400W con una distancia de separación de 30m, los circuitos serán trifásicos con un balanceo de cargas monofásicas, luego hallamos la cantidad de luminarias circuito por circuito.

$$\bullet \quad \# \text{Lamparas} = \frac{\text{Metrado de Circuito}}{30}$$

Ecuación 4.1

- b) Multiplicamos el número de lámparas por su potencia y obtendremos la potencia del circuito.

$$\bullet \quad P_{\text{CIRCUITO}} = (\# \text{Lamparas}) * 400$$

Ecuación 4.2

c) Realizaremos el cálculo de la corriente nominal.

$$I_{NOMINAL} = \frac{P_{CIRCUITO}}{\sqrt{3} * V_{DISTRIBUCION} * \text{Cos}\phi} = \frac{P_{CIRCUITO}}{\sqrt{3} * (240) * (0.9)}$$

Ecuación 4.3

d) Hallaremos la corriente de diseño debido al balastro electromagnético que tiene cada lámpara.

$$I_{DISEÑO} = I_{NOMINAL} * 1.25$$

Ecuación 4.4

e) Con la Corriente de diseño hallamos el calibre del conductor.

Tabla 4.7. Cálculo de Corriente de Diseño

	Metrado (m)	Lámparas	Potencia (Kw)	Corriente Nominal (In)	Corriente Diseño (Ib)	Calibre de Conductor (mm2)
Circuito 1	1064	35	14	37,47	46,83	4x10
Circuito 2	1338	44	17,6	47,10	58,87	3x16+1x10
Circuito 3	706	23	9,2	24,62	30,77	4x6
Circuito 4	1372	45	18	48,17	60,21	3x16+1x10

4.2.2.4. Selección por Caída de Tensión

Realizaremos el cálculo en función de las siguientes ecuaciones:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot (0.0167) \cdot L \cdot I \cdot \text{Cos}\phi}{A}$$

Ecuación 4.5.

$$\Delta V = 5\%(220) = 11V$$

Ecuación 4.6.

Pero nuestra tensión de distribución es 240VAC.

$$\Delta V = 11 + 20 = 31V$$

Ecuación 4.7.

Reemplazando los valores de cada circuito en la ecuación, obtendremos:

Tabla 4.8. Selección del conductor por caída de tensión

	Metrado (m)	Caída de Tensión Máxima (V)	Corriente Nominal (In)	Calibre de Conductor (mm²)
Circuito 1	1064	31	37,47	35
Circuito 2	1338	31	47,10	50
Circuito 3	706	31	24,62	16
Circuito 4	1372	31	48,17	50

De la Tabla 4.7 y 4.8 elegimos los mayores valores que se sitúa en la Tabla 4.8.

4.2.3. Diseño del Tablero Eléctrico

El tablero eléctrico tendrá las siguientes características:

- La conexión a tierra de los tableros será realizada directamente a la malla de puesta a tierra.
- Los voltajes establecidos para la utilización son fuerza 240VAC, trifásico 3 hilos 60hz y control 240VAC, monofásico, 2 hilos, 60hz.
- El tablero tendrá protección IP 65.

- Los tags se indicarán en una placa de lamicoïd 50x150mm de color negro, con letras blancas fijadas al panel con pernos de acero inoxidable.
- Los cables de fuerza y control deberán ser indeco o similar.
- El tablero contará con: accesorio de bloqueo para el interruptor principal y en la puerta debe contar con un dispositivo que permita poner un candado.
- El tablero contará con rotulados de identificación para cada interruptor y para la puerta del tablero indicando el nombre del mismo y su nivel de tensión

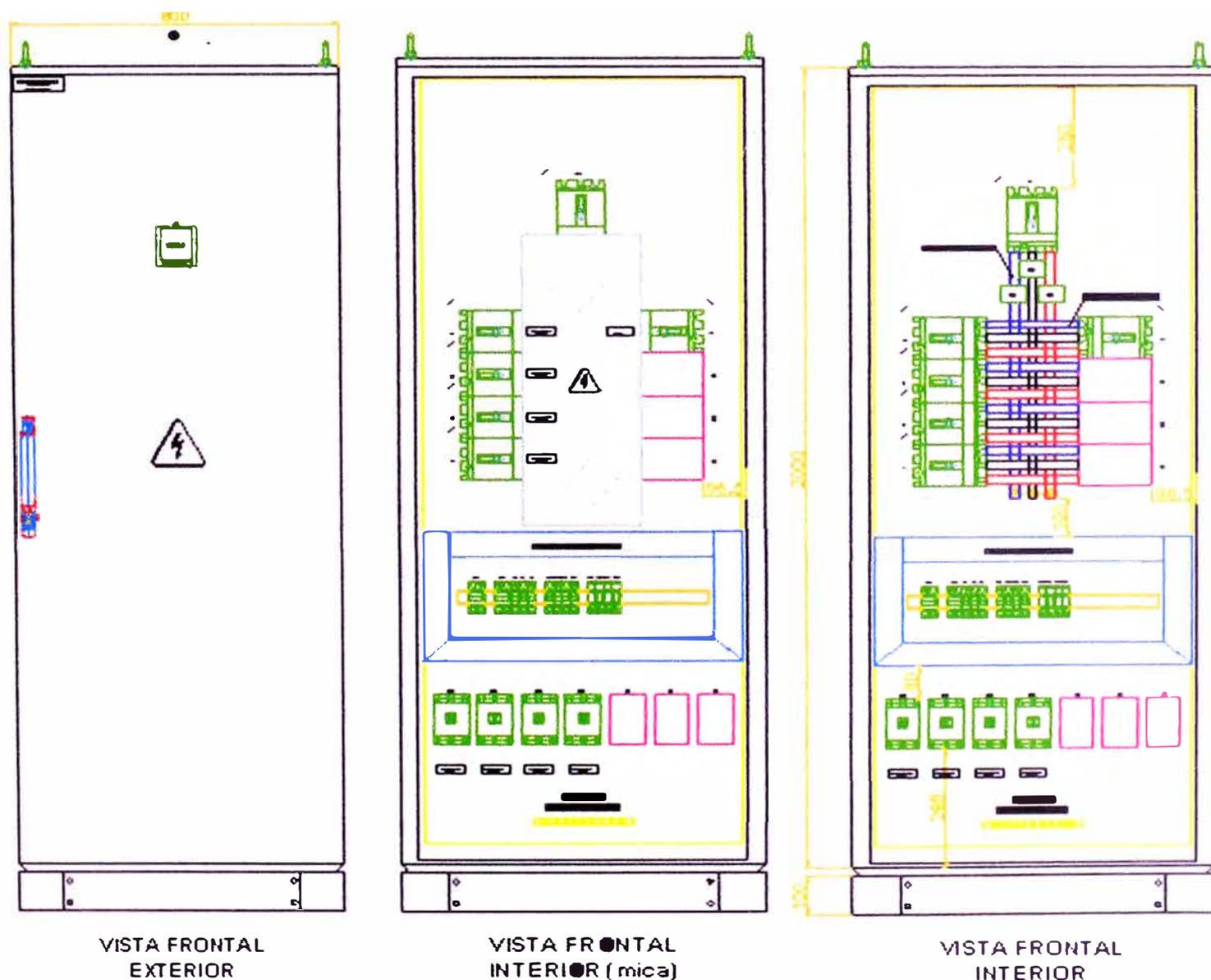


Figura 4.9. Esquema de Distribución del Tablero

4.3. Estimación de Costos

Tabla 4.6. Costos de Proyecto

It.	Descripción	Und.	Cnt.	Precio (\$) Unitario	Precio (\$) Total
Iluminación de vías					
1	Estudios de ingeniería				
1.1	Estudio de luminosidad	glb	1	15,000	15,000
	subtotal			15,000	15,000
2	Obras civiles				
2.1	Excavación de zanja en terreno normal 0.6 x 0.8 x (9400-285)	m3.	1,399	10.71	14,989
2.2	Excavación para poste (118)	m3.	113	12.50	1,406
2.3	Camas de arena	m3.	351	17.86	6,268
2.4	Señalización de seguridad (cinta de seguridad + ladrillo rojo)	mll	15	203.57	3,967
2.5	Relleno y compactado de zanja	m3.	1,399	15.71	21,984
2.6	Montaje e instalación de poste concreto armado centrifugado CAC 11/200/225/140	und.	85	62.86	5,343
2.7	Relleno y compactado de zanja de poste	m3.	113	76.43	8,598
2.8	Alquiler de grúa con pluma de 15 mts. (50 tn)	hr.	85	125.71	10,685
2.1	Rotura y resane de concreto y asfalto	glb.	1	15,200.00	15,200
2.1	Manhole de concreto de 1000 x 1000 x 1000 mm	und	15	2,554.00	38,310
	Subtotal			18,279.35	126,751
3	Equipos				
3.1	Tableros con interruptores horarios	pq.	6	2,000.00	12,000
3.2	Luminaria c/lámpara vapor Na 400w, marca Philips	und.	85	120.00	10,200
3.3	Reflectores c/n ferretería+ estrct	und.	13.0	130.00	1,690
3.4	Transformadores secos 480/240v, 200kva	und.	6	6,200.00	37,200
	Subtotal			8,450	61,090
4	Materiales				
4.1	cable de energía NYY, 4-1x 35 mm2, 0.6 /	mts.	3,000	19.00	57,000

	1.0kv				
4.2	Cable NLT 3 x 14 AWG (conexión reflectores)	mts.	1,274	1.25	1,593
4.3	Empalme recto y/o derivación para cable NYY	und.	85	9.82	835
4.4	Postes de concreto armado centrifugado CAC 13.6/300/335/140	und.	85	520.00	44,200
4.5	Pastorales F°G° 1.5/1.9/1.5"ø/15° y abrazaderas F°G° (inc. ferreteria y accesorios)	und.	85	70.00	5,950
	Subtotal			620.07	109,577
5	Montaje				
5.1	Montaje de tableros de control	und.	6	200.00	1,200
5.2	Instalación de tendido de cables	mts.	3,000	17.68	53,036
5.3	Instalación de luminarias en los postes	und.	85	9.04	768
	Subtotal			226.71	55,004
6	Pruebas y puestas en servicio				
6.1	Pruebas eléctricas	glb.	1	500.00	500
6.2	Verificación nivel de iluminación	glb.	1	500.00	500
	Subtotal			1,000.00	1,000
7	Desmontaje de equipos obsoletos				
7.1	Desmontaje de postes, pastorales y luminarias	und.	15	17.68	265
7.2	Alquiler de grúa con pluma de 15 mts. (50tn)	hr.	15	125.71	1,886
7.3	Transporte de equipos a punto de acopio	hr.	15	9.82	147
	Subtotal			153.21	2,298
	precio x poste				3,142
TOTAL US\$			370,720.38		

CONCLUSIONES

- El proyecto Iluminación de Vías nos hará mejorar el ambiente nocturno para disminuir la probabilidad de accidentes que se originen por choques entre automóviles, transporte de carga pesada, ferrocarriles y personas.
- Las luminarias utilizadas para obtener 60 lux en las pistas serán las lámparas Millenium 400W Josfel.
- Los postes utilizados serán de concretos CAC 11/200/225/140.
- El costo total del proyecto asciende a 370 000 USD.

RECOMENDACIONES

- Una vez ejecutado el proyecto se debe corroborar los niveles de lux emitidos en las vías.
- Se debe planificar por los procesos de ejecución de proyectos.
- Se deben comprar las luminarias de mejor calidad de tal modo que se eliminen el sobre costos de desmontar una luminaria que está a 13 metros de altura.

BIBLIOGRAFIA

- Código Nacional Eléctrico Suministro 2010.
- Código Nacional Eléctrico Utilización 2006.