

NOMBRE DEL TRABAJO

HENRY MILLER RODRIGUEZ ESPINOZA.pdf

AUTOR

HENRY RODRIGUEZ ESPINOZA

RECUENTO DE PALABRAS

15314 Words

RECUENTO DE CARACTERES

82285 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.2MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 8, 2024 7:50 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 8, 2024 7:51 PM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS

(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	RODRIGUEZ ESPINOZA, HENRY MILLER
D.N.I.:	45729578
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	99 2026016
e-mail:	2008200070@Unfels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	"DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA SEÑALIZACIÓN EN LOS CAMBIOS DE VÍA DEL PATIO DE MANIOBRA DE LA LÍNEA USO METRO DE LIMA, VILLA EL SALVADOR"
Fecha de Sustentación:	15 DE DICIEMBRE DEL 2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	<input type="checkbox"/>
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	<input type="checkbox"/>

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

RODRIGUEZ ESPINOZA, HENRY MILLER

APELLIDOS Y NOMBRES

45129578

DNI

Firma y huella:



Lima, 12 de MARZO del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA SEÑALIZACIÓN EN LOS CAMBIOS
DE VÍA DEL PATIO DE MANIOBRA DE LA LÍNEA UNO METRO DE
LIMA, VILLA EL SALVADOR”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RODRIGUEZ ESPINOZA, HENRY MILLER

ORCID: 0009-0004-6562-0734

ASESOR

FLORES CÁCERES, RICHARD

ORCID: 0000-0001-6773-3872

Villa El Salvador

2023



**VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador, siendo las 16:00 horas del día viernes 15 de diciembre del 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO	C.I.P. N° 96353
Secretario	: JORGE AUGUSTO SANCHEZ AYTE	C.I.P. N° 110166
Vocal	: SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO	C.I.P. N° 224387

Designados con Resolución de Decanato N° 984-2023-UNTELS-R-D, de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el “Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur” ; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: “La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...”, en el cual;

El Bachiller: **HENRY MILLER RODRIGUEZ ESPINOZA**

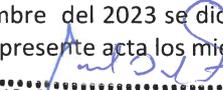
Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: “**DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA SEÑALIZACIÓN EN LOS CAMBIOS DE VÍA DEL PATIO DE MANIOBRA DE LA LÍNEA UNO METRO DE LIMA, VILLA EL SALVADOR**”.

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición Aprobado por unanimidad Equivalencia Bueno de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 18:10 del día 15 de diciembre del 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.


JORGE AUGUSTO SANCHEZ AYTE
 INGENIERO MECÁNICO
 Reg. C.I.P. N° 110166


CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
 INGENIERO MECANICO
 Reg. CIP: N° 96353
 PRESIDENTE
CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO
 C.I.P. N° 96353


Solin Epifanio Puma Corbacho
 INGENIERO MECÁNICO
 CIP. N° 224387
 VOCAL
SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO
 C.I.P.N° 224387

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado a Dios, quien me ha dado salud y fortaleza para seguir adelante con mis metas y propósito de vida. A mis queridos padres, Sabino Gilbert Rodríguez Torres y Mirta Espinoza Pérez, que son modelos a seguir para mi progreso en la vida, a mis hermanos, abuelos y a mi novia, Cindy Fiorella Castro Sánchez, por su apoyo incondicional para concluir exitosamente esta formación profesional y lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional tecnológica de Lima Sur por haberme dado la oportunidad de pertenecer a esta gran universidad con un compromiso permanente con el conocimiento, la docencia y la dedicación.

A mi asesor Richard Flores Cáceres por su tiempo y guiarme en base a su experiencia y sabiduría para la obtención de mi título profesional.

A todos los docentes que contribuyeron con sus enseñanzas y experiencias a mi formación en estos años de carrera.

Agradezco a todos mis compañeros por apoyarnos mutuamente en el proceso de formación y en los trabajos que nos solicitaron para poder cumplir nuestros objetivos y metas.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
INDICE	IV
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	13
1.1 Contexto.....	13
1.1.1 Hechos relevantes.....	14
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo	15
1.2.1 Temporal	15
1.2.2 Espacial.....	15
1.3 Objetivos	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes	17
2.1.1 Antecedentes Nacionales	17
2.1.2 Antecedentes Internacionales	19
2.2 Bases Teóricas	21
2.2.1 El Ferrocarril.....	21
2.2.2 Normativa y Estándares Aplicados al Sistema Ferroviario	22
2.2.2.1 National Electrical Manufactures Association (NEMA).....	22
2.2.2.2 Código Nacional De Electricidad (CNE)	22
2.2.2.3 Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC).....	23
2.2.2.4 Reglamento Nacional Del Sistema Ferroviario.....	23
2.2.3 Tipos de Maquinarias en la Línea Uno Metro de Lima	24
2.2.3.1 AnsaldoBreda MB-300.....	24
2.2.3.2 Alstom Metrópolis 9000.....	26
2.2.3.3 Locomotora Greco.....	27
2.2.3.4 Vagoneta Dresina.....	28
2.2.3.5 Vagoneta Grúa	28
2.2.3.6 Vagoneta Plataforma.....	29

2.2.3.7	Camión Bivial	30
2.2.4	Vía Férrea.....	31
2.2.4.1	Elementos de la Infraestructura de la Vía Férrea	31
2.2.4.1.1	Balasto	31
2.2.4.1.2	Traviesa o Durmientes	32
2.2.4.1.3	Tirafondo	32
2.2.4.1.4	Pandrol.....	33
2.2.4.1.5	Carril.....	34
2.2.5	Cambivías.....	34
2.2.5.1	Desvió	35
2.2.5.1.1	El cambio.....	36
2.2.5.1.1.1	Componentes de un cambio.....	36
2.2.5.1.2	Zona Intermedia o Carriles de Unión.....	38
2.2.5.1.3	Cruzamiento	38
2.2.5.2	Tipos de Desvíos.....	39
2.2.5.2.1	Desvío sencillo	39
2.2.5.2.2	Escape o diagonal.....	39
2.2.5.2.3	Doble diagonal o bretelle.....	39
2.2.6	Sistema de Electrificación Ferroviaria.....	40
2.2.6.1	Sistema Eléctrico de Metro de Lima	40
2.2.6.1.1	Subestación Rectificadora SER	40
2.2.6.1.2	Cabinas Eléctricas CAB	40
2.2.6.2	Sistema de supervisión y control de energía – SCADA.....	41
2.2.6.3	Factores Característico Propios de la Red Ferroviaria.....	41
2.2.7	Corriente Nominal.....	42
2.2.8	Corriente de Diseño.....	42
2.2.9	Calibre del conductor eléctrico	43
2.2.10	Llave térmica de acuerdo a la carga (ITM)	43
2.2.11	Resistividad del Conductor Eléctrico	44
2.2.12	Caída de Tensión	45

2.2.13	Caída de Tensión Porcentual	45
2.2.14	Selección de tubería	46
2.2.15	Calibre del cable tierra	46
2.2.16	Selección de luminaria por la capacidad de lux	47
2.2.17	Aisladores	48
2.2.17.1	Propiedades dieléctricas	48
2.2.17.2	Resistividad eléctrica	49
2.2.17.3	Rigidez dieléctrica	49
2.2.17.4	Resistencia al calor y aislamiento térmico	49
2.2.17.5	Diseño y forma	49
2.3	Definición de Términos Básicos	50
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL		53
3.1	Determinación y Análisis del Problema	53
3.2	Modelo de Solución Propuesto	57
3.2.1	Utilización de la corriente continua	57
3.2.2	Consumo y Generación de la Energía del Tren	58
3.2.3	Funcionamiento de una Cambiavía	58
3.2.4	Cálculo del tablero distribución (TD) – al sub tablero (STD)	59
3.2.4.1	Punto de electrificación:	59
3.2.4.2	Máxima Demanda	60
3.2.4.3	Corriente Nominal	60
3.2.4.4	Corriente de diseño	61
3.2.4.5	Caída de Tensión	62
3.2.4.6	Calculo caída de tensión porcentual	63
3.2.4.7	Selección del cable tierra	63
3.2.5	Desarrollo del Sub tablero	64
3.2.5.1	Calculo corriente nominal del sub tablero – circuitos	65
3.2.5.1.1	Desarrollo de la corriente nominal de 5 circuitos	65
3.2.5.2	Calculo corriente diseño del sub tablero – circuitos	66
3.2.5.2.1	Desarrollo de la corriente de diseño de 5 circuitos	66
3.3	Resultados	70

CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	79

LISTADO DE FIGURA

Figura 1	Recorrido de Línea Uno Metro de Lima.....	14
Figura 2	Ubicación del Patio de Maniobras.	16
Figura 3	Tren Ansaldo-breda - 300.....	25
Figura 4	Tren Alstom metrópolis 9000.....	27
Figura 5	Locomotora Greco.....	27
Figura 6	Vagoneta Grúa.	29
Figura 7	Vagoneta Plataforma.....	30
Figura 8	Camión Bivial.	31
Figura 9	Tipo de Durmiente.....	32
Figura 10	Pandrol o Clip de Agarre.	33
Figura 11	Esquema General Desvío.....	35
Figura 12	Componentes de un Cambio.....	36
Figura 13	Esquema General de un Cruzamiento.	38
Figura 14	Tipos de Desvíos.....	39
Figura 15	Talonamiento por año.....	56
Figura 16	Horas de Reparación de un cambiavía.	56
Figura 17	Circulación de corriente continua en los trenes.....	57
Figura 18	Datos de Calculo.	70
Figura 19	Caída de tensión de los circuitos del tablero STD.....	71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación estándar de protección.....	22
Tabla 2	Características AnsaldoBreda.....	25
Tabla 3	Características Alstom Metrópolis.....	26
Tabla 4	Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V.....	43
Tabla 5	Cuadro de Llaves Térmicas Común.....	44
Tabla 6	Conductor tierra para sistema de corriente alterna	46
Tabla 7	Conductores Tierra menos Calibre.	47
Tabla 8	Iluminancia mantenida en áreas	48
Tabla 9	Cuadro de Talonamiento.....	55
Tabla 10	Ficha de Inspección de Cambiavías	59
Tabla 11	Cuadro de Máxima demanda.....	60
Tabla 12	Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V.....	61
Tabla 13	Cuadro de Llaves Térmicas Común.....	62
Tabla 14	Sección mínima de conductores de tierra.....	64
Tabla 15	Cuadro de Máxima demanda sub tablero.	65
Tabla 16	Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V.....	67
Tabla 17	Cuadro de Llaves Térmicas.	68
Tabla 18	Agrupación de circuitos.....	72

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en la empresa UNNA TRANSPORTE S.A.C, en el cual participan las áreas de vías y obras, señalización, y el área de operaciones. el propósito de la investigación consiste en mitigar el tiempo, costo y salva guardando la integridad del personal, en el patio de maniobras por motivos de un mal encaminamiento, distracción del operario o causa climáticas adyacente a la operación que con lleva a una ruptura de un cambiavía por la parte del talón (llamado también talonamiento), y como consecuencia un descarrilamiento la cual demanda horas en arreglar las agujas y engranajes del cambiavía, disposición de personal para la pronta solución, multas por parte del estado, cancelación de contrato del operario, también generar demoras en el servicio y muchas veces llegando a paralizar la salida de los trenes por la vía afectada.

Para mitigar un talonamiento se realizara un diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobra, por medio de una señal luminaria instalada al ras del riel y entre las durmientes cerca a los cambiavías, donde indique en verde si está correctamente encaminado y rojo si está en contra el cambiavía la cual nos proporcionará más seguridad de un correcto encaminamiento para que un operario pueda hacer el movimiento del tren de la línea indicada a otra línea o salida de un tren a servicio comercial.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional lleva por título “Diseño Eléctrico Para la Señalización en los Cambios de Vía del Patio de Maniobra de la Línea Uno Metro de Lima, Villa El Salvador”, para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

La empresa Línea Uno Metro de Lima, entidad especializada en Servicio de Transporte de Usuarios, abarca una extensión de 34 Kilómetros en la cual se encuentran veintiséis estaciones y recorre once distritos de Lima que inicia en el distrito de Villa el Salvador y termina estación Bayóvar en San Juan de Lurigancho.

Debido que el sistema operativo tiene una ejecución de los 365 días del año se tiene que ver las contingencias, desperfectos, mantenimientos que ocurre en la vía productos de los trenes averiados o fallas de sistema, eso motivo a plantear un diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobra de la línea uno metro de lima, villa el salvador.

Esta señalización se implementa a causa de la ruptura de agujas de un cambiavía por la parte del talón, también llamado como talonamiento, teniendo como consecuencias el descarrilamiento, demoras en el servicio, reparación del cambiavía hasta con siete horas, costo elevado en la reparación y posibles despidos de los colaboradores.

Por ese motivo se implementa un tipo de señal luminaria que pueda indicar al operario del tren, si una vía está correctamente encaminada para la circulación de los trenes sea para su salida o ingreso a patio maniobras villa el salvador.

La estructura del trabajo presenta en su primer capítulo los aspectos de la empresa sus años su trascendencia detallando su misión y visión, se detalla el lugar donde se realizará el proyecto y sus objetivos.

Siguiendo con el segundo capítulo Marco Teórico, se investiga sobre los antecedentes nacionales e internacionales, señalando las conclusiones que

determina cada autor, también se revisa las bases teóricas con fundamentos especificados y definiciones técnicas entorno a la realidad del proyecto.

Como tercer y último capítulo Desarrollo Del Trabajo Profesional, se detallará la problemática que ocurre en el patio de maniobras primer nivel, se analiza las causas y consecuencias ante un talonamiento y se propone el modelo de solución que es implementar un tipo de señal luminaria con diseño eléctrico para mitigar el talonamiento, finalmente se presentan los resultados que se toman para plantear las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto

La Línea 1 del Metro de Lima, es la primera línea de metro que recorre Lima, la capital del país.

La operación, mantenimiento y provisión de material rodante de este servicio público fueron concesionadas en 2011 por el Estado peruano a GyM FERROVÍAS S.A., consorcio formado por el Grupo Graña y Montero (75%) y Ferrovías S.A. (25%) y en la actualidad está formado por los consorcios Aenza S.A.A. (75 %) y Ferrovías Participaciones S.A.C. (25%) por un plazo de 30 años, prorrogable hasta 60 años, y con una inversión estimada de S/ 652 millones.

Está conformada por 2 tramos; el primer tramo va desde la estación Villa El Salvador (Villa El Salvador) hasta la estación Grau (Cercado de Lima), mientras que, el segundo tramo se extiende desde esta última estación (estación Grau) hasta la estación Bayóvar (San Juan de Lurigancho).

Asimismo, cuenta con 39 trenes de la marca ALSTOM modelo metrópolis serie 9000 (con seis coches cada uno) y 5 trenes de la marca ANSALDO BREDA (con seis coches cada uno).

Este sistema de transporte masivo, recorre la ciudad de Lima a lo largo de 34 kilómetros (22,1 kilómetros en el primer tramo y 11,9 kilómetros en el segundo tramo), conectando en total con 11 distritos, como se muestra en la Figura

- **Misión**

Somos una organización con un equipo humano competente y comprometido, dedicada a la operación de la LÍNEA 1, que brinda un servicio integral de transporte para mejorar la

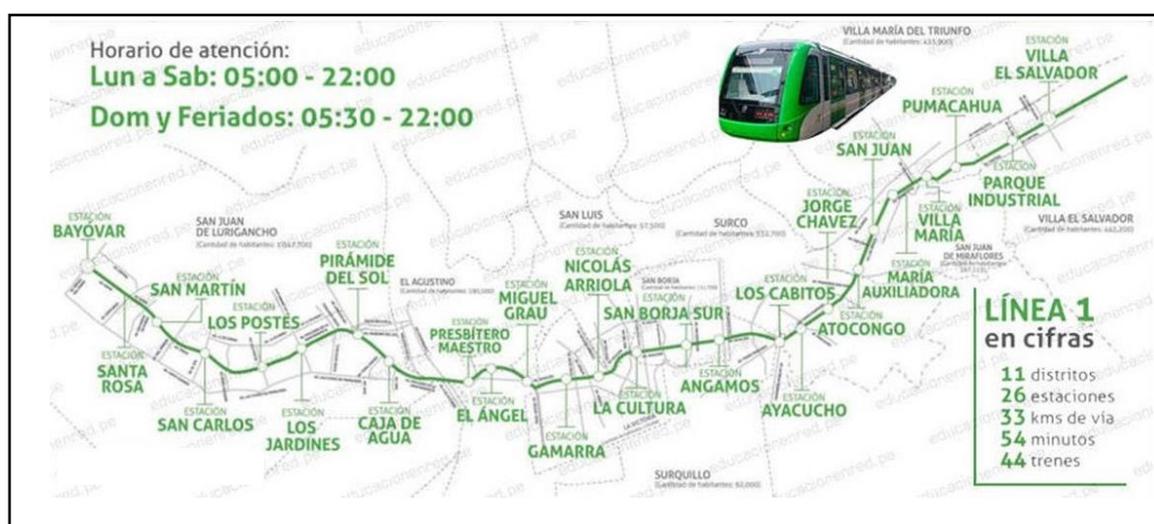
calidad de vida de nuestros pasajeros y contribuir al desarrollo de la ciudad.

- **Visión**

Ser reconocidos como el operador de transporte más confiable, moderno y seguro, generador de desarrollo sostenible y cultura ciudadana, orgullo del Perú.

Figura 1

Recorrido de Línea Uno Metro de Lima.



Nota. Recorrido del tren por los distritos aledaños y horario de partida.
Fuente: (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN, 2022).

1.1.1 Hechos relevantes

1. Primer sistema ferroviario de transporte público en la capital Convirtiéndose en el medio de transporte más confiable, moderno y seguro del país.
2. Es uno de los componentes centrales del sistema de transporte público de Lima, que realiza anualmente un recorrido de 2.9 millones de kilómetros, sin generar emisiones de gases de efecto invernadero, lo que lo convierte en una contribución efectiva a los objetivos de reducción de emisiones del país. Por ende,

desempeña un papel fundamental en mejorar el nivel de vida y salud de la población de Lima.

3. En el año 2013, fue la llegada de la primera adquisición de trenes modernos a Perú de la marca ALSTOM (39 trenes de 6 coches cada uno).
4. El tiempo de salida oscila cada tres minutos en hora punta y seis minutos en hora valle en día de semana.
5. Cuenta con el material rodante más equipado, convirtiéndose en el más moderno de Sudamérica, asimismo el patio de maniobras en Bayóvar.
6. En el 2014, se inauguró la segunda etapa de LÍNEA 1, la cual permite una circulación que va desde el distrito de Villa El Salvador hasta San Juan de Lurigancho, en un recorrido de 34 kilómetros, en tan solo 54 minutos, enlazando con 11 distritos, consolidándose en el medio principal de transporte más concurrido de Lima.
7. En el 2016, se realizaron importantes inversiones: incorporación de 20 nuevos trenes, adicionaron Líneas (estacionamiento) en patio de maniobras de bayoyar, asimismo se realizó la implementación de ocho desvíos doble y construcción de un puente que conecta al Patio Taller de Villa El Salvador (denominado segundo acceso).

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1 Temporal

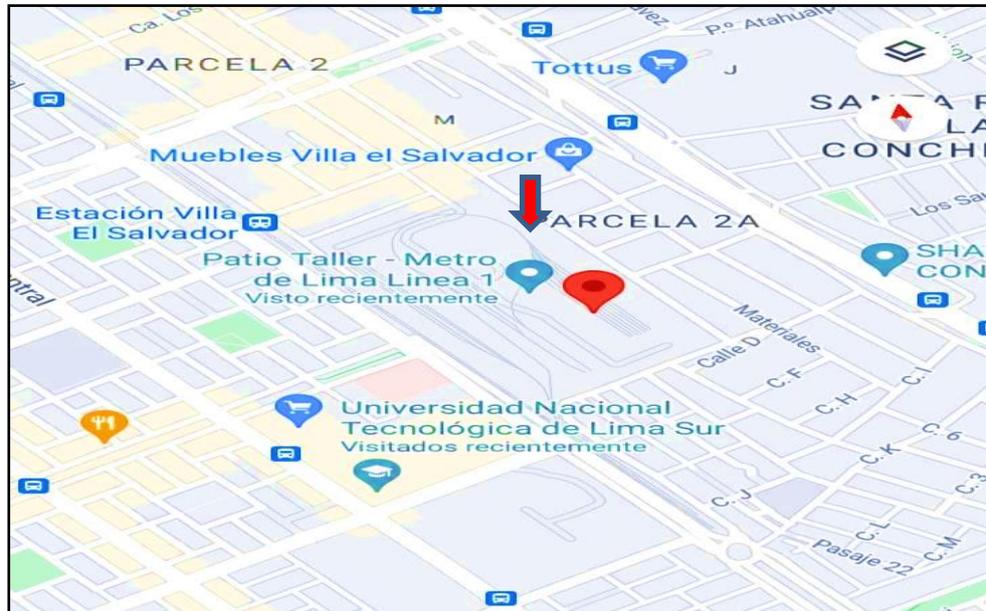
El trabajo de suficiencia profesional se realizó, desde el 26 de agosto del 2023 hasta el 10 de diciembre del 2023.

1.2.2 Espacial

El lugar en donde realizo el proyecto, es en el patio de maniobras de Villa el Salvador primer nivel infraestructura de la Línea Uno Metro de Lima, ubicado en Jirón Solidaridad cuadra N°8 S/N del distrito de Villa el Salvador.

Figura 2

Ubicación del Patio de Maniobras.



Nota. Referencia Satelital del Patio de Maniobras. Fuente: (Google maps, 2023).

1.3 Objetivos

Objetivo 1

Identificar los factores que contribuye en el talonamiento en patio de maniobra primer nivel.

Objetivo 2

Realizar el levantamiento de información del sistema ferroviario de la línea 1 metro de lima para el dimensionado del diseño eléctrico.

Objetivo 3

Realizar el diseño eléctrico para el sistema de las señales luminarias cerca a los cambiavías en patio maniobras primer nivel.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el marco de este proyecto, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de diversas investigaciones relacionadas con la solución propuesta, lo que ha permitido extraer conclusiones pertinentes en consonancia al objetivo.

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Garayar, M. (2020) en su tesis “Implementación de un Sistema de Protección contra Corrientes de Fuga en la Infraestructura Civil de un Sistema Ferroviario Electrificado en Corriente Continua” sustentada en la Universidad Tecnológica del Perú, idéntico que el sistema eléctrico ferroviario al momento de frenar el tren se origina corrientes fugas por el riel la cual genera un efecto de corrosión en las estructuras metálicas. Por ese motivo estudio el suministro de energía en la red de distribución del Sistema Eléctrico de la Línea 1 menciona que proviene de tres Subestaciones Transformadoras de Alta Tensión (SEAT), cada una de las cuales cuenta con dos transformadores de 60/21,6 kV y una capacidad de 20MVA. Estas subestaciones distribuyen energía a lo largo de la línea a 21,6 kV en un patrón de anillo abierto. Esta energía se utiliza tanto para alimentar los trenes mediante las Subestaciones Rectificadoras (SERs) en el anillo abierto como para satisfacer las necesidades de las estaciones y sus sistemas mediante Cabinas Eléctricas (CABs) en otro anillo abierto. En su diseño implementó un circuito independiente que canalice la corriente fuga hacia tierra para su disipación, por lo tanto, al identificar el estudio de la corriente administrada por la catenaria y riel, con la evaluación de los resultados concluye que es factible implementar un Sistema de Protección contra Corrientes de Fuga, para evitar la corrosión por corriente residuales y daños de infraestructura.

Temple, J. (2021) en su tesis "*Influencia del Sistema de Iluminación Led en los Costos de Energía Eléctrica en los Estudios de Televisión de Señal Abierta*" sustentada en la Universidad Privada del Norte identifica que las luminarias en los estudios de televisión del INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ (IRTP) presentan un elevado consumo de energía eléctrica, que tiene como objetivo determinar la alternativa más adecuada para realizar un mejoramiento en el sistema de iluminación. Para ello, se realizó una evaluación técnica y medición de costos económicos donde se concluye que el sistema led es más óptimo porque tiene tres características fundamentales: una alta duración, bajo consumo eléctrico y poco requerimiento de mantenimiento. Finalmente, se determinó que este cambio al sistema de iluminación LED permite un ahorro significativo en el consumo eléctrico, simulado con un ahorro anual de S/. 72,879.20 soles y que el costo de inversión retornará en un periodo 5 años. Además, que contribuye al medio ambiente en la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera.

Cashpa, R. (2021) en su investigación para su tesis "*Metodología para Montaje de Nuevos Enlaces en Vía Principal en Operación de la Línea 1 del Metro de Lima*" sustentada en la Universidad Nacional de Ingeniería dice lo siguiente: Con el fin de adecuar la operatividad de la Línea 1 del Metro de Lima a la demanda actual (superior a la prevista) y futura, resultó necesario reducir la frecuencia de trenes. Dentro de las obras requeridas, la implementación de ocho nuevos enlaces (cambiavías dobles) atendía la necesidad de mejorar la disponibilidad y regularidad de trenes por ampliación de capacidad. Sin embargo, en Perú no existen antecedentes de incorporación de cambiavías en una línea en operación, considerando que la Línea 1 es el primer sistema ferroviario eléctrico del país.

La investigación trata de establecer una metodología fiable para el montaje de nuevos enlaces (cambiavías dobles) que garantice

su ejecución dentro de ventanas de trabajo de trece horas con corte de servicio en la vía principal del sistema en operación de la Línea 1 del Metro de Lima. En principio, se recopilaron antecedentes de instalación en vías operativas y elaboraron procedimientos de trabajo. Asimismo, se identificaron restricciones de infraestructura y de transporte de acuerdo a los resultados del estudio de gálibos y pruebas dinámicas considerando los trenes establecidos. Se establecieron las interfaces requeridas con los interactuantes del proceso y las condiciones para la ejecución de los trabajos. Posteriormente, luego de la primera jornada de alto impacto (en vía en operación) en vía principal, se realizó un mapeo inicial de flujo de valor (VSM), que junto al registro cronológico y lecciones aprendidas obtenidas en cada montaje permitieron identificar puntos de mejora y desperdicios que permitieron implementar acciones de mejora a través de las jornadas. Luego de las 16 jornadas, se realizó un mapeo final de flujo de valor para analizar las duraciones de los montajes e indicadores de valor del proceso, calidad y seguridad. Finalmente, se validó la fiabilidad de la metodología utilizada al lograr la ejecución de la totalidad de los montajes dentro del horario de intervención autorizado por la concesionaria, la aprobación de la totalidad de los protocolos de calidad y la obtención de cero accidentes durante la ejecución de los trabajos, además de la comunicación por parte del operador respaldando el éxito de la ejecución de los montajes. De este modo, se logró establecer una metodología fiable para próximas ampliaciones de capacidad en la misma línea ferroviaria y otras similares a realizarse en el país.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Fiel, Á. (2016) en su tesis “Sistemas de Tracción Eléctrica Ferroviaria” De la Universidad De Valladolid argumenta que la tracción eléctrica ferroviaria en lo que respecta a motores y sistemas de control que proporcionan la electricidad, como son los sistemas de seguridad,

alumbrado interior y el circuito eléctrico de tracción, por ende, investiga el comportamiento de la energía eléctrica en el recorrido efectuado desde las líneas de alta tensión. El autor, concluye que los motores deben tener una velocidad constante tanto para acelerar como desacelerar, también considera que los motores consumen y generan energía al momento del frenado que son expulsadas por la rueda y riel del tren, también concluye que los bogies y las partes mecánicas del tren para tener un equilibrio deben ser robustamente estructuralmente robusto para soportar cambios climáticos variables, tener alta resistividad eléctrica para hacer frente a cargas transitorias, finalmente los motores ferroviarios deben tener un elevado par de arranque sin consumir una corriente excesiva y ser capaces de soportar variaciones continuas de la carga. Además, deben contar con un amplio rango de regulación de velocidad.

Jiménez, C. (2013) en su investigación "*Estudio de la Evolución de los Desvíos Ferroviarios*" de la Universidad de Zaragoza describe en su investigación tiene como objetivo analizar la evolución de uno de los componentes más distintivos en el ámbito ferroviario: el "desvío ferroviario". La particularidad de este medio de transporte radica en su capacidad para ser guiado por el propio camino de rodadura. Desde sus inicios, surgió el problema de los cruces con otras composiciones que compartían la misma vía, lo que condujo a la necesidad de desarrollar el desvío ferroviario. Aunque su concepto mecánico ha permanecido invariable, ha experimentado cambios a medida que otros dispositivos ferroviarios evolucionaron, especialmente con el aumento de las velocidades de circulación.

Inicialmente, estos desvíos eran elementos de longitud reducida que permitían el cambio de una vía a otra paralela a una velocidad de 30 km/h, lo cual era suficiente considerando que la velocidad máxima no superaba los 50 km/h. También nos indica sobre los cambiavías, que tiene la finalidad de redirigir el flujo de circulación hacia una ruta específica, muestra que cada cambio ferroviario, se destacan por cuatro componentes esenciales: las dos piezas

exteriores, conocidas como contra agujas, que permanecen inmóviles, y las dos piezas interiores. La posición de la aguja al acoplarse direcciona el rumbo del tren.

Gobierno de España, Ministerio de Transportes. (2023) en su “Estudio Informativo de la Nueva Red Ferroviaria del País Vasco. Corredor de Acceso y Estación de Bilbao-Abando – Anejo N°12 Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones” este anexo tiene como propósito realizar las especificaciones de las instalaciones de seguridad y comunicaciones que se proyectarán para la Nueva Red Ferroviaria en el País Vasco, particularmente en el tramo Basauri-Bilbao, y la conexión de la nueva estación de Bilbao-Abando.

El estudio Informativo describe que el sistema de señal luminaria, estará conformado por focos LED luminosos y display alfanuméricas que indican a los operarios un mensaje de advertencia en la vía férrea para tener en consideración el tramo y en los cambiavías.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 El Ferrocarril

Es un medio de transporte importante que ha desempeñado un papel fundamental en la historia de la movilidad, el desarrollo económico y es esencial en la conectividad con diversos destinos, al permitir el transporte masivo de personas y mercancías a largas distancias de manera rápida, confiable. Un ferrocarril es un sistema de transporte que se basa en el uso de vías férreas, estaciones, subestaciones, los patios de mantenimiento, señalización, material rodante, también compuestas por rieles de acero, sobre las cuales los trenes, impulsados por locomotoras o motorización eléctrica, se desplazan. (Resendiz, 2016, p. 39)

2.2.2 Normativa y Estándares Aplicados al Sistema Ferroviario

2.2.2.1 National Electrical Manufactures Association (NEMA)

"NEMA y IP, representa un estándar de protección o un sistema de categorización de productos que está vinculado a la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos. Dentro de este estándar de protección, se encuentran diversas categorías posibles de clasificación" (Rittal, 2022).

Tabla 1

Clasificación estándar de protección.

NIVEL	PROTECCION FRENTE A
1	Protege contra el polvo, luz y salpicaduras indirectas
2	Hermético - con escudo de goteo
3 y 3S	Resistente a la intemperie
3R	Diseñado para el uso al aire libre
4 y 4X	Resistente a la intemperie y a pequeñas inmersiones
5	Resistente al polvo
6 y 6P	sumergible
7	Para entornos peligrosos de clase I, A, B, C.
8	Para entornos peligrosos de clase I, A, B, C, D
9	para entornos peligrosos de clase II, E, F, G
10	Cumple de los requisitos de la Administración de Seguridad y salud de E. U.
11	Propósito general
12 y 12K	Propósito general para interiores
13	Propósito general

Nota. Cuadro de la norma Nema. Fuente: (Novelec, 2023).

2.2.2.2 Código Nacional De Electricidad (CNE)

"Es el código fundamental en seguridad eléctrica tiene como objetivo establecer reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de personas, la vida de seres animales y vegetales, además de la propiedad, ante los

peligros vinculados a la electricidad.” Ministerio de Energía y Minas - MINEM, (2011).

Utilización: Sección 050, donde refiere aspectos del cálculo eléctrico. Sección 070, hace de referencias a identificar el calibre de conductor a tierra. Sección 080, tipos de llaves térmicas de acuerdo a la protección de calibre.

2.2.2.3 Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)

Es la entidad mundial encargada de promover la colaboración entre los principales actores del sector ferroviario a nivel internacional. Tiene como propósito estandarizar y optimizar las construcción y ejecución de transporte ferroviario. En la actualidad cuenta con 201 miembros, que incluyen ferrocarriles nacionales, operadores, administradores de infraestructura, empresas de transporte público y otros actores relevantes.

En los últimos años, esta organización ha ajustado sus metas, destacando especialmente la liberalización y globalización del sector ferroviario a nivel mundial, así como los desafíos asociados al papel crucial del ferrocarril en el contexto del desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático. Su sede se encuentra en París, Francia. (Wikipedia, 2023)

2.2.2.4 Reglamento Nacional Del Sistema Ferroviario

“El Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte De Pasajeros En Vías Férreas Que Formen Parte Del Sistema Ferroviario Nacional fue aprobado por el MTC” (Decreto Supremo N° 039-2010-MTC, 2010) Ver Anexo N° 2

Se señala que se tendrá como referencia el CAPÍTULO V SEÑALIZACION del reglamento desde el artículo N.º 27 que trata de las Señales para la circulación del material rodante y el

artículo N.º 28 donde se menciona la señalización en la vía férrea.

El artículo N.º 27, nos aportaran la base legal para la implementación de la luminaria, donde nos indica los requisitos de un sistema de señalización, como también su finalidad y que para la instalación se debe tener en cuenta el reglamento operativo de la organización ferroviaria.

En el artículo N.º 28, las señales deberán ser visibles desde una distancia no menor a ciento cincuenta metros, la cual nos permite garantizar una operación segura al personal y maniobrista en la vía férrea.

2.2.3 Tipos de Maquinarias en la Línea Uno Metro de Lima

En el patio de maniobra de villa el Salvador, se cuenta con las siguientes maquinarias:

2.2.3.1 Ansaldobreda MB-300

El tren consta de dos unidades de tracción (UDT).

La UDT serie 300, consta de un piloto, semipiloto y un carro motor. Por lo tanto, todo el convoy se representa esquemáticamente como (M20-M21) + (R-R) + (M21-M20) que Cuenta con un aforo de 168 pasajeros de pie, 31 sentados y una persona discapacitada por coche para un total de 1200 personas en todo el convoy. (Wikipedia, 2023)

Tabla 2

Características AnsaldoBreda.

FICHA TECNICA ANSALDOBREDA	
Marca	AnsaldoBreda
Modelo	MB.300
Año de llegada a Perú	1989
Formación tren	6 coche
Puertas	4 puertas por cada lado de coche
Velocidad. Max	80 km/h
Capacidad	1200 pasajeros por tren
Dimensión	longitud: 107 metros /ancho: 2.85 metros / alto 3.67 metros
Equipamiento	Aire acondicionado

Nota. Ficha Técnica del Tren AnsaldoBreda.

Figura 3

Tren AnsaldoBreda - 300.



Nota. Imagen Tomada en El Patio Taller de Villa el Salvador.

2.2.3.2 Alstom Metrópolis 9000

El modelo de tren más modernos en servicios cuenta con sistemas de conducción autónoma, un circuito climático para controlar la temperatura de los vagones, sistema y palanca de alarmas, con micrófonos integrados para comunicación efectiva al operador del tren, lámparas LED en el interior y carteles digitales LED en las cabinas. Tienen una capacidad de 325 pasajeros por vagón y con una accesibilidad de vagón a vagón internamente y 4 puertas dobles por vagón. (wikipedia, 2023)

Tabla 3

Características Alstom Metrópolis.

FICHA TECNICA ALSTOM	
Marca	ALSTOM
Modelo	METRÓPOLIS
Año de Adquisición	2011
Formación tren	6 coche
Puertas	4 puertas por cada lado de coche
Velocidad. Max	80 km/h
Capacidad	1209 pasajeros por tren
Dimensión	longitud: 103 metros /ancho: 2.71 metros / alto 3.859 metros
Equipamiento	Aire acondicionado
Vida �til	Superior a los 35 años
	Espacios exclusivos para personas con discapacidad

Nota: Ficha Técnica del Tren Alstom.

Figura 4

Tren Alstom metrópolis 9000.



Nota. Imagen Tomada en el Andén - Estación Bayóvar.

2.2.3.3 Locomotora Greco

Se trata de una locomotora diésel-hidráulica que dispone de la potencia necesaria para tirar de trenes dentro del patio de maniobras y prestar asistencia en la vía principal en caso de ser necesario. Cuenta con un doble puesto de conducción, uno para cada sentido de la marcha, lo que permite una mejor visibilidad durante la conducción.

Figura 5

Locomotora Greco.



Nota. Imagen Tomada en el Patio Taller de Material Rodante.

2.2.3.4 Vagoneta Dresina

Es un vehículo autopulsado destinado a trabajos de inspección y mantenimiento en líneas aéreas. El principal equipo de propulsión está montado sobre el bastidor y consta de un motor Deutz y un accionamiento hidrostático. El accionamiento hidrostático consta de una bomba hidráulica principal acoplada al motor, que envía el fluido requerido a dos motores hidráulicos dependiendo de las condiciones de circulación. (COMASFER, 2015)

2.2.3.5 Vagoneta Grúa

Una vagoneta grúa es un vehículo ferroviario diseñado para el transporte y manejo de cargas pesadas en entornos industriales, especialmente en instalaciones ferroviarias, puertos, almacenes, fábricas y otros lugares donde se requiere la elevación y movimiento de mercancías de gran peso. Estas vagonetas suelen estar equipadas con un sistema de elevación, como una grúa, que permite cargar y descargar objetos pesados de manera eficiente. Su diseño puede variar, pero en general, están diseñadas para operar sobre rieles o vías ferroviarias, lo que facilita su desplazamiento y posicionamiento en el lugar de trabajo. Las vagonetas grúas son valiosas en aplicaciones industriales donde se requiere la manipulación de cargas voluminosas y pesadas, ya que ofrecen una solución eficaz para el transporte y la elevación de mercancías dentro de un entorno específico. (COMASFER, 2015)

Figura 6

Vagoneta Grúa.



Nota. Imagen Tomado en la Línea 13 de Material Rodante Patio Taller Villa el Salvador.

2.2.3.6 Vagoneta Plataforma

Una vagoneta plataforma es un vehículo diseñado para transportar mercancías, equipos o personas sobre una superficie plana, generalmente equipada con ruedas, rieles u otro sistema de soporte adecuado. Estas vagonetas se caracterizan por su plataforma o superficie de carga, que proporciona un espacio amplio y sin obstáculos para acomodar diversos tipos de carga. Pueden variar en tamaño y diseño, desde pequeñas vagonetas utilizadas en almacenes hasta vagonetas más grandes empleadas en la construcción, la industria ferroviaria o la logística.

Las vagonetas plataforma se utilizan para facilitar el transporte de mercancías, maquinaria o personas en entornos industriales, logísticos o de construcción, y su versatilidad las hace adecuadas para una amplia variedad de aplicaciones. Estas vagonetas a menudo se mueven manualmente o pueden estar equipadas con sistemas de tracción mecánica, eléctrica o incluso ferroviaria, según las necesidades específicas de la operación. (COMASFER, 2015)

Figura 7

Vagoneta Plataforma.



Nota: Imagen Tomada en el Taller de Equipos Auxiliares – Villa el Salvador.

2.2.3.7 Camión Bivial

El bivial es un vehículo que, por sus características ruedas, nos permite circular tanto por carretera como por las vías ferroviarias. De esta forma, podemos acceder al interior de la infraestructura o de los túneles del metro para realizar los trabajos de mantenimiento necesarios. Estos trabajos se hacen por las noches, cuando no hay servicio comercial. (RAIL, 2020)

Figura 8

Camión Bivial.



Nota. Imagen Tomada en el Línea 18 del Segundo Nivel Patio de Maniobras – Villa el Salvador.

2.2.4 Vía Férrea

La vía férrea se refiere a la sección de la infraestructura ferroviaria por el cual se desplazan o transitan los trenes y vehículos auxiliares, que a la vez se componen por carriles apoyados sobre traviesas o durmientes que se disponen sobre una capa de balasto, se complementa con un sistema de señalización y por tendido eléctrico que suministra energía a los trenes. (Ferropedia, 2019)

2.2.4.1 Elementos de la Infraestructura de la Vía Férrea

2.2.4.1.1 Balasto

El balasto está constituido por material pétreo con un tamaño de partícula que oscila entre 3 y 6 cm. Este material exhibe una resistencia adecuada a la compresión y al desgaste. Además, se caracteriza por ser piedra machacada, lo que significa que es bastante angulosa e irregular. Esta gradación específica se emplea comúnmente en las líneas ferroviarias.

El balasto es importante debido que cumple varias funciones entre ellos, distribuye la carga uniformemente repartida sobre el suelo, elimina o amortigua las vibraciones, permite un perfecto drenaje, mantiene la posición de las vías y evita el crecimiento de vegetación. (Patologías Construcción, 2020)

2.2.4.1.2 Traviesa o Durmientes

La traviesa es el elemento que permite: mantener el ancho de vía, adsorber y transmitir los esfuerzos, dar estabilidad a la vía en su conjunto, generar aislamiento eléctrico al conjunto de cara al correcto funcionamiento de otros sistemas e instalaciones (Universidad Tecnológica TECH, 2022, p. 9)

Figura 9

Tipo de Durmiente.



Nota. Imagen Tomada del Ingreso a Patio de Maniobras los Dos Tipos de Durmientes de Concreto – Madera.

2.2.4.1.3 Tirafondo

Un tirafondo férreo se refiere a un elemento de sujeción diseñado específicamente para la industria ferroviaria. Se trata de un dispositivo de fijación que se utiliza para asegurar elementos estructurales, como rieles u otros componentes ferroviarios, proporcionando

un anclaje resistente y seguro. Estos tirafondos están diseñados para penetrar en la madera de las traviesas o durmientes y asegurar firmemente las vías férreas, contribuyendo así a la estabilidad y solidez de la infraestructura ferroviaria. (Burgos, 2015, p. 40)

2.2.4.1.4 Pandrol

El sistema de fijación Pandrol es ampliamente utilizado en la industria ferroviaria para asegurar y mantener las vías en su lugar. Estos sistemas suelen consistir en clips de sujeción, placas base y elementos elastoméricos que se utilizan para fijar las rieles a las traviesas o durmientes de manera segura.

El sistema Pandrol se ha vuelto popular debido a su eficacia para mantener la estabilidad de las vías, absorber vibraciones y reducir el desgaste de los componentes ferroviarios. (Universidad Tecnológica TECH, 2022, pág. 13)

Figura 10

Pandrol o Clip de Agarre.



Nota. Pandrol o Clip Junto con la Durmiente Sujeta a la Riel para que no Se Pueda Mover.

2.2.4.1.5 Carril

“Este elemento suele ser tradicionalmente identificado como el más importante de la vía. Al fin a cabo, constituye la interface directa con las ruedas del vehículo, produciendo un guiado de manera unidireccional y continua.” (Universidad Tecnológica TECH, 2022, p. 11)

2.2.5 Cambiavías

Un cambio de vías, también conocido como desvío o aguja, es un componente esencial en una red ferroviaria que permite que los trenes cambien de una vía a otra. Consiste en una serie de rieles y mecanismos que permiten que una locomotora y sus vagones se desvíen de su ruta actual a una vía diferente, es decir los cambios de vías se utilizan para dirigir los trenes hacia diferentes direcciones, vías de cruce, o hacia estaciones y plataformas de carga específicas.

El funcionamiento de un cambio de vías implica el desplazamiento de un conjunto de rieles móviles, llamados lenguas, que se ajustan para guiar las ruedas del tren en la dirección deseada. Estos cambios pueden ser operados manualmente por personal ferroviario o de forma automatizada mediante sistemas electrónicos y señales.

Los cambios de vías son componentes críticos en la infraestructura ferroviaria, ya que permiten una operación segura y eficiente de los trenes al facilitar su movimiento entre diferentes vías y trayectos.

Según Jiménez, (2013) define que la misión de los cambios es producir el desvío de las circulaciones hacia una vía determinada. En el cambio existen cuatro piezas fundamentales: los dos exteriores,

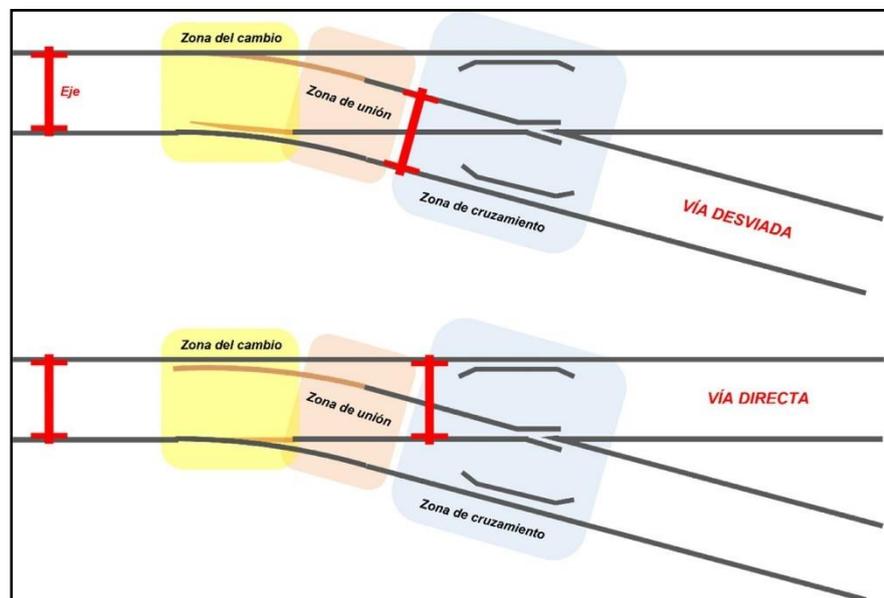
llamadas contra agujas, que son fijas, y los dos interiores, llamadas agujas o espadines, que, siendo solidarias por uno o varios tirantes, tienen parte móvil y cuya posición, según se efectúe el acoplamiento sobre una u otra contra agujas, determina la dirección que debe seguir la circulación. Las agujas están empotradas o articuladas en su talón, quedando libre en su otro extremo llamado punta. (p. 21)

2.2.5.1 Desvió

Es un aparato de vía que permite la bifurcación (división) de una vía, posibilitando el paso de los trenes y vehículos auxiliares de una vía a otra sin interrupción de la marcha. Así el desvió permite que una vía pueda ramificarse de este modo en dos, tres o más directrices. Está dividido en tres zonas: zona del cambio, zona intermedia o carriles de unión y zona de cruzamiento. (Universidad Tecnológica TECH, 2022, p. 3)

Figura 11

Esquema General Desvió.



Nota. La imagen muestra las partes de un desvió en diferentes posiciones. Fuente: (Universidad Tecnológica TECH, 2022).

2.2.5.1.1 El cambio

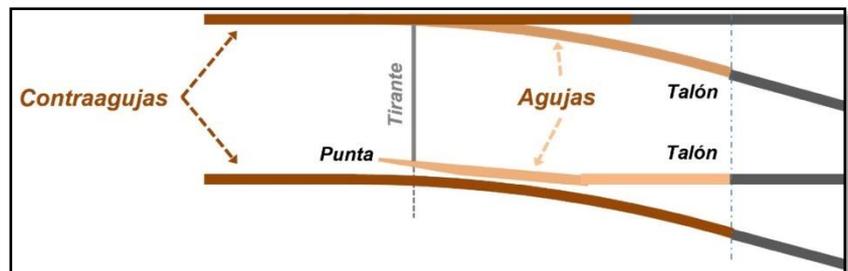
Universidad Tecnológica TECH (2022) define la zona del cambio es donde se realiza el desdoblamiento de los dos carriles de la vía mediante os carriles especiales móviles llamados agujas, uno de los cuales, alternativamente, se acopla a su carril fijo adyacente llamado contra aguja.

Consta de:

- Dos (2) agujas (recta y curva).
- Dos (2) contra agujas (recta y curva), que han de mecanizarse para posibilitar su acoplamiento.
- El establecimiento de los caminos de rodadura sobre las agujas. (p. 3)

Figura 12

Componentes de un Cambio.



Fuente: (Universidad Tecnológica TECH, 2022).

2.2.5.1.1.1 Componentes de un cambio

- **Árbol de Cambio:** También denominado accionador de pie desvía al tren de un lado a otro por medio de las agujas.
- **Marmita:** Es un manubrio con un contra peso en la parte delante que permite realizar el cambio de un lado a otro de una forma más rápida.

- **Agujas de cambio:** Está formada por dos rieles desbastados gradualmente para acoplarse a los rieles de apoyo.
- **Varillas de unión:** Sirven para que las agujas se muevan simultáneamente.
- **La barra de conexión:** Es el elemento que transmite la dirección que se desea tome el tren al hacer operar el árbol de cambio, esta está conectada con la primera varilla de unión.
- **Rieles guía:** son aquellos que unen el final de las agujas con el inicio del sapo.
- **El sapo:** Es el aparato donde físicamente se interceptan ambas vías, consta de un ensamblaje mecánico de rieles o bien un elemento sólido de acero fabricado especialmente con la geometría adecuada para cada tipo de desvío ferroviario.
- **Contraríeles:** Son elementos que sirven para forzar a que las ruedas del tren mantengan la dirección deseada sin que la ceja de estas dañe la punta práctica del sapo. (Méndez, 2019, p. 1)

2.2.5.1.2 Zona Intermedia o Carriles de Unión

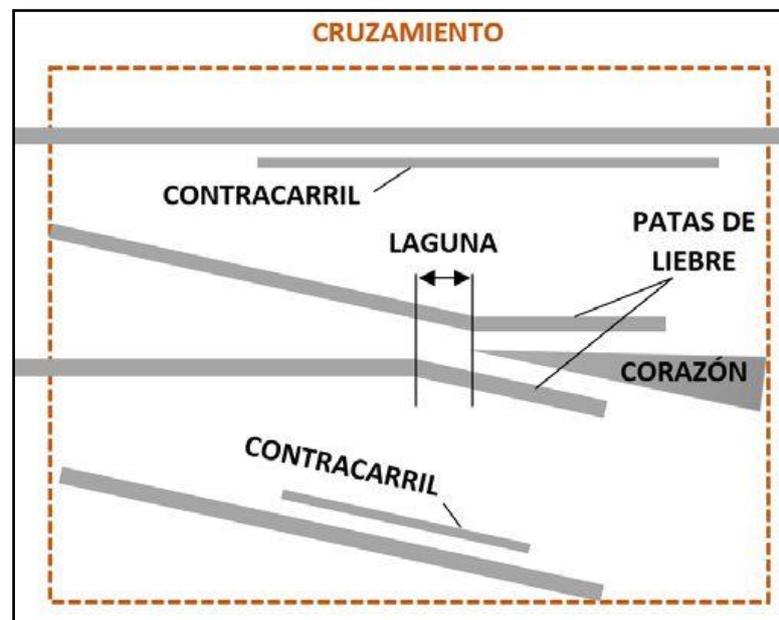
“Esta zona está formada por cuatro carriles, dos pertenecientes a la vía directa y dos a la desviada, que unen el cambio con el cruzamiento.” (Universidad Tecnológica TECH, 2022, p. 6)

2.2.5.1.3 Cruzamiento

“Es la zona del desvío donde se produce la intersección de la vía directa y desviada. Permite realizar la intersección de los carriles y consta de los elementos corazón, patas de liebre, laguna y contracarriles.” (Universidad Tecnológica TECH, 2022, p. 6)

Figura 13

Esquema General de un Cruzamiento.



Fuente: (Villalba Sanchis, 2021).

2.2.5.2 Tipos de Desvíos

2.2.5.2.1 Desvío sencillo

“Se refiere al desvío de una vía a otra por medio de un cambio instalado en la vía” (Mas que Ingeniería, 2022)

2.2.5.2.2 Escape o diagonal

“Formado por desvíos sencillos colocados sobre dos vías paralelas, pero en sentido opuesto y conjugadas sus agujas (movimientos simultáneos) además, sus vías desviadas están en la prolongación una de otra. (Yague, 2020, p. 90).

Permiten el paso de una vía a otra y se utilizan habitualmente para la inversión de marcha de los trenes.

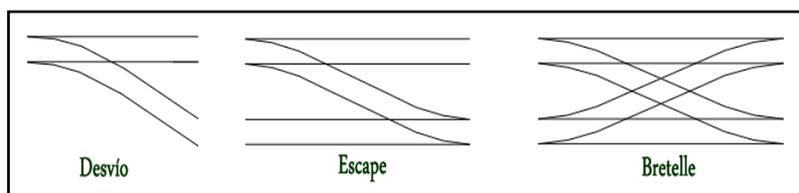
2.2.5.2.3 Doble diagonal o bretelle

“Con dos diagonales superpuestas, en la zona central tiene lugar la intersección de las dos vías desviadas.” (Yague, 2020, p. 91).

Se utiliza habitualmente en terminales para obtener intervalos mínimos en la inversión de marcha de los trenes.

Figura 14

Tipos de Desvíos.



Nota: Los tres tipos de desvíos.

Fuente: (Mas que Ingeniería, 2022).

2.2.6 Sistema de Electrificación Ferroviaria

“La función principal del Sistema de Electrificación Ferroviaria consiste en garantizar de manera segura y confiable la operación de los vehículos eléctricos.” (Garayar, 2020, p. 30).

2.2.6.1 Sistema Eléctrico de Metro de Lima

(Garayar Sulca, 2020) Sostiene que por la línea uno metro de lima se distribuyen, en forma de un anillo abierto de 21.6 kV a lo largo de toda la línea, la energía necesaria para la tracción de los trenes anillo abierto de Subestaciones Rectificadoras (SERs) y para los requerimientos de las estaciones y sus sistemas anillo abierto de Cabinas Eléctricas (CABs). (p. 31)

2.2.6.1.1 Subestación Rectificadora SER

(Garayar Sulca, 2020) “nos dice que las subestaciones rectificadoras SER están constituidas, principalmente, por las celdas de 21,6 kV, dos transformadores rectificadores, dos rectificadores, de 1500 V dc, y un sistema de alimentación en corriente continua, 110 Vdc y 24 Vdc.” (p. 32)

2.2.6.1.2 Cabinas Eléctricas CAB

(Garayar Sulca, 2020) sostiene que las Cabinas Eléctricas tienen la tarea de convertir las conexiones provenientes de las direcciones norte y sur del anillo Media Tensión (MT) de Cabinas. Además, están equipadas con dos transformadores de 21.6/0.38-0.22 kV, los cuales suministran la baja tensión a los tableros de la estación. (p. 32)

2.2.6.2 Sistema de supervisión y control de energía – SCADA

(Garayar Sulca, 2020) Sostiene que el Sistema de Alimentación Eléctrica abarca toda la Línea 1, entre cola de vía de la estación Villa El Salvador y la cola de vía de la estación Bayóvar, así como los respectivos patios en ambos extremos. Este Sistema posee actualmente todos los recursos que permiten su control y operación de forma centralizada.

SCADA, brinda una supervisión remota de todo el Sistema de Alimentación Eléctrica. Igualmente, permite el control automático o manual del suministro de energía de media tensión (MT) del sistema de alimentación de tracción (DC) y del sistema de alimentación de energía de estación (BT). (p. 34)

(Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico - ATTE, 2008)
“Se cuenta también con una planta térmica con una capacidad aproximada de 5.4 MVA, destinada a enfrentar las emergencias que se pudieran presentar por falla o ausencia de energía en la alimentación preferente de la subestación de transformación.” (p. 11)

2.2.6.3 Factores Característico Propios de la Red Ferroviaria

Roch (2014) menciona: si incluimos el parámetro de la receptividad, las situaciones en las que la receptividad es mayor (mayor eficiencia energética) son las de frecuencia alta. Esto es debido a que cuando la cantidad de trenes conectados en una determinada línea es alta (hora punta), la probabilidad de que la potencia regenerada por un tren que frena sea absorbida por otro tren que está en fase de tracción es alta. En hora valle, se incrementa la probabilidad de que no haya cargas en el sistema suficiente para absorber la potencia de algún frenado regenerativo. Cuando esto ocurre y las subestaciones en el sistema son unidireccionales, el exceso de potencia tiene

que ser disipado en los reóstatos a bordo del tren para evitar la tensión en la catenaria. (p. 7)

2.2.7 Corriente Nominal

“Se refiere a la corriente eléctrica máxima que un dispositivo, equipo o componente puede manejar de manera segura durante su funcionamiento normal. Esta especificación se establece para garantizar que el dispositivo opere dentro de parámetros seguros y eficientes” (Lujan, 2022, p. 25).

$$I_n = \frac{M.D}{K \times V \times \cos\phi} \quad (Ec. 1)$$

donde:

- I_n : Corriente nominal
- $M.D$: Máxima demanda (kW)
- K : $1(1\theta)$; $\sqrt{3}(3\theta)$
- V : Tensión (kV)
- $\cos\phi$: Factor de potencia

2.2.8 Corriente de Diseño

“la corriente de diseño monofásica es la corriente nominal planificada durante la fase de diseño de un sistema eléctrico monofásico y es fundamental para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente del mismo.”

Se emplea la siguiente formula:

$$I_d = 1.25 \times I_n \quad (Ec. 2)$$

donde:

- I_d : Corriente de diseño (A)
- I_n : Corriente nominal (A)

2.2.9 Calibre del conductor eléctrico

Tabla 4

Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V

Calibre Conductor <i>mm²</i>	N.º Hilos	Diámetro Hilo <i>mm</i>	Diámetro Conductor <i>mm</i>	Espesor Aislamiento <i>mm</i>	Diámetro Exterior <i>mm</i>	Peso <i>Kg/Km</i>	Amperaje (*)	
							Aire <i>A</i>	Ducto <i>A</i>
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1	6	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Fuente: (INDECO by Nexans, 2023)

2.2.10 Llave térmica de acuerdo a la carga (ITM)

“se debe de conocer primero el valor de la corriente de diseño; la construcción, característica y funcionamiento es según norma IEC-60898, para conocer valores de ITMS comerciales.”
(Quevedo, 2023, p. 24).

Tabla 5*Cuadro de Llaves Térmicas Común.*

In (A)	Capacidad de Interrupción Última		
	IEC60898-1	IEC60947-2	
	230VAC (A)	230VAC (kA)	400VAC (kA)
10	6000	10	5
16	6000	10	5
20	6000	10	5
25	6000	10	5
32	6000	10	5
40	6000	10	5
50	6000	10	5
63	6000	10	5

Fuente: (Electric, 2023).

2.2.11 Resistividad del Conductor Eléctrico

“Ofrecen resistencia al paso de la corriente eléctrica, según calidad de material y dimensiones. La resistencia del conductor es directamente proporcional a la resistividad del material conductor ρ y su longitud L e inversamente proporcional a su sección A ” (Castillo, 2015, p. 1)

Ley de Pouillet emplea la siguiente formula:

$$R_c = \rho \frac{2L}{S} \quad (Ec. 3)$$

donde:

R_c : Resistencia del conductor [Ω].

ρ : Coeficiente del material conductor [$\Omega.m$].

L : Longitud de conductor [m].

S : Sección del conductor [m^2].

2.2.12 Caída de Tensión

“Es la pérdida de energía durante el traslado de la potencia por un conductor eléctrico.

los materiales que lleva los conductores tienen una resistividad muy baja, aluminio ($0.028 (\Omega \times \frac{mm}{m})$) y cobre ($0.0175 (\Omega \times \frac{mm}{m})$) de manera que conducen electricidad de manera óptima.” (Vilca, 2023, p. 37).

$$\Delta V = In * R \quad (Ec. 4)$$

$$\Delta V = \frac{\delta \times K \times Id \times L \times \cos\phi}{S} \quad (Ec. 4.1)$$

donde:

ΔV : Caída de tensión sobre el conductor

K : 1.73 (para un sistema 3 ϕ) $K=2$ (para un sistema 1 ϕ)

Id : Corriente de diseño (A)

δ : Resistividad del cobre $0,0175 (\Omega \times \frac{mm}{m})$

L : Longitud del conductor (m)

S : Sección del conductor (mm^2)

$\cos\phi$: Factor de potencia

2.2.13 Caída de Tensión Porcentual

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (Ec. 5)$$

donde:

$\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual

ΔV : Caída de tensión

V : Tensión

2.2.14 Selección de tubería

“Se permite el uso de tuberías rígidas de cloruro de polivinilo (PVC) y de termoplástico libre de halógeno (HFT) en montajes visible o empotrados, sobre o bajo pisos.” (Ministerio de Energía y Minas - MINEM, 2011, p. 46) (Según Anexo 3)

2.2.15 Calibre del cable tierra

“El código nacional de electricidad dice que el cable tierra desde la cometa hasta el tablero general se empleara la siguiente tabla de acuerdo a su consumo en Ampere.” (Ministerio de Energía y Minas - MINEM, 2011, p. 28)

Tabla 6

Conductor tierra para sistema de corriente alterna

Capacidad de conducción del conductor de acometida de mayor sección o equivalente para conductores múltiples [A]	Sección del conductor de cobre de puesta a tierra [mm ²]
100 o menos	10
101 a 125	16
126 a 165	25
166 a 200	25
201 a 260	35
261 a 355	50
356 a 475	70
Sobre 475	95

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p. 193)

Para la tabla 7 se considera que el calibre del cable tierra va ser tomado desde el tablero general a sus tableros de distribución.

Tabla 7*Conductores Tierra menos Calibre.*

Máxima capacidad o ajustes del dispositivo de sobre corriente de los circuitos protegidos [A]	Mínima sección nominal del conductor requerido [mm²]
20	2.5
30	4
40	6
60	6
100	10
200	16
300	25
400	25
500	35
600	50
800	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p. 192)

2.2.16 Selección de luminaria por la capacidad de lux

“Para la iluminación de las áreas de trabajo (lugar donde se desarrolla la tarea visual) deberá tomarse en cuenta la tabla 8 los valores mínimos y medios de iluminancia, no deberá ser inferior a lo establecido.” (Ministerio de Energía y Minas - MINEM, 2011).

Tabla 8*Iluminancia mantenida en áreas*

TIPO DE INTERIOR	ILUMINACION MANTENIDA LUX
Estaciones de Suministro	
Planta de suministro de combustible (los colores de seguridad serán reconocibles)	50
Casa de calderas	100
Sala de maquinas	200
Locales auxiliares	
Por ejemplo, cuartos de bombas, cuartos de condensadores, cuartos de paneles eléctricos, etc.	200
Salas de control	
Nota 1: Los paneles de control son generalmente verticales	
Nota 2: Puede requerirse atenuación de la iluminación (dimers)	500
Nota 3: Para pantalla o monitores pueden requerirse filtros	

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas - MINEM, 2011)

2.2.17 Aisladores

Los aisladores, en el contexto de la electricidad y la electrónica, son componentes esenciales que se utilizan para prevenir la conducción no deseada de corriente eléctrica entre dos puntos o componentes conductores.

2.2.17.1 Propiedades dieléctricas

Los aisladores son materiales dieléctricos, lo que significa que tienen la propiedad de resistir o inhibir la corriente eléctrica. Esto se debe a la estructura de sus átomos y moléculas, que no permiten el libre flujo de electrones. Los dieléctricos tienen una alta resistividad eléctrica y, por lo tanto, se utilizan para separar conductores eléctricos.

2.2.17.2 Resistividad eléctrica

La resistividad eléctrica es una propiedad fundamental de los materiales aislantes y se refiere a su capacidad para oponerse al flujo de corriente eléctrica. Los materiales aislantes tienen una resistividad mucho mayor que los materiales conductores, lo que les permite actuar como barreras efectivas para la corriente eléctrica.

2.2.17.3 Rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica es una medida de la capacidad de un material aislante para soportar una alta tensión eléctrica sin experimentar una ruptura dieléctrica. Los materiales aislantes deben tener una rigidez dieléctrica suficientemente alta para evitar la descarga eléctrica a través de ellos.

2.2.17.4 Resistencia al calor y aislamiento térmico

Además de su función eléctrica, los aisladores también pueden desempeñar un papel importante en la gestión del calor y el aislamiento térmico en dispositivos eléctricos y electrónicos. Algunos aisladores también son buenos aislantes térmicos, lo que significa que pueden mantener los componentes eléctricos aislados de altas temperaturas.

2.2.17.5 Diseño y forma

Los aisladores pueden tener diversas formas y diseños, dependiendo de la aplicación específica. Los aisladores se utilizan en cables, conectores, dispositivos de conmutación, transformadores y muchas otras aplicaciones, y su diseño se adapta a los requisitos de cada caso.

2.3 Definición de Términos Básicos

Aislador de sección: Conjunto de piezas que se utilizan en la catenaria para cortar la continuidad eléctrica del cable sustentador y del hilo de contacto.

Balasto: Material seleccionado en forma de gránulos utilizado para recibir y distribuir las cargas estáticas y dinámicas provenientes de la vía.

Cable Sustentador: cable utilizado en sistemas de catenarias. Este cable se coloca y sostiene sobre postes o estructuras a lo largo de la vía férrea y sirve como elemento de soporte para otros componentes del sistema de electrificación.

Cambivías: Sistema instalado en la vía del ferrocarril con el propósito de dirigir de manera manual o automática el paso de los vehículos ferroviarios de una vía a otra.

Catenarias: Cables suspendidos en el aire que suministran energía eléctrica a las locomotoras u otros vehículos ferroviarios propulsados por motores eléctricos.

Contrarriel: Es la parte fija del riel donde se adosa o apega las agujas.

Durmientes: Elementos transversales al eje de la vía férrea sirven de apoyo y sujeción para los rieles, facilitando la transmisión de las cargas desde los vehículos ferroviarios hacia el balasto.

El cambio: es el punto donde empieza el desvío.

El cruzamiento: punto específico donde ocurre el cruce de las vías consta de corazón, contracarriles, patas de liebre y laguna.

Elementos de fijación: Se emplea para asegurar los rieles a los durmientes del ferrocarril e incluye elementos como anclas para la vía, placas de asiento para los rieles, dispositivos de sujeción, tirafondos ferroviarios, pernos para los rieles, entre otros.

Franco mínimo ferroviario: Es el espacio de separación seguro entre las dimensiones máximas en anchura y altura de los vehículos en movimiento y los diferentes elementos cercanos a la vía, como parapetos, señales, cercas, entre otros.

Galibo ferroviario: Referencia presente en un plano transversal y perpendicular a la vía ferroviaria, que establece las dimensiones a las que deben ajustarse las instalaciones fijas y los vehículos ferroviarios.

Ménsula: Se utilizan para sostener cables, como el cable sustentador de la catenaria.

Operador Cambiavías: Es el responsable de realizar y verificar el movimiento de cambiavías, ejecutar las maniobras dentro del Patio Taller o en la Vía Principal cuando se requerido.

Pantógrafo: Dispositivo articulado que facilita la transferencia de corriente eléctrica al tren.

Péndola: Las péndolas son elementos de suspensión esenciales en sistemas de catenarias ferroviarias que ayudan a mantener la geometría adecuada y la funcionalidad del sistema eléctrico.

Piquete: Es un hito en perfil de acero de 800 mm De altura pintado de blanco con franja roja colocado entre vías divergentes de un cambiavía o de una intersección.

Poste: Se utilizan comúnmente para sostener la catenaria (cables aéreos de alimentación) en sistemas de electrificación.

Riel: Es una barra de metal larga y rectangular que se utiliza en la construcción de vías férreas.

Señal: Dispositivo óptico y/o acústico que se utiliza para transmitir instrucciones o información al personal relacionado con la operación de trenes o maniobras ferroviarias.

Superestructura de vía: Es la parte de la vía, compuesta por los rieles, durmientes, balasto y elementos de sujeción, destinada a garantizar el tránsito seguro de los trenes.

Supervisor de PCO: Regula y coordina la circulación de los trenes en la vía principal de acuerdo con las informaciones de los Conductores.

Talón de aguja: Parte de una aguja o cambio de vía que está en el extremo opuesto a la punta.

Tren: Se trata de un medio de transporte conformado por una secuencia de vagones o coches conectados entre sí y arrastrados por una locomotora. Este conjunto se desplaza de una estación a otra, brindando un servicio a lo largo de la vía ferroviaria.

Trocha: es la distancia interior de dos rieles, que constituyen el ancho de la vía.

Vía férrea: Estructura sobre la que transitan los vehículos ferroviarios.

Zona eléctrica: Circuito de la línea aérea de contacto, separadas entre sí mediante aisladores de sección, que recibe alimentación eléctrica en 1500 Vdc.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1 Determinación y Análisis del Problema

En la empresa UNNA transporte S.A.C. concesionario de la Línea Uno Metro de Lima, encargada de brindar el servicio de transporte, mantenimiento e implementación de infraestructura ferroviaria.

Realizando el desempeño operativo se encuentra incidencias leves, moderadas y graves al momento de realizar maniobras con los trenes o vehículos auxiliares como (vagoneta plataforma, vagoneta grúa, vagoneta dresina, camión bivial, locomotora greco y vehículos férreos), de los cuales tenemos la incidencia llamada "TALONAMIENTO", como una de las más concurrentes en el patio de maniobras de Villa el Salvador, de la cual surge la pregunta ¿Cuáles son las causas y consecuencias que nos lleva a un talonamiento?

Analizando las causas se entiende que la intervención humana es uno de los principales errores operacionales que conlleva al talonamiento, debido a que muchas ocasiones el maquinista del tren tiene el exceso de confianza producto a que es una maniobra rutinaria, por lo que incumpliría con el Reglamento Obligatorio de trabajo (inspeccionar, visualizar las señales manuales realizada por el cambiador maniobrista y ver las posiciones de los cambiavías).

En el patio de maniobras se tiene instalado dos tipos de cambiavías de la cual son de forma manual llamados (macaco "marmita" y rapco "árbol de cambio") por lo que demanda de personal (cambiador maniobrista) para realizar los cambios con un correcto encaminamiento para direccionar al tren a la vía principal, seguido de sus señales manuales con bandera si es de día y luminaria con linterna si es de noche, un mal encaminamiento por parte del cambiador maniobrista en la salida de trenes nos llevaría a un talonamiento.

En el patio de maniobras de Villa el Salvador, en época de invierno, se aglomera de neblina, llovizna que cubre la visibilidad de las vías férreas, debido que encuentra por la zona denominado ticlio chico.

De los tres tipos de niveles de incidencia, es considerado como una incidencia grave el talonamiento debido a que tiene las siguientes consecuencias:

En aspecto de infraestructura - daño materiales

- Ruptura del cambio dependiendo del modelo
- Ruptura de las agujas por la parte del talón
- Doblado de la unión de las agujas
- Descarrilada de un tren
- Tendido eléctrico (Líneas catenarias)
- Deterioro de rieles

En aspecto de daño al material rodante:

- Daños en el tren
- Daño de cables conectores de coche a coche
- Daño de acopladores de coche a coche
- Daño de los compresores
- Daño de buggies
- Rozadura de la rueda

En relación al Personal ferroviario:

- Despido de personal

En aspecto económico:

- Altos costo en reparación de infraestructura
- Altos Costos por compras de pieza para cambio

En el servicio:

- Minutos perdidos por retraso, de salida y llegada de trenes en el servicio comercial, dependiendo de la intersección de cambiavía podría hasta cancelarse la salida de trenes al servicio.

Los indicadores cuantitativos relativos de los talonamientos:

Tabla 9

Cuadro de Talonamiento

FECHA	DESCRIPCION	HORAS REPORTE	HORAS HABILITACION	HORAS INOPERATIVA
07/05/2019	CV-2 VES	6:40	13:00	6:20
17/05/2019	CV-3 VES	6:20	13:00	6:40
06/12/2019	AG-8 VES	21:30	3:00	5:30
06/03/2020	CV-11 VES	16:26	23:00	6:34
15/03/2020	CV-37 VES	19:30	3:00	7:30
01/06/2020	CV-9 VES	5:14	3:00	21:46
18/06/2020	CV-10 VES	5:39	13:00	7:21
14/07/2020	CV-7A VES	10:40	13:00	2:20
09/01/2021	CV-10 VES	5:10	13:00	7:50
09/02/2021	CV-06 VES	15:52	20:00	4:08
20/02/2021	CV-11 BAY	5:40	7:52	2:12
13/03/2021	CV-2 VES	5:34	18:20	12:46
23/04/2021	CV-10 VES	5:15	15:27	10:12
17/12/2021	CV-1A VES	22:00	5:30	7:30
23/02/2022	CV-22 VES	22:22	3:00	4:38
14/03/2022	CV-33 VES	21:56	3:00	5:04
01/10/2023	CV-1A VES	7:00	15:40	8:40
15/10/2023	CV-22 VES	22:00	3:00	5:00
TOTAL				132:01:00

Se visualiza en la tabla que la Cantidad de talonamientos registradas desde el año 2019 al 2023, fueron dieciocho (18).

Figura 15

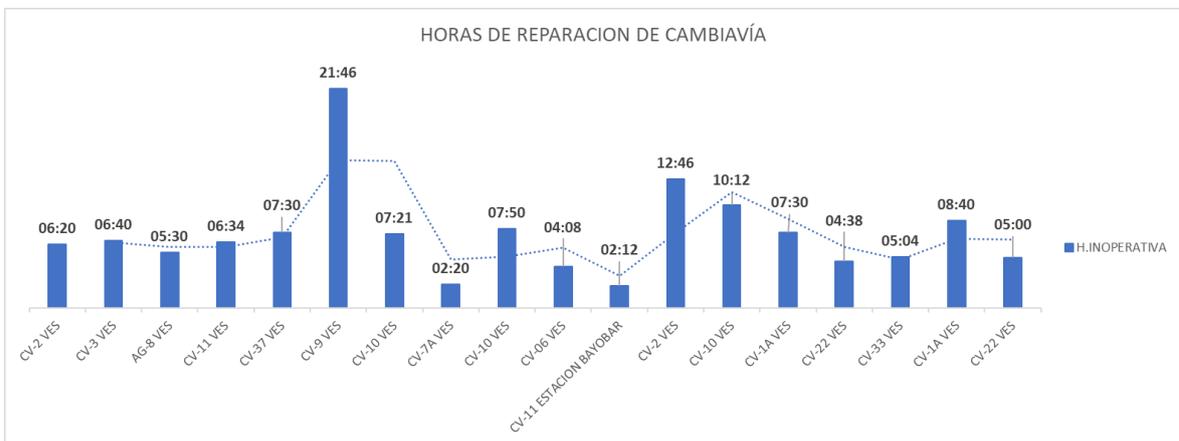
Talonamiento por año.



Se visualiza que el mayor incidente de talonamientos fue en el año 2021.

Figura 16

Horas de Reparación de un cambiavía.



Se visualiza las horas de inoperatividad de los cambiavías por talonamiento oscila entre 02 horas a 21 horas.

3.2 Modelo de Solución Propuesto

La solución empleada es realizar un diseño eléctrico para implementar una señal que nos indique si el cambiavía está correctamente encaminado por medio de luces de color verde o rojo que empleara como pide la norma para que el maniobrista del tren puede tener la seguridad para la realización de la maniobra.

Se tendrá en cuenta toda la información, requerida para el diseño eléctrico que consta en saber las funciones de cada uno de sus componentes que va desde el sistema eléctrico, mecánico y dotación de señales hasta su operacionalidad y como poder adecuar y tener una señal para que lo puedan visualizar.

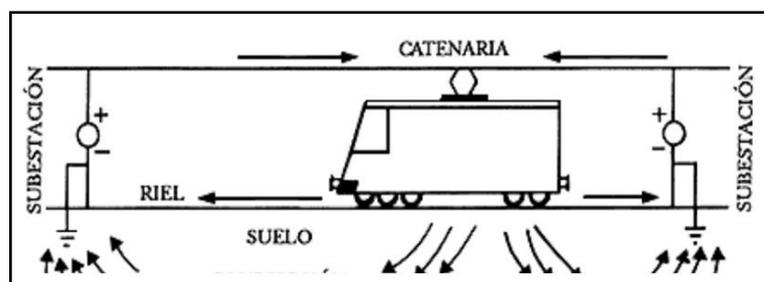
Desde el tablero de distribución, implementare un sub tablero para la alimentación de los circuitos, realizare el plano del diseño eléctrico, el diagrama unifilar con la independización de cada circuito agrupado.

3.2.1 Utilización de la corriente continua

La corriente eléctrica que usa el sistema de la Línea Uno del Metro de Lima por el tendido eléctrico llamado catenaria, es alimentada por una sub estación rectificadora con 1500 voltios de corriente continua D.C el pantógrafo capta la fase positiva de la catenaria y mientras que las ruedas con el riel la fase negativa, de esa manera cerrando el circuito y proporcionando el movimiento del tren.

Figura 17

Circulación de corriente continua en los trenes.



Nota. esquema de la circulación de la corriente continua fuente:
(Garayar Sulca, 2020)

3.2.2 Consumo y Generación de la Energía del Tren

Al momento de traccionar el tren produce un consumo de corriente continua que se va ver reflejado en el voltímetro del tren, cuando un tren desacelera o frena sus motores hacen la función de generar corriente que es transmitida por los rieles de la vía con retorno a los transformadores. La energía que no se puede consumir retorna al tren y es transformada en calor por medio de los reóstatos.

3.2.3 Funcionamiento de una Cambiavía

Los cambiavías son parte fundamental de una vía férrea que nos permite direccionar de un lugar a otro al tren solo con el movimiento del cambio.

En el patio de maniobras de villa el salvador primer nivel se ha revisado el funcionamiento de los cambios movimientos de agujas para la adecuación de la señal, los tipos de cambios que se encuentran en la zona 51 y en la zona 52, tipos de desvíos y cuantas Líneas existen (lugar donde se estaciona al tren), donde están ubicadas y como están interconectadas. Según se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 10*Ficha de Inspección de Cambiavías*

CARTILLA DE INSPECCION DE PATIO DE MANIOBRA - PRIMER NIVEL			
ZONA 51			
DESCRIPCION	MODELO	UND.	
Tipo de cambiavías	MARMITA	8	
	CV-1A / CV-1B / CV-4 / CV-6A / CV-7B / CV-7A / CV-8A / CV-8B		
Tipo de desvió	ARBOL DE CAMBIO BAJO	2	
	CV-3 / CV-5		
Líneas	DESVIO SIMPLE	10	
	DESVIO ESCAPE	3	
Distancia entre cambiavías	VIAS PARA APARCADO DE TREN LINEA 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6	6	
	CV-1A A CV-1B	12 m	
	CV-4 A CV-3	6 m	
	CV-3 A CV-5	12m	
	CV-6 A CV-7B	12m	
	CV-7B A CV-7A	12m	
	CV-8A A CV-8B	12m	
ZONA 52			
Tipo de cambiavías	ARBOL DE CAMBIO BAJO	4	
	CV-2/CV-9/CV-10/CV-11		
Tipo de desvió	DESVIO SIMPLE	4	
Líneas	VIAS PARA APARCADO DE TREN LINEA 7 - 8 - 9 - 10	4	
Distancia entre cambiavías	CV-9 A CV-10	6 m	
	CV-9 A CV-11	24 m	

*Donde***CV: CAMBIAVÍA**

3.2.4 Cálculo del tablero distribución (TD) – al sub tablero (STD)

3.2.4.1 Punto de electrificación:

Dentro del patio de maniobras vamos encontrar el área de jefatura que trabajan con corriente alterna y la energía proviene de los transformadores por los anillos abierto de Cabinas Eléctricas (CABs) en jefatura se ubica un tablero de distribución de 400 voltios de 3 fases más neutro.

De la cual del Circuito C3 alimentara de 220V al sub tablero a una distancia de 70 metros con un factor de potencia 0.9 y una capacidad de 1000W.

Realizando dimensionado de calibre del conductor desde el tramo de jefatura hasta el sub- tablero hallamos:

3.2.4.2 Máxima Demanda

Bajo el criterio de diseño se considera 1000W a la potencia instalada y al factor de demanda 1.

Tabla 11

Cuadro de Máxima demanda.

Potencia Instalada (W)	Factor de Demanda (%)	Demanda Máxima (W)
1000W	1	1000W

3.2.4.3 Corriente Nominal

$$In = \frac{M.D}{K \times V \times \cos\phi}$$

donde:

In : Corriente nominal

$M.D$: Máxima demanda (kW)

K : 1(1 θ); $\sqrt{3}$ (3 θ)

V : Tensión (kV)

$\cos\phi$: Factor de potencia

$$In = \frac{1000W}{1 \times 220 V \times 0.9}$$

$$In = 5,05 A$$

3.2.4.4 Corriente de diseño

$$I_d = 1.25 \times I_n$$

$$I_d = 1.25 \times 5.05 A$$

$$I_d = 6,31 A$$

Tabla 12

Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V

Calibre Conductor	N.º Hilos	Diámetro Hilo	Diámetro Conductor	Espesor Aislamiento	Diámetro Exterior	Peso Kg/Km	Amperaje (*)	
							Aire A	Ducto A
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1	6	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Fuente: (INDECO by Nexans, 2023)

Con el valor obtenido de la corriente de diseño $I_d = 6,31 A$ podremos seleccionar el calibre del conductor, revisando la tabla técnica, podemos decir que el calibre del conductor es 4 mm^2 que va desde el tablero de distribución al sub tablero.

mientras que con la corriente nominal de **5,05 A** podremos seleccionamos la llave térmica que se empleara y la capacidad en amperios.

Tabla 13

Cuadro de Llaves Térmicas Común.

In (A)	Capacidad de Interrupción Ultima		
	IEC60898-1	IEC60947-2	
	230VAC (A)	230VAC (kA)	400VAC (kA)
10	6000	10	5
16	6000	10	5
20	6000	10	5
25	6000	10	5
32	6000	10	5
40	6000	10	5
50	6000	10	5
63	6000	10	5

Fuente: (Electric, 2023).

3.2.4.5 Caída de Tensión

$$\Delta V = \frac{\delta \times K \times I_d \times L \times \text{Cos}\varphi}{S}$$

donde:

ΔV : Caída de tensión sobre el conductor.

K : 2 (para un sistema monofásico).

I_d : Corriente de diseño (A).

δ : Resistividad del cobre $0,0175 \left(\Omega \times \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}\right)$.

L : Longitud del conductor (m).

S : Sección del conductor (mm^2).

$\text{Cos}\varphi$: Factor de potencia.

Reemplazando los valores en la formula se obtiene:

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 6,31 A \times 70m \times 0,9}{4mm^2}$$

$$\Delta V = 3,48 V$$

3.2.4.6 Cálculo caída de tensión porcentual

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100$$

donde:

$\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual

ΔV : Caída de tensión

V : Tensión

$$\Delta V(\%) = \frac{3,48 V}{220 V} * 100$$

$$\Delta V(\%) = 1,58 \%$$

Por lo tanto, el resultado de la caída de tensión es $\Delta V = 3,48 V$ y la caída de tensión porcentual es de $\Delta V(\%) = 1,58 \%$ cumpliendo con lo que manda el CNE la caída de tensión no sea mayor del 2,5% que sería 5,5 V.

3.2.4.7 Selección del cable tierra

Con el valor de la corriente nominal podremos hallar el calibre del conductor de acuerdo a la tabla 9.

Tabla 14*Sección mínima de conductores de tierra.*

Máxima capacidad o ajustes del dispositivo de sobre corriente de los circuitos protegidos [A]	Mínima sección nominal del conductor requerido [mm ²]
20	2.5
30	4
40	6
60	6
100	10
200	16
300	25
400	25
500	35
600	50
800	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas - MINEM, 2011)

Del resultado de la corriente nominal $I_n = 5.05 A$. se revisa con los datos de la tabla la selección de cable tierra es de $2.5 mm^2$

3.2.5 Desarrollo del Sub tablero

Se instalará un tablero eléctrico monofásico para exteriores que contará con las siguientes especificaciones que tenga capacidad para 20 polos 1 llave térmica general, 5 llaves térmicas para cada circuito, 1 diferenciales y 2 de reserva la cual estará instalada a una altura como mande el código nacional sin superar 1.80 m

Tabla 15*Cuadro de Máxima demanda sub tablero.*

Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia	Factor de	Demanda
		Unitaria	Instalada	Demanda	Máxima
		(W)	(W)	(%)	(W)
Luminaria	28	13W	364W	1	364W

3.2.5.1 Cálculo corriente nominal del sub tablero – circuitos

Se aplica la siguiente fórmula (Ec. 1) La cual dará como resultado la corriente nominal en amperes.

$$In = \frac{364W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 1,83 A$$

3.2.5.1.1 Desarrollo de la corriente nominal de 5 circuitos

Calculo C – 1

$$In = \frac{78W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 0,39 A$$

Calculo C – 2

$$In = \frac{78W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 0,39 A$$

Calculo C – 3

$$In = \frac{52W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 0,26 A$$

Calculo C – 4

$$In = \frac{78W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 0,39 A$$

Calculo C – 5

$$In = \frac{78W}{1 \times 220 V \times 0,9}$$

$$In = 0,39 A$$

Se obtuvo los valores de los 5 circuitos teniendo como resultado la suma total de **1,82 A**.

3.2.5.2 Calculo corriente diseño del sub tablero – circuitos

$$Id = 1,25 \times 1,84 A$$

$$Id = 2,30 A$$

La corriente de diseño es 2,30 A.

3.2.5.2.1 Desarrollo de la corriente de diseño de 5 circuitos

Calculo C – 1

$$Id = 1,25 \times 0,39 A$$

$$Id = 0,49 A$$

Calculo C – 2

$$Id = 1,25 \times 0,39 A$$

$$Id = 0,49 A$$

Calculo C – 3

$$Id = 1,25 \times 0,26 A$$

$$Id = 0,33 A$$

Calculo C – 4

$$I_d = 1,25 \times 0,39 A$$

$$I_d = 0,49 A$$

Calculo C – 5

$$I_d = 1,25 \times 0,39 A$$

$$I_d = 0,49 A$$

Con el resultado obtenido de la corriente de diseño en Amperios se podrá seleccionar el calibre del conductor, revisando la tabla N°16.

Tabla 16

Calibre de conductores eléctricos freetox NH-80 450/750 V

Calibre Conductor	N.º Hilos	Diámetro Hilo	Diámetro Conductor	Espesor Aislamiento	Diámetro Exterior	Peso Kg/Km	Amperaje (*)	
							Aire	Ducto
<i>mm²</i>		mm	mm	mm	mm		A	A
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1	6	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Fuente: (INDECO by Nexans, 2023)

mientras que el resultado de la corriente nominal en Amperios podremos seleccionamos la llave térmica que se empleara y la capacidad en ampere.

Tabla 17
Cuadro de Llaves Térmicas.

In (A)	Capacidad de Interrupcion Ultima		
	IEC60898-1	IEC60947-2	
	230VAC (A)	230VAC (kA)	400VAC (kA)
10	6000	10	5
16	6000	10	5
20	6000	10	5
25	6000	10	5
32	6000	10	5
40	6000	10	5
50	6000	10	5
63	6000	10	5

Fuente: (Electric, 2023).

Calculo C – 1

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 0,49 A \times 28m \times 0,9}{2,5mm^2}$$

$$\Delta V = 0,17 V$$

Calculo C – 2

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 0,49 A \times 44m \times 0,9}{2,5mm^2}$$

$$\Delta V = 0,27 V$$

Calculo C – 3

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 0,33 A \times 144m \times 0,9}{2,5mm^2}$$

$$\Delta V = 0,60 V$$

Calculo C – 4

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 0,49 A \times 69m \times 0,9}{2,5mm^2}$$

$$\Delta V = 0,43 V$$

Calculo C – 5

$$\Delta V = \frac{0,0175 \Omega \frac{mm^2}{m} \times 2 \times 0,49 A \times 122m \times 0,9}{2,5mm^2}$$

$$\Delta V = 0,75 V$$

3.3 Resultados

Resultado 1

Se determinó que las incidencias que contribuyen en un talonamiento están relacionadas con el factor humano y por error operacionales en las maniobras por parte de los cambiavías en las labores dentro de patio de maniobra.

Resultado 2

De los datos obtenidos en los cálculos realizados se tomó todas las medidas necesarias para la protección del sistema eléctrico tanto para el tablero de distribución como para el sub tablero (TD – STD), tendremos el valor de la corriente nominal 5.05 Ampere procediendo hallar la corriente de diseño que es 6.31 Ampere para determina el calibre del conductor que es de 4 mm² y con un dimensionado de cable tierra de 4 mm² en la calidad NH - 80 la cual nos permitirá llevar la energía de forma uniforme y confiable. Teniendo una caída de tensión de 3.48 V por lo tanto estando dentro de los parámetros establecido por el código nacional de electricidad que se indica en la sección 050 – 102 que la caída de tensión no sea mayor a 2.5% que equivale a decir 5.5 V con lo cual podremos decir que el dimensionado del conductor es fiable.

Se tuvo como resultado la caída de tensión de los siguientes circuitos en el tablero STD.

Figura 18

Datos de Calculo.

DATOS DE CÁLCULO SEGÚN CNE					
CAIDA DE TENSION					
$\Delta V = K \cdot I_d \cdot \rho \cdot L / S$					
K =	2	(monofásico)		Ø=1	(monofásico)
K =	1.732	(trifásico)		Ø=3	(trifásico)
TENSIÓN :	220	VOLTIOS			
Máxima Caída entre Medidor y Tablero :		2.50%	=	5.5	Voltios
Máxima Caída entre Tablero y Punto de Utilización :		1.50%	=	3.3	Voltios
Máxima Caída Permitida Total :		4.00%	=	8.8	Voltios

Figura 19

Caída de tensión de los circuitos del tablero STD

TABLEROS ELECTRICOS - SUB TABLEROS PARA SEÑAL															
CALCULO DEMANDA MAXIMA		CALCULO DE CORRIENTE							ALIMENTADOR ELECTRICO		CALCULO CAIDA DE TENSION				
DESCRIPCION	MAXIMA DEMANDA (W)	cosØ	K	Ø	Tension Nom. Vn (V)	Corr. Nom. In (A)	Corr. Diseño Id (A)	Int. (A)	Descripcion	Coef. Res. Cu ρ (Ω*mm²/m)	Distancia L (m)	Sección Conductor mm2	Nro de Ternas	ΔV - CAIDA DE TENSION	
														Acum. Ant. (V)	Total (V) (%)
STD - SEÑAL GENERAL	364	0.9	2	1	220	1.84	2.30	2 X 20 A	2-1X4mm2 NH - 80 + 1X4mm2/T -20 mmØ PVC-P	0.0175	70.00	4.0	1		1.27 0.58
STD - C1 - SEÑAL CAMBIA VIA CA	78	0.9	2	1	220	0.39	0.49	2 x 10 A	2-1X2.5mm2 NH - 80 + 1X2.5 mm2/T -20 mmØ PVC	0.0175	28.00	2.5	1		0.17 0.08
STD - C2 - SEÑAL CAMBIA VIA CB	78	0.9	2	1	220	0.39	0.49	2 x 10 A	2-1X2.5mm2 NH - 80 + 1X2.5 mm2/T -20 mmØ PVC	0.0175	44.00	2.5	1		0.27 0.12
STD - C3 - SEÑAL CAMBIA VIA CC	52	0.9	2	1	220	0.26	0.33	2 x 10 A	2-1X2.5mm2 NH - 80 + 1X2.5 mm2/T -20 mmØ PVC	0.0175	144.00	2.5	1		0.60 0.27
STD - C4 - SEÑAL CAMBIA VIA CD	78	0.9	2	1	220	0.39	0.49	2 x 10 A	2-1X2.5mm2 NH - 80 + 1X2.5 mm2/T -20 mmØ PVC	0.0175	69.00	2.5	1		0.43 0.19
STD - C5 - SEÑAL CAMBIA VIA CE	78	0.9	2	1	220	0.39	0.49	2 x 10 A	2-1X2.5mm2 NH - 80 + 1X4mm2/T -20 mmØ PVC-P	0.0175	122.00	2.5	1		0.76 0.34
RESERVA 1															
RESERVA 2															
TOTAL	364.00					1.84	2.30								

Resultado 3

El diseño eléctrico permitió calcular las distancias y agrupar en secciones los cambiavías para formar circuitos que se detalla en la siguiente tabla N°- 18, que conlleva a realizar los diagramas unifilares en el tablero STD.

Tabla 18

Agrupación de circuitos.

Circuito	Cambivías	Distancia
C-1	CV-4, CV-3, CV-5	28 m
C-2	CV-6A, CV-7B, CV-7A	44 m
C-3	CV-8A, CV-8B	144 m
C-4	CV-9, CV-10, CV-11	69 m
C-5	CV-2, CV-1A, CV-1B	122 m

CONCLUSIONES

1. Se identificó que los factores que contribuyen en la ruptura de un cambiavía por la parte del talón se debieron a causas humanas por que el operario no verifico la posición correcta de las agujas, debido al exceso de confianza por ser una maniobra recurrente.
2. Se realizó el levantamiento de información para tener un correcto manejo del sistema ferroviario en cuanto al diseño del sistema eléctrico basado en los cálculos como la caída de tensión y dimensionado del conductor se aumentó la potencia instalada para en un futuro si se desea realizar alguna mejora o instalación de algún equipo con una capacidad más alta de lo que está instalado se pueda usar sin necesidad cambiar al conductor eléctrico.
3. Se realizó el diseño eléctrico para distribuir las cargas en los diferentes circuitos del sub tablero y así mismo tener toda la indicación para su instalación por medio de los planos y diagrama unifilar.

RECOMENDACIONES

Se recomienda instruir al nuevo personal que ingresa a laborar con capacitaciones mensuales acerca de las señales instaladas y su funcionamiento.

Se recomienda realizar siempre un cuadro con la carga instalada para poder determinar si el diseño cumple con todos los parámetros como manda el código nacional de la electricidad.

Se recomienda revisar periódicamente los empalmes de equipos eléctricos debido a que el movimiento de los trenes genera vibraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Española para la Calidad (AEC)*. (04 de Enero de 2019). Obtenido de <https://www.aec.es> : <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico - ATTE. (2008). *Especificaciones Técnicas Básicas Equipamiento Electromecánico y Material Rodante*. Obtenido de https://www.investinperu.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/TREN_ELECTRICO_DOCS_CONTRATO/Especificaciones%20Tecnicas%20Tomo%201.pdf
- Burgos, B. C. (2015). *REHABILITACION DEL FERROCARRIL TACNA - ARICA*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA, Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6771/BURGOS_CARLOS_REHABILITACION_FERROCARRIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cashpa Capcha, R. A. (2021). *METODOLOGÍA PARA MONTAJE DE NUEVOS ENLACES EN VÍA PRINCIPAL EN OPERACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LIMA*. TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.
- Castillo Benjamin, J. (30 de AGOSTO de 2015). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com>: <https://es.scribd.com/doc/276932493/Ley-de-Pouillet-y-Ley-de-Ohm>
- Ccopa Carreon, A. (17 de Abril de 2023). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/AbadCcopa1/astmpptx>
- COMASFER. (2015). *MANUAL DE USO Y CONDUCCIÓN DRESINA MQ-DHC-21-P-11*. TOLEDO, ESPAÑA. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/376594813/Manual-de-Uso-y-Conduccion-de-Dresina>
- EcuRed*. (11 de Julio de 2013). Obtenido de <https://www.ecured.cu>: https://www.ecured.cu/index.php/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea#Travesia
- EcuRed*. (11 de Julio de 2013). Obtenido de <https://www.ecured.cu>: https://www.ecured.cu/index.php/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea#Carril
- Electric, S. (2023). *Schneider Electric*. Obtenido de <https://www.se.com/pe/es/>: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=PE-PreciosDistElectrica&p_enDocType=Catalog&p_File_Name=C1+-+PER+2022+Distribucion+Electrica-EXEL.pdf
- Ferropedia*. (ABRIL de 2019). Obtenido de <https://ferrocarriles.fandom.com>: https://ferrocarriles.fandom.com/wiki/V%C3%ADa_f%C3%A9rrea

- Fiel Calleja, Á. (2016). *Sistemas de tracción eléctrica ferroviaria*. Grado en Ingeniería eléctrica, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES, Valladolid.
- Garayar Sulca, M. A. (2020). *Implementación de un Sistema de Protección contra Corrientes de Fuga en la Infraestructura Civil de un Sistema Ferroviario Electrificado en Corriente Continua*. Tesis Título Profesional de Ingeniero, Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería Eléctrica y de Potencia, Lima.
- Gobierno de España - Ministerio de Transportes, M. y. (2023). *Estudio informativo de la nueva red ferroviaria del País Vasco. Corredor de acceso y Estación de Bilbao-Abando. Fase B*. MADRID.
- Google maps. (SETIEMBRE de 2023). Obtenido de <https://www.google.com/maps:https://www.google.com/maps/place/Patio+Taller+--+Metro+de+Lima+Linea+1/@-12.209349,-76.9313748,17.75z/data=!4m6!3m5!1s0x9105b95a61443455:0x46aa86932abca849!8m2!3d-12.2093081!4d-76.9302369!16s%2Fg%2F11c5bjj0tm?entry=ttu>
- INDECO by Nexans. (08 de DICIEMBRE de 2023). *nexans*. Obtenido de <https://www.nexans.pe/es:chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nexans.pe/.rest/catalog/v1/family/pdf/36829/FREETOX-PC-NH-80-450-750-V>
- Jiménez Fernández, C. (2013). *Estudio de la Evolución de los Desvíos Ferroviarios*. Universidad de Zaragoza, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Zaragoza.
- Lujan Criollo, E. R. (2022). *Propuesta de mejoramiento de las instalaciones eléctricas para la protección contra riesgos eléctricos en el mercado el inca ubicado en la victoria Chiclayo Lambayeque*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, LAMBAYEQUE – PERÚ . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10916/Lujan_Criollo_Eder_Romer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez Acevedo, J. C. (2002). *La Electrificación Ferroviaria*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/25890008/La-electrificacion-ferroviaria>
- Mas que Ingeniería*. (03 de ENERO de 2022). Obtenido de <https://masqueingenieria.com:https://masqueingenieria.com/blog/aparatos-de-via-los-desvios/>
- Mendez, M. (2019). Cambios de Via. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/411857594/Cambios-de-Via>
- Ministerio de Energía y Minas - MINEM. (2011). *Código Nacional de electricidad Utilización*. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC. (2010, 12 de Agosto). *Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en vías férreas que formen parte del Sistema Ferroviario Nacional*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10014-039-2010-mtc>

Normadoc. (03 de ENERO de 2023). Obtenido de <https://www.normadoc.com>:
<https://www.normadoc.com/spanish/normas/normas-internacionales/iec-1.html?p=2>

Novelec. (02 de Enero de 2023). Obtenido de <https://blog.gruponovelec.com>:
https://blog.gruponovelec.com/blog/estandares-de-proteccion-ip-y-nema-guia-practica/#%C2%BFQue_es_NEMA_en_electricidad

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN. (20 de ENERO de 2022). *OSITRAN*. Obtenido de <https://www.ositran.gob.pe/anterior/vias-ferreas/linea-uno-metro-de-lima/>: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2023/07/id-l1-2022.pdf>

Patologías Construcción. (SETIEMBRE de 2020). Obtenido de <https://www.patologiasconstruccion.net>:
<https://www.patologiasconstruccion.net/2020/09/que-es-el-balasto/>

Quevedo Flores, L. (2023). *Diseño de instalaciones eléctricas y criterios de eficiencia energética para un edificio multifamiliar de 20 pisos en el distrito de Lince*. Título Profesional de Ingeniero Electricista, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, Lima.

RAIL, S. (2020). *SIFEL RAIL*. Obtenido de <https://sifelrail.com>:
<https://sifelrail.com/infraestructura.html>

Resendiz Mendez, M. U. (2016). *Estudio y Análisis del Sector Ferroviario*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, México.

Rittal. (01 de NOVIEMBRE de 2022). Obtenido de <https://www.rittal.com/es>:
https://www.rittal.com/es-es/content/es/support/technischeswissen/qminformiert/schutzarten/nema/nema_1.jsp

Roch Dupré, D. (2014). *Dimensionamiento de una Subestación de Tracción Ferroviaria*. Universidad Pontificia Comillas, ingeniero electromecánico. Obtenido de <https://www.iit.comillas.edu/personas/droch>

Temple Cano, J. J. (2021). *Influencia del sistema de iluminación led en los costos de energía eléctrica en los estudios de televisión de señal abierta*. tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Industrial.

Universidad Tecnológica TECH. (2022). La vía en balasto. En *La infraestructura civil*. Lima.

- Universidad Tecnológica TECH. (2022). Los Aparatos de Vía. En Tech, *La Infraestructura Civil*. Lima.
- Vilca Corrales, M. P. (2023). *AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA LÍNEA MRT A TRIFÁSICA CON IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS GEORREFERENCIADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE PRODUCTO EN EL ANEXO DE CASCONSA DISTRITO DE IRAY*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS , Arequipa – Perú. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0c1f2642-3fc4-4ea4-bdf3-25625879c5fd/content
- Villalba Sanchis, I. (2021). *Aparatos de vía*. Universitat Politècnica de València, Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/162696/Villalba%20-%20Aparatos%20de%20v%C3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- wikipedia*. (01 de 11 de 2023). Obtenido de wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Barcelona_Metro_9000_Series
- wikipedia*. (13 de JULIO de 2023). Obtenido de <https://es.wikipedia.org>:
https://es.wikipedia.org/wiki/Uni%C3%B3n_Internacional_de_Ferrocarriles#cite_note-1
- Wikipedia*. (01 de 11 de 2023). Obtenido de wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_Roma_Serie_MB100
- Yague García, S. (2020). *ANÁLISIS DE ECOCEMENTOS PARA LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA*. Universidad Nacional de Educacion a Distancia, Tecnologías Industriales, Madrid - España. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Syague/YAGUE_GARCIA_Santiago_Tesis.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Clasificadores de la norma nema en electricidad

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS

Definen la explosividad o combustibilidad de las sustancias presentes en la atmósfera.

CLASE I: Los lugares donde hay presentes gases, vapores y líquidos inflamables.

CLASE II: Los lugares con presencia de polvos inflamables.

CLASE III: Los lugares que son peligrosos por la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables.

DIVISIONES

Definen el grado de peligro dada la concentración de explosivos o sustancias combustibles en la atmósfera.

DIVISIÓN 1: Elementos presentes de forma PERMANENTE o CONSTANTE en el ambiente.

DIVISIÓN 2: Elementos presentes de forma TEMPORAL o MOMENTÁNEA en el ambiente.

GRUPOS

Definen el rango de explosividad o combustibilidad de las sustancias presentes en la atmósfera. Átomosferas que contienen:

GRUPO A: Acetileno

GRUPO B: Gases o vapores peligrosos o sustancias con un porcentaje mayor a 30% en volumen.

GRUPO C: Etil, éter etílico, acetaldehído, ciclopropano, y dimetilhidrazina asimétrica.

GRUPO D: Acetona, amoniaco, benceno, gasolina, butano, etano, hexanos, metanos, petróleo, nafta, octano, pentanos, propileno, estireno, tolueno, xileno, etc.

GRUPO E: Polvos metálicos, como aluminio, magnesio, y sus aleaciones comerciales y otros metales de características semejantes.

GRUPO F: Polvo de carbón mineral, de carbón vegetal o coque.

GRUPO G: Harinak, almidón, polvo de granos, madera, plásticos.

ANEXO 2: Decreto Supremo N° 039-2010-MTC - Reglamento Nacional Del Sistema Ferroviario

CAPITULO V SEÑALIZACION

Artículo 27.- Señales para la circulación del material rodante

- 27.1. La organización ferroviaria a cargo de la vía férrea, deberá instalar un sistema de señalización que regirá y protegerá la circulación de los trenes en todo su recorrido y deberá contar como mínimo con:
- a) Lógicas de enclavamientos para el control del movimiento de los trenes.
 - b) Puestos locales de operación.
 - c) Sistema de seguridad electrónica en la vía y en los trenes para el control de trenes a lo largo del recorrido.
 - d) Cambiavías.
 - e) Señales a lo largo de las vías principales
- 27.2. El sistema de señalización deberá asegurar que la distancia entre dos trenes sea mayor que la distancia de frenado de los mismos. El tren que va adelante deberá estar protegido por una señal con indicación de detención absoluta además del solapamiento correspondiente para el segundo tren.
- 27.3. La organización ferroviaria a cargo de la vía férrea, establecerá en su reglamento operativo las señales pertinentes a sus necesidades operativas, en concordancia con las normas aplicables.
- 27.4. Las señales podrán ser a instalación fija, instalación temporal, manuales o a bordo de los trenes.
- 27.5. Las señales a instalación fija presentarán distintos aspectos, de día y de noche, por medio de lámparas a color. Estas señales se asociarán a los dispositivos del sistema de control de tráfico.
- 27.6. Las señales a instalación fija se identificarán bajo la codificación adoptada en el reglamento operativo de la organización ferroviaria a cargo de la vía férrea.
- 27.7. Cada tren deberá contar con un panel de señales a bordo en las cabinas de conducción, el cual podrá dar al conductor indicaciones del estado de la vía férrea, velocidades máximas permitidas y distancias al límite de autorización de movimiento emitidas, entre otras.
- 27.8. Las señales acústicas serán codificadas empleando el pito o bocina de los vehículos ferroviarios, silbato del personal o cualquier otra señal acústica que la organización ferroviaria adopte en su reglamento operativo.
- 27.9. Excepto en casos de emergencia, las señales acústicas, no deberán emplearse entre las 23.00 y 06.00 horas.



Artículo 28.- Señalización en la vía férrea

- 28.1 En la vía férrea se podrán utilizar señales a instalación fija y eventualmente se utilizarán señales móviles, las que deberán ser visibles desde una distancia no menor a 150 (ciento cincuenta) metros. Mediante ellas se darán las indicaciones o informaciones al personal involucrado en la circulación de los trenes y/o maniobras, para garantizar la seguridad y regularidad de la explotación del sistema.



- 28.2 Todo cambiavía manual o automático colocado en la vía principal o en patios estará dotado de señalización y dispositivos que garanticen una operación segura

Artículo 29.- Señales de kilometraje y curvas en la vía férrea principal

- 29.1 Las vías principales llevarán señales para identificar el kilometraje referido a un punto de origen denominado kilómetro cero.
- 29.2 Todas las curvas de las vías principales serán numeradas correlativamente a partir de cada estación.

Artículo 30.- Señales indicativas de reducción de velocidad

- 30.1 En el tramo de vía férrea donde el paso de los trenes se realice con velocidad reducida, se colocarán señales de aviso para proteger dicho tramo, respetando las distancias mínimas establecidas en el reglamento operativo de la organización ferroviaria a cargo de la vía férrea.
- 30.2 Al finalizar el tramo de vía férrea con reducción de velocidad, se colocarán señales indicativas de final de restricción, ubicadas a una distancia no menor a la longitud de un tren de máxima composición, medida desde el término del tramo protegido.

**CAPÍTULO VI
CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Artículo 31.- Conservación y mantenimiento

- 31.1. La organización ferroviaria contará con personal profesional y técnico competente, herramientas y equipos adecuados, máquinas y repuestos que garanticen la conservación y el mantenimiento respectivo, con la finalidad de brindar un servicio de transporte seguro y eficiente, para lo cual deberá contar con documentos referidos a reglas generales de conservación y mantenimiento, de funciones y responsabilidades del personal encargado y establecer la periodicidad mínima de las actividades de conservación y mantenimiento.
- 31.2. La organización ferroviaria planificará y realizará los trabajos de mantenimiento preventivo previstos en su programación anual de mantenimiento. Los trabajos de mantenimiento correctivo programado los realizará fuera del horario de circulación, en las horas previstas para el mantenimiento.
- 31.3. La organización ferroviaria deberá efectuar el mantenimiento y operación de los vehículos ferroviarios de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones técnicas del fabricante y llevar un registro por cada vehículo, que incluya fechas de puesta en servicio, kilometrajes recorridos, los servicios de mantenimiento, mantenimientos preventivos y correctivos así como de las modificaciones efectuadas.
- 31.4. La organización ferroviaria deberá aplicar normas y estándares internacionales de mantenimiento de la vía férrea y llevar un historial actualizado de todos los trabajos realizados.
- 31.5. Para garantizar un servicio seguro, continuo y eficiente, se adoptarán las medidas correctivas de manera inmediata cuando se presenten situaciones que degraden la operatividad del sistema. Dichas medidas serán las siguientes:
- En caso de riesgo, disponer la interrupción total o parcial de la operación del servicio.
 - Restablecer el servicio a la brevedad posible.
 - Operar con restricciones, sin poner en riesgo la seguridad de la operación ferroviaria.



ANEXO 3: Cantidad de conductores según su sección en tuberías PVC - P y PVC -

Tipo de aislamiento	Seccion nominal []	Diámetro Exterior [mm]	Dimension de la tubería pesada o liviana												
			15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	155 [mm]
			(1/2)*	(3/4)*	(1)*	(11/4)*	(11/2)*	(2)*	(21/2)*	(3)*	(31/2)*	(4)*	(41/2)*	(41/2)*	(41/2)*
THW. RHW - 2	2.5	4.4	5	9	14	25	34	56	81	125	167	200	200	200	200
	4	4.9	4	7	11	20	27	45	65	101	135	174	200	200	200
	6	5.6	3	5	9	15	21	35	50	77	103	133	167	200	200
	10	7.1	1	3	5	9	13	21	31	48	64	82	103	130	188
	16	8.5	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	72	90	131
	25	9.5	1	1	3	5	7	12	17	26	36	46	58	72	105
	35	11	1	1	1	4	5	9	13	20	26	34	43	54	78
	50	13		1	1	2	3	6	9	14	19	24	31	38	56
	70	15		1	1	1	2	4	7	11	12	18	23	29	42
	95	17			1	1	1	3	5	8	11	14	18	23	32
	120	20			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
	150	21				1	1	1	3	5	7	9	11	14	21
	185	23				1	1	1	2	4	6	8	10	12	18
	240	26					1	1	1	3	4	6	7	10	14
	300	29						1	1	1	2	3	5	6	11
400	32							1	1	1	3	4	5	9	
500	35								1	1	1	2	3	5	7

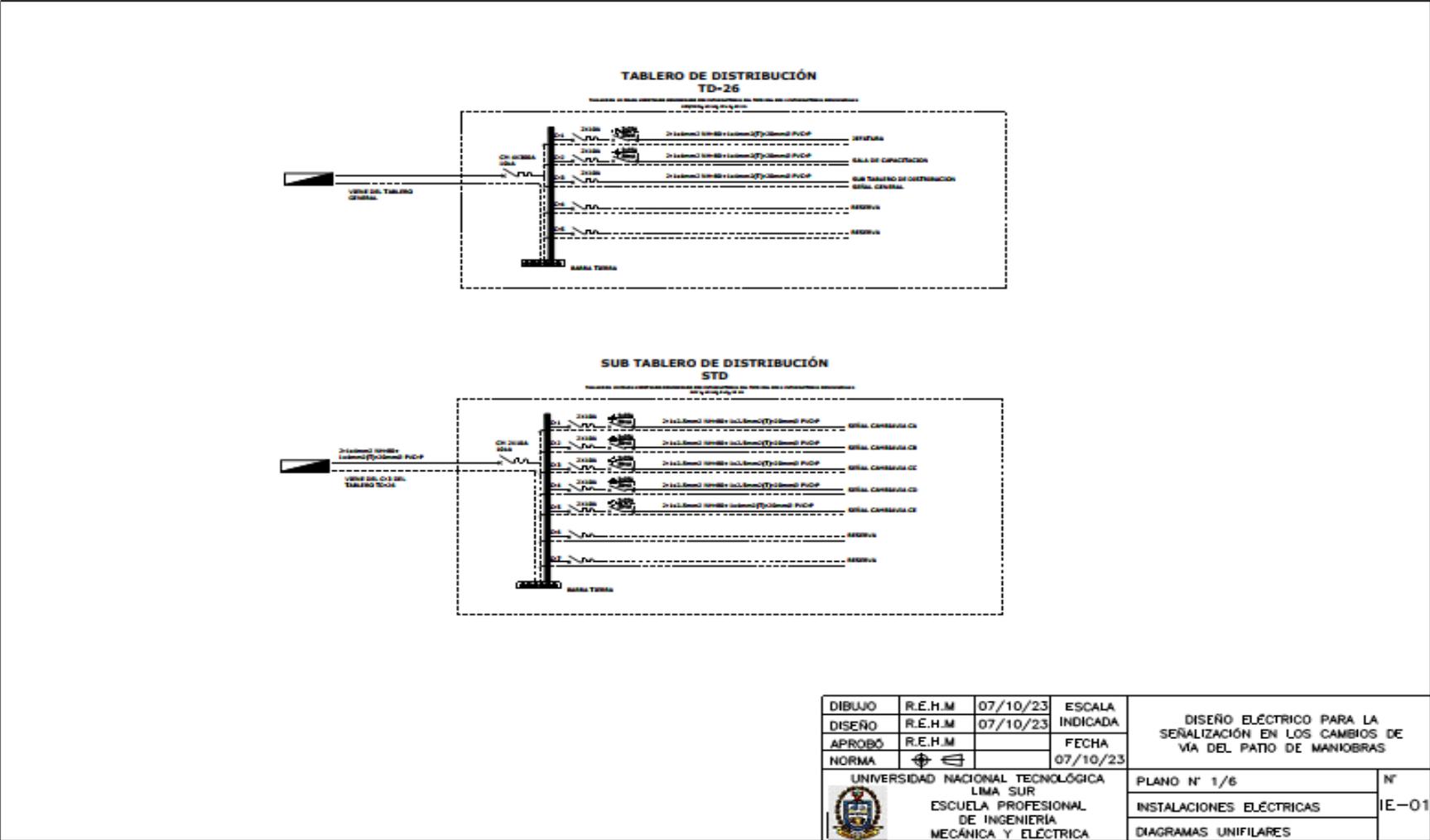
* Las unidades indicadas en pulgadas son temporales, en esta transición hacia el empleo de unidades en mm, están sujetas a cambio cuando se disponga de las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

Nota 1: Las dimensiones están sujetas a tolerancias de fabricación

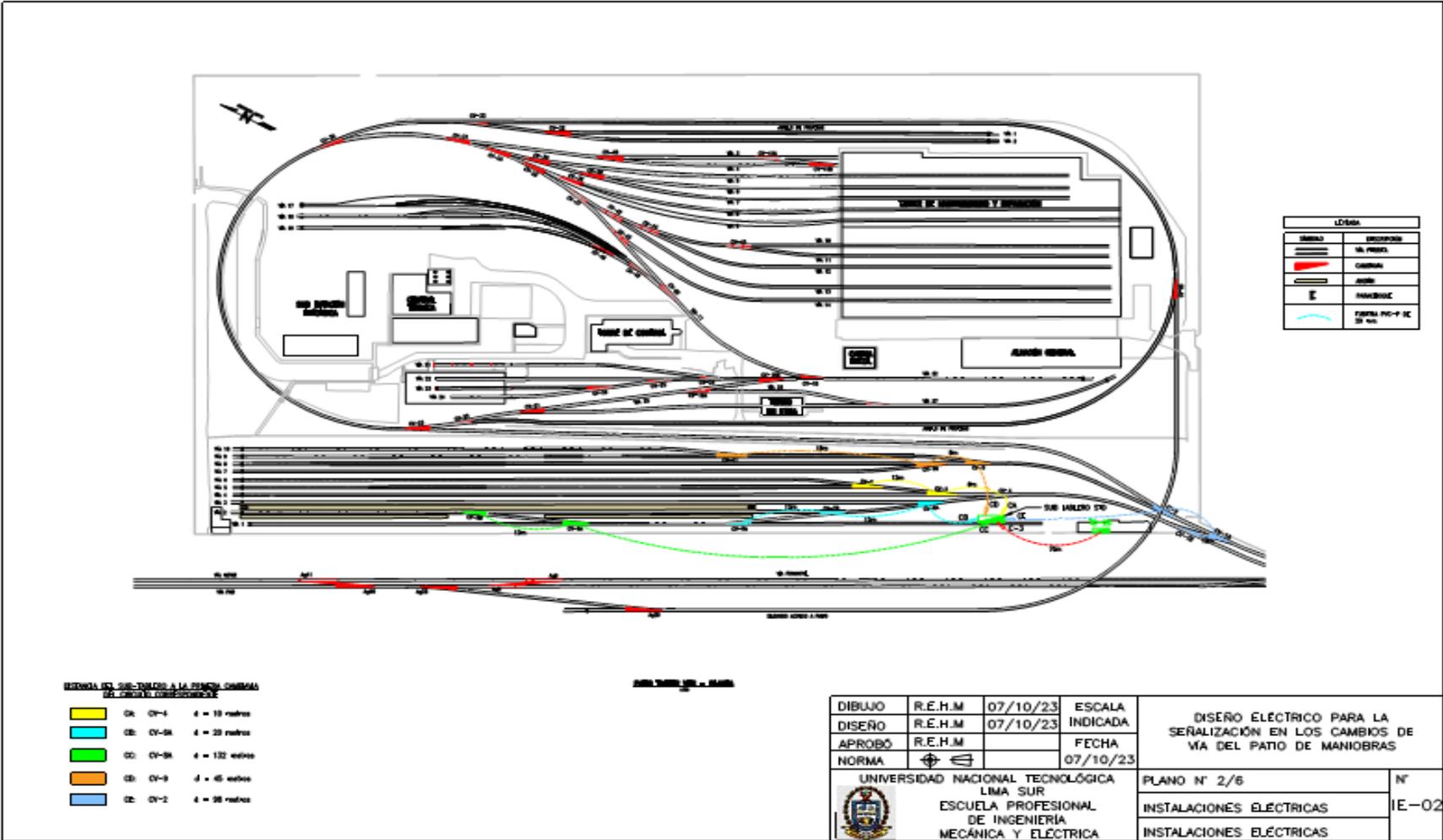
Nota 2: Se recomienda verificar con información actualizada de los fabricantes de estos productos y de preferencia que posean certificación ISO

Nota 3: Tener presente que los diámetros de los conductores varían si son sólidos o cableados-dependerá del grado de compactación

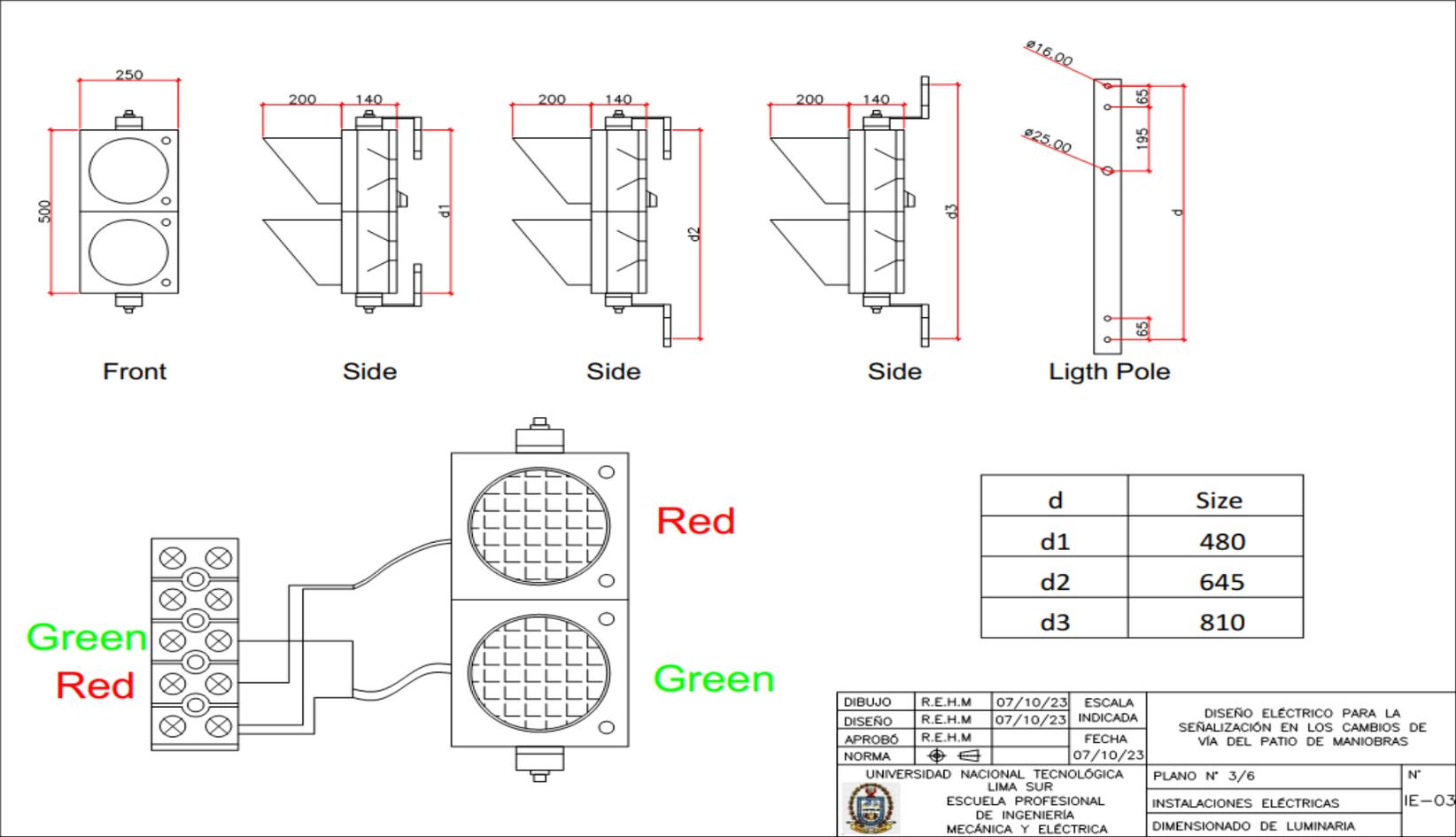
ANEXO 4: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 1/6



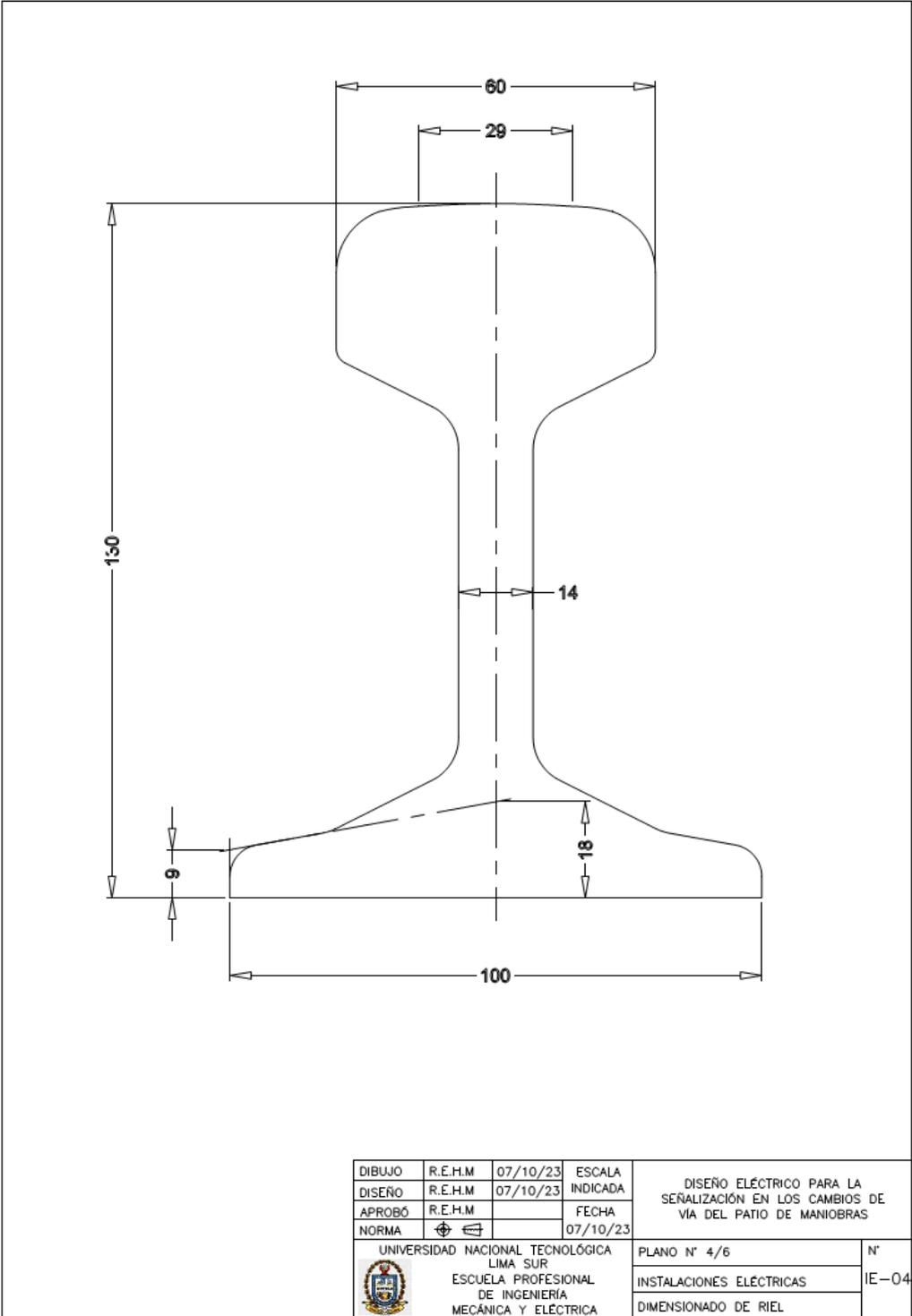
ANEXO 5: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 2/6



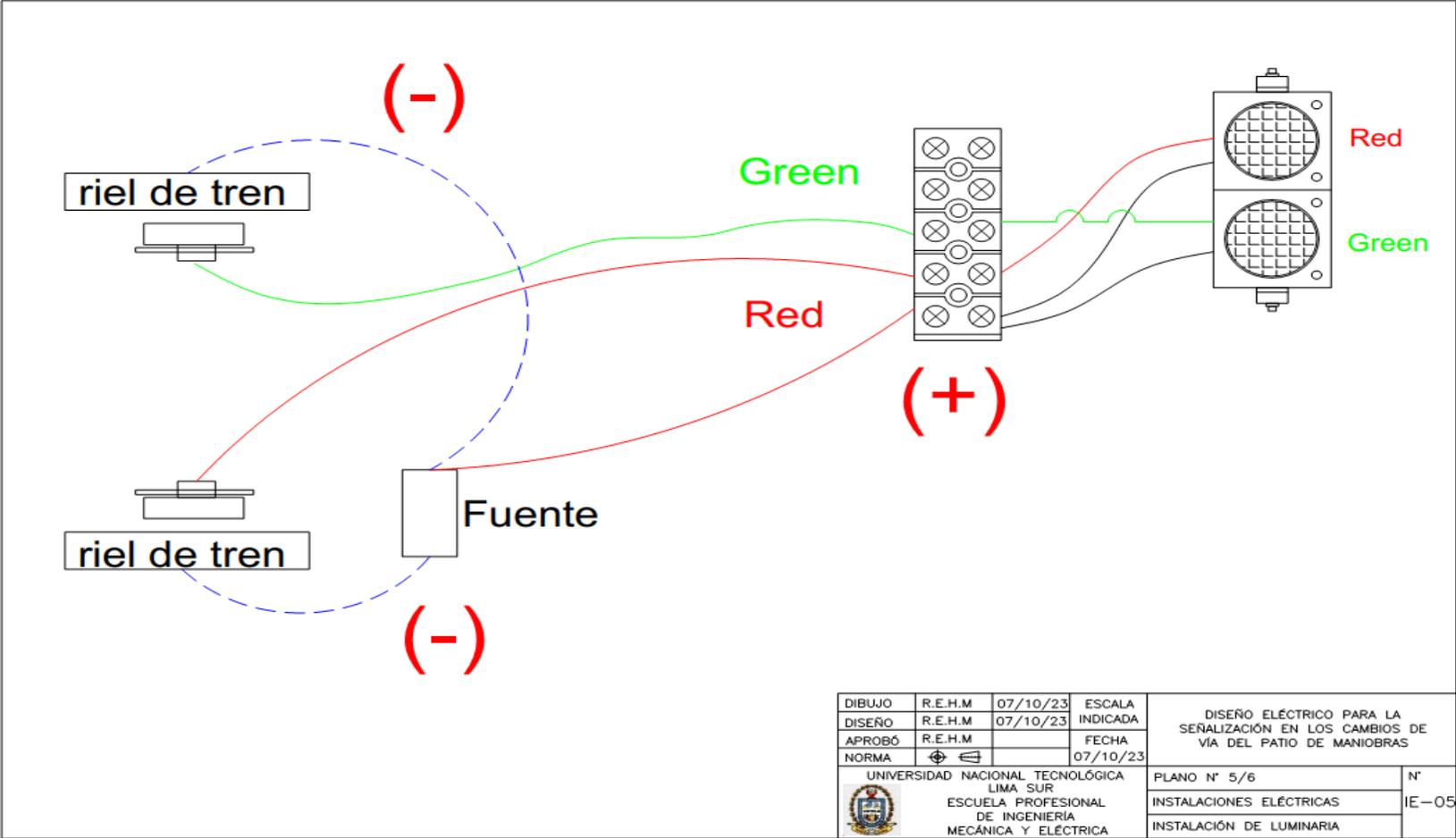
ANEXO 6: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 3/6



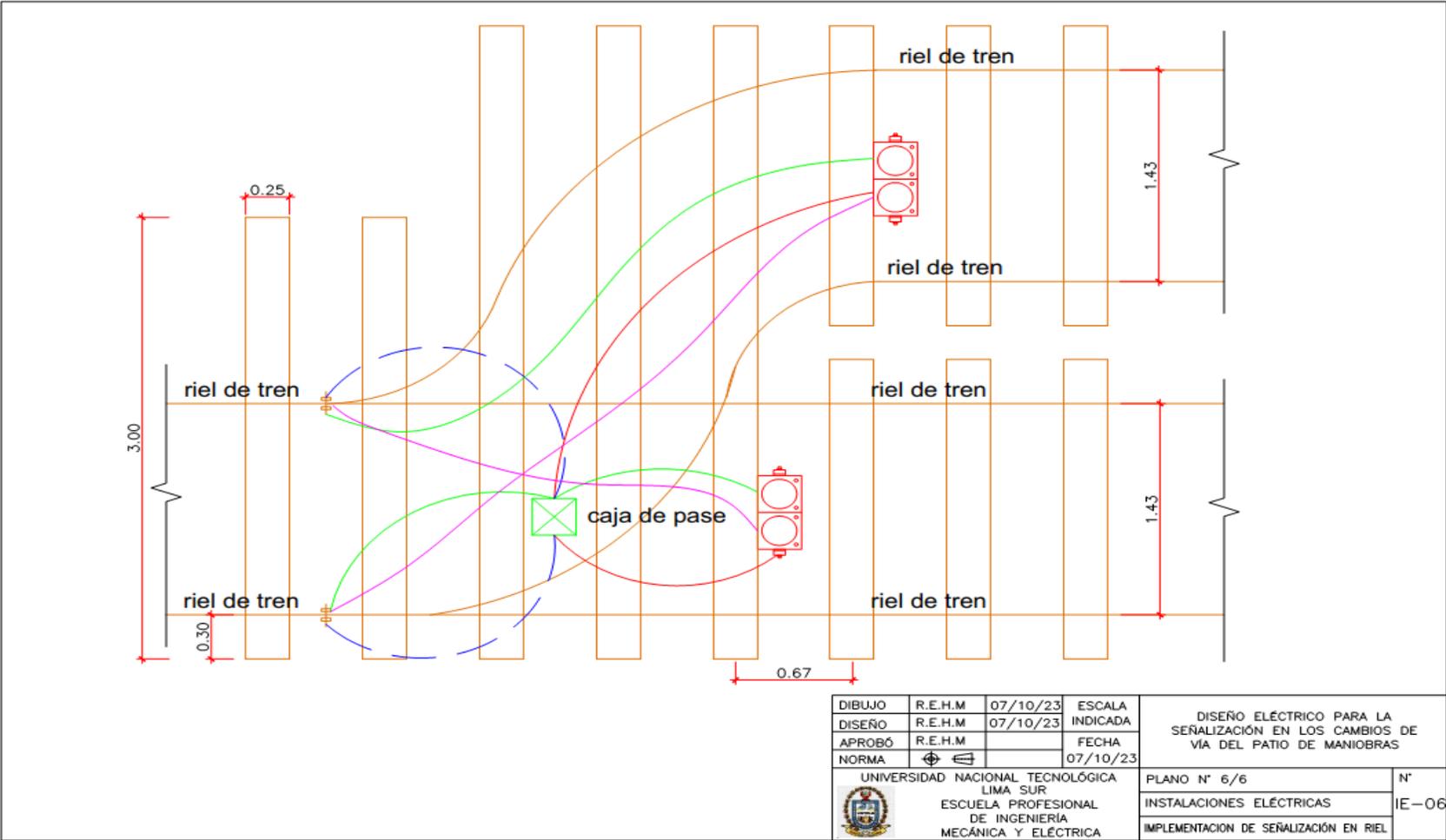
ANEXO 7: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 4/6



ANEXO 8: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 5/6



ANEXO 9: Diseño eléctrico para la señalización en los cambios de vía del patio de maniobras – Plano N° 6/6



ANEXO 10: Características de la luminaria



Dia.200mm Red And Green Ball with Clear Lens LED Traffic Light

	<p>Model: JD200-3-25A</p> <p>Keyword: Red Green Traffic Light, Red Green Traffic Signal Light, Clear lens Traffic Light</p> <p>Application: Red Green Traffic Light is widely used in Vehicle Road, Railway, at Cross road lot to indicate whether Vehicles can go or not.</p> <p>Strengths: Save energy worldwide and thus save costs by offering a series of energy-saving and efficient LED traffic lights with first-rate quality yet affordable price.</p>
--	---

Technical Parameters:

Color	LED Q.ty	Light Intensity	Wave Length	Power Factor	Viewing Angle	Power	Working Voltage	Housing Material
RED	90pcs	≥450cd	625±5nm	>0.9	30°	≤5W	12/24VDC	PC, UV Resistant
GREEN	90pcs	≥630cd	505±5nm			≤8W		

Packing Info:

Carton Size	Q'TY	GW	NW	Wrapper	Volume(CBM)
66*28*21cm	1pcs/carton	7.8kg	4.5kg	K=K Carton	0.04

Packing List:

Part name	Light	L Bracket	Sun Visor	M4x10 Screw	M4x20 Screw	Wiring Box And Gasket	Using Manual	Certificate
Q'ty.(pcs)	1	2	2	8	4	1	1	1

ANEXO 11: Fuente de poder de 220 AC. – 24 D.C.



60W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

MDR-60 series



■ Features :

- Universal AC input/Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- Class 1, Div 2 Hazardous Locations T4
- LED indicator for power on
- DC OK relay contact
- No load power consumption<0.75W
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty



■ GTIN CODE

MW Search: <https://www.meanwell.com/serviceGTIN.aspx>



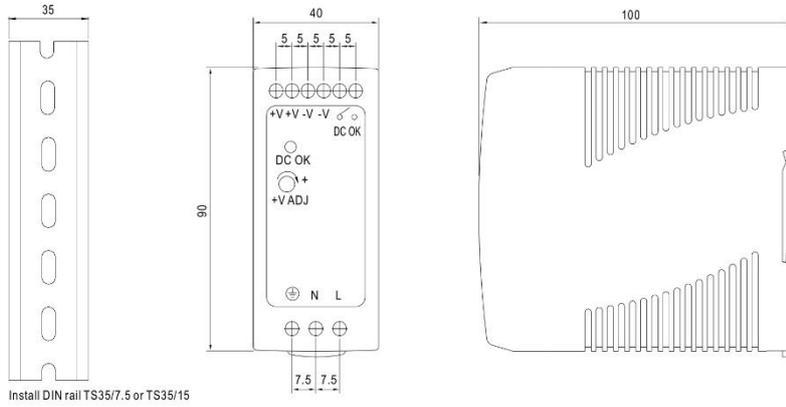
SPECIFICATION

MODEL	MDR-60-5	MDR-60-12	MDR-60-24	MDR-60-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	24V	48V
	RATED CURRENT	10A	5A	2.5A	1.25A
	CURRENT RANGE	0 ~ 10A	0 ~ 5A	0 ~ 2.5A	0 ~ 1.25A
	RATED POWER	50W	60W	60W	60W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	5 ~ 6V	12 ~ 15V	24 ~ 30V	48 ~ 56V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.5%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME Note.5	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load			
HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC 20ms/115VAC at full load				
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 370VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	78%	86%	88%	87%
	AC CURRENT (Typ.)	1.8A/115VAC 1A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC 60A/230VAC			
	LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC			
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 150% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	6.25 ~ 7.25V	15.6 ~ 18V	31.2 ~ 36V	57.6 ~ 64.8V
FUNCTION	DC OK SIGNAL	Relay contact rating(max.): 30V/1A resistive			
	WORKING TEMP.	-20 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")			
ENVIRONMENT	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	Component : 10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes ; Mounting : Compliance to IEC60068-2-6			
	SAFETY STANDARDS	UL508, UL62368-1, TUV BS EN/EN62368-1, Class 1, Div. 2 Group A, B, C, D Hazardous Locations T4, EAC TP TC 004, BSMI CNS14336-1, AS/NZS 60950.1, IS13252(Part1)/IEC60950-1(except 48V) approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:0.5KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:>100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to BS EN/EN55032 (CISPR32), BS EN/EN61204-3 Class B, BS EN/EN61000-3-2,-3, EAC TP TC 020, CNS13438 Class B			
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to BS EN/EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, BS EN/EN55035, BS EN/EN61000-6-2, BS EN/EN61204-3, heavy industry level, EAC TP TC 020			
	MTBF	2355.2K hrs min. Telcordia SR-332 (Bellcore) ; 489.9K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	40*90*100mm (W*H*D)			
PACKING	0.33Kg; 42pcs/14.8Kg/0.82CUFT				
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com)</p> <p>5. Length of set up time is measured at first cold start. Turning ON/OFF the power supply may lead to increase of the set up time.</p> <p>6. The ambient temperature derating of 3.5°C/1000m with fanless models and of 5°C/1000m with fan models for operating altitude higher than 2000m(6500ft).</p> <p>※ Product Liability Disclaimer : For detailed information, please refer to https://www.meanwell.com/serviceDisclaimer.aspx</p>				

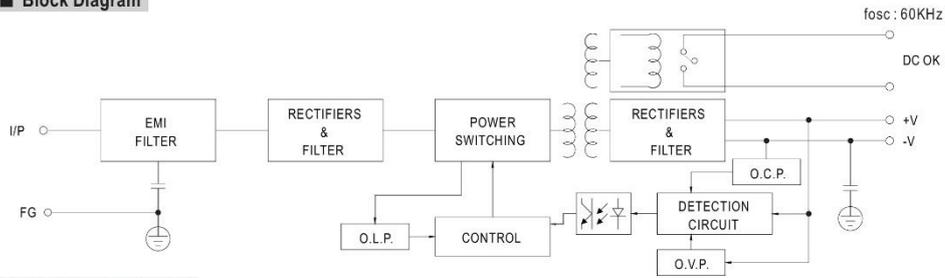
File Name:MDR-60-SPEC 2023-01-06

Mechanical Specification

Case No. 962A Unit:mm



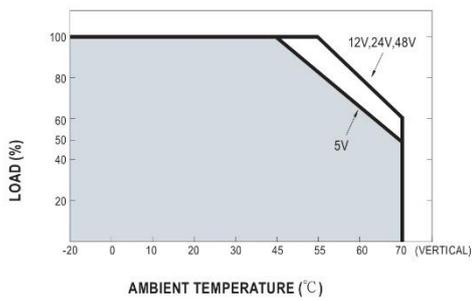
Block Diagram



DC OK Relay Contact

Contact Close	PSU turns on / DC OK.
Contact Open	PSU turns off / DC Fail.
Contact Ratings (max.)	30V/1A resistive load.

Derating Curve



Output Derating VS Input Voltage

