

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

# **Mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas a prueba de explosión en baja tensión para terminales del Perú - Callao**

Elmer Andre Castillo Hurtado

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Lima, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien me bendice e ilumina siempre, me fortalece, me cuida y me da la inteligencia para afrontar los nuevos retos y vencer cualquier obstáculo que se me presenta en la vida.

A la facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental, a todos mis docentes, quienes con la enseñanza y con su amplia experiencia hicieron que crezca profesionalmente día a día, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y apoyo incondicional.

Al Dr. Joel Contreras Núñez, quien, me asesoró en este proceso, con su experiencia, conocimiento, enseñanza y colaboración posibilitó el direccionamiento y orientación de mi trabajo.

## **DEDICATORIA**

A mi amada esposa Kateryn, a mis adorables princesas Emilia y Maryam, por ser el motor de mi esfuerzo y dedicación.

A mis padres, Anita y Helmer, por inculcarme que persiga y logre mis metas, teniendo siempre presente los buenos valores que me enseñaron.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>Tabla de contenidos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>viii</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>x</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>xi</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>12</b>
<b>Aspectos generales de la empresa</b> .....	<b>12</b>
1.1. Datos generales de la empresa.....	12
1.2. Actividades principales de la empresa.....	12
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	13
1.4. Organigrama de la empresa .....	14
1.5. Visión y misión .....	14
1.6. Bases legales o documentos administrativos .....	14
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales .....	15
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa.....	15
<b>Capítulo II</b> .....	<b>17</b>
<b>Aspectos generales de las actividades profesionales</b> .....	<b>17</b>
2.1 Antecedentes o diagnóstico situacional .....	17
2.1.1. Antecedentes .....	17
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional.....	17
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	18
2.3.1. Objetivo general .....	18
2.3.2. Objetivos específicos.....	18
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	19
2.5. Resultados esperados.....	19
<b>Capítulo III</b> .....	<b>21</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>21</b>
3.1. Mantenimiento de equipos eléctricos .....	21
3.1.1. Definición .....	21
3.1.2. Tipos de mantenimiento .....	21
3.1.2.1. Mantenimiento correctivo.....	21

3.1.2.2. Mantenimiento preventivo.....	22
3.1.2.3. Mantenimiento predictivo.....	22
3.2. Áreas explosivas o clasificadas según NFPA 70.....	22
3.2.1. Definición .....	22
3.2.2. Clasificación de áreas peligrosas .....	23
3.2.2.1. Divisiones.....	24
3.2.2.2. Grupos.....	24
3.2.2.3. Características de las zonas .....	25
3.2.3. Clasificación de otras áreas peligrosas .....	25
3.2.4. Clasificación de áreas peligrosas según la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) .....	25
3.2.5. Equipos a prueba de explosión .....	26
3.2.5.1. Luminarias EV LED a prueba de explosión .....	26
3.2.5.2. Tableros eléctricos.....	28
3.2.5.3. Motores eléctricos .....	36
3.3. Mantenimiento preventivo en áreas explosivas .....	40
3.3.1. Consideraciones para el mantenimiento en áreas explosivas .....	40
3.3.1.1. Prueba bump test y calibración de equipo Altair 4XR.....	41
3.3.1.2. Calibración de equipo Altair 4XR .....	41
3.3.1.3. Cómo saber si el equipo Altair 4XR funciona correctamente .....	42
3.3.2. Medición de aislamiento .....	42
3.3.2.1. Concepto .....	42
3.3.2.2. Consideraciones.....	42
3.3.3. Medición de puesta a tierra .....	44
3.3.3.1. Concepto .....	44
3.3.3.2. Consideraciones especiales.....	44
3.3.3.3. Consideraciones.....	45
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>50</b>
<b>Descripción de las actividades profesionales.....</b>	<b>50</b>
4.1. Descripción de las actividades profesionales.....	50
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales .....	57
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales .....	58
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales .....	58
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	58
4.2.1. Metodologías.....	58
4.2.2. Técnicas .....	59

4.2.3. Instrumentos.....	60
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .....	61
4.3. Ejecución de las actividades profesionales .....	65
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.....	65
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales. ....	69
<b>Capítulo V.....</b>	<b>74</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>74</b>
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas .....	74
5.2. Logros alcanzados .....	75
5.3. Dificultades encontradas .....	76
5.4. Planteamiento de mejoras .....	76
5.5. Aporte del bachiller en el empresa .....	79
5.5.1 En el aspecto cognoscitivo .....	79
5.5.2 En el aspecto procedimental.....	79
5.5.3 En el aspecto actitudinal.....	79
5.5.4 En el aspecto técnico .....	79
<b>Conclusiones.....</b>	<b>83</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>84</b>
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clientes y servicios realizados por AVN Group S. A. C. ....	13
Tabla 2. Componentes para una explosión.....	23
Tabla 3. Características de las zonas peligrosas .....	25
Tabla 4. Grados de protección IK .....	34
Tabla 5. Clasificación de motores NEMA.....	37
Tabla 6. Clases de aislamiento .....	38
Tabla 7. Criterios de aceptación, basados en la Norma: IEEE STD 43” Práctica recomendada para probar la resistencia de aislamiento de máquinas eléctricas .....	43
Tabla 8. IEEE STD 43 -2013/ Resistencia mínima de aislamiento de máquinas eléctricas ....	43
Tabla 9. Mínima resistencia de aislamiento para instalaciones eléctricas .....	44
Tabla 10. Formato de registro de mediciones de mallas de puesta tierra.....	46
Tabla 11. Equivalencias para la técnica de pendiente de Tagg.....	49
Tabla 12. Equipos, herramientas y materiales para el mantenimiento preventivo de luminarias .....	61
Tabla 13. Equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de tableros eléctricos.....	62
Tabla 14. Equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de motores eléctricos.....	63
Tabla 15. Equipos herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de sistemas de puesta a tierra.....	64
Tabla 16. Cronograma para trabajos de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos de la planta TP Callao .....	65
Tabla 17. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales .....	69
Tabla 18. Reducción de tiempo y costos en proceso de mantenimiento de luminarias de alumbrado público .....	77



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de AVN Group S. A. C. ....	14
Figura 2. Triángulo de la explosión.....	23
Figura 3. Luminarias EV LED a prueba de explosión.....	27
Figura 4. Tablero a prueba de explosión .....	29
Figura 5. Función de tableros con juntas roscadas .....	31
Figura 6. Función de tableros de juntas rectificadas.....	32
Figura 7. Sellos cortafuego .....	33
Figura 8. Ubicación de los sellos cortafuego.....	33
Figura 9. Respirador y dren.....	33
Figura 10. Disposición de los sellos cortafuego en una instalación.....	35
Figura 11. Clasificación de las máquinas rotativas .....	36
Figura 12. Mantenimiento de motores eléctricos a prueba de explosión .....	40
Figura 13. Diagrama de conexión para prueba de resistencia de aislamiento .....	43
Figura 14. Esquema de conexiones en el telurómetro .....	46
Figura 15. Medida de resistencia de tierra – método del 62 % .....	47
Figura 16. Resistencia de tierra, medición de 4 hilos de la puesta a tierra de la instalación principal .....	47
Figura 17. Ejemplo de resultado de medición de resistencia de tierra .....	48
Figura 18. Instalación de luminarias y pastorales en postes de alumbrado – islas de despacho .....	51
Figura 19. Mantenimiento preventivo de luminarias de alumbrado público con manlift.....	52
Figura 20. Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos a prueba de explosión.....	53
Figura 21. Supervisión del mantenimiento preventivo de motor a prueba de explosión.....	54
Figura 22. Placa característica de motor a prueba de explosión – B 225.....	55
Figura 23. Motor a prueba de explosión y placa característica – B 211 .....	55
Figura 24. Mantenimiento correctivo de SPAT – instalación de contrapeso .....	56
Figura 25. Mantenimiento preventivo de SPAT.....	57
Figura 26. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de luminarias de alumbrado público .....	70
Figura 27. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de tableros eléctricos .....	71
Figura 28. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de motores eléctricos .....	72
Figura 29. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de SPAT .....	73
Figura 30. Mantenimiento preventivo de luminarias de alumbrado público en planta TP.....	77
Figura 31. Plano de ubicación de los sistemas de puesta a tierra de planta TP Callao.....	78

Figura 32. Plano unifilar de fuerza de banco de condensadores SE 1 TP Callao.....	80
Figura 33. Plano de control 1 de banco de condensadores TP Callao .....	81
Figura 34. Plano de control 2 de banco de condensadores de SE 1 TP Callao .....	82

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional se expone el control de los trabajos de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas a prueba de explosión en baja tensión en la planta de Terminales del Perú (TDP), Callao, esta planta almacena y distribuye hidrocarburos para Lima y provincias. El objetivo de las actividades profesionales fue gestionar, planificar y supervisar los trabajos de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos de baja tensión en toda la planta de TDP; así como, tableros eléctricos de fuerza y control, motores eléctricos, iluminación y sistemas de puesta a tierra. Para ello se realizaron las coordinaciones con los supervisores encargados de planta, programación de actividades diarias, gestión de los recursos materiales y equipamiento necesario para cada actividad, designación de los trabajos a cada técnico u operario, difusión de los procedimientos de trabajos por cada actividad en específico, difusión de los peligros, riesgos y medidas de control estipulados en el análisis de riesgo en el trabajo (ART), seguimiento y control de los avances diarios para cumplir con las fechas establecidas, optimizando los recursos humanos y los materiales necesarios para cumplir con los alcances establecidos.

Teniendo como resultado final el mantenimiento preventivo de 154 postes de alumbrado público, 57 luminarias de tanques, 139 taleros eléctricos, 68 motores eléctricos, 330 puestas a tierra, entre otras actividades, cumpliendo las fechas de entrega planteadas en el cronograma, terminando así cada actividad con éxito, asegurando la operatividad y continuidad de los servicios de planta, principalmente, garantizando la distribución de los hidrocarburos a través de las islas de despacho.

## INTRODUCCIÓN

El capítulo I trata de los datos más importantes de la empresa AVN Group S. A. C. como datos generales, tipo de servicios que brinda, reseña histórica, organigrama de la empresa, misión, visión, documentos administrativos, bases legales y la descripción del lugar donde desarrolla las funciones el bachiller; así como, las responsabilidades de este como profesional en dicho trabajo.

El capítulo II trata sobre los aspectos generales, la identificación de oportunidades o necesidades en el área de trabajo, el objetivo general y específico de las actividades profesionales, la justificación de las actividades y los resultados esperados.

El capítulo III toma diferentes conceptos, teorías y normas respectivas para garantizar la protección y la seguridad de los bienes frente a los riesgos (sobrecarga, cortocircuito, caída de tensión) y garantizar la protección y la seguridad de las personas (riesgos de descargas eléctricas).

El capítulo IV describe todas las actividades profesionales realizadas en el proyecto; enfoque, alcance, entregables, aspectos técnicos de todos los procesos, los aspectos técnicos de las actividades profesionales como la metodología empleada, las técnicas e instrumentos para realizar los trabajos; así como, los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de la actividad profesional.

El capítulo V trata sobre los resultados finales de todas las actividades realizadas en el mantenimiento preventivo de equipos eléctricos y sistemas a prueba de explosión (*explosion prof*) en baja tensión bajo la normativa *National Electrical Code* (NEC), donde se mencionan también los logros y las dificultades obtenidas paso a paso en el proceso de los mantenimientos. Así mismo, los aportes del bachiller en la empresa, las conclusiones y, por último, las recomendaciones necesarias para mejorar los procesos o las técnicas para desarrollar las actividades.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

#### **1.1. Datos generales de la empresa**

- RUC: 20603870531
- Razón Social: AVN Group S. A. C.
- Tipo de empresa: sociedad anónima cerrada
- Condición: activo
- Fecha de inicio de actividades: 30 de noviembre de 2018
- Actividades comerciales: actividades de arquitectura e ingeniería, venta por mayor de materiales de construcción
- Dirección legal: calle Las Acacias N.º 784
- Urbanización: Las Palmeras
- Distrito / ciudad: Los Olivos
- Departamento: Lima, Perú

#### **1.2. Actividades principales de la empresa**

Empresa de ingeniería especializada en el diseño, ejecución, supervisión y gestión de proyectos eléctricos de media y baja tensión.

##### **Servicios**

- ✓ Montaje electromecánico de redes en media y baja tensión
- ✓ Elaboración de ingeniería básica, conceptual y de detalle
- ✓ Desarrollo de sistemas de puesta a tierra (SPAT)
- ✓ Desarrollo de sistemas de protección contra rayos (SPCR)
- ✓ Gestión, integración y supervisión de proyectos multidisciplinarios

- ✓ Elaboración de análisis de sistemas eléctricos
- ✓ Pruebas eléctricas de precomisionado
- ✓ Puesta en servicio

### 1.3. Reseña histórica de la empresa

AVN Group S. A. C. se especializa en actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de consultoría técnica. Fue creada y fundada el 30/11/2018, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una sociedad anónima cerrada.

A continuación, se detallan los diferentes clientes y trabajos realizados desde su fundación:

**Tabla 1. Clientes y servicios realizados por AVN Group S. A. C.**

Nº	CLIENTE	RUBRO / INDUSTRIA	DESCRIPCIÓN SERVICIO CONTRATADO	FECHA INICIO (DD/MM/AA)	FECHA FIN (DD/MM/AA)
1	VECODATA	DATOS Y TECNOLOGIA	SERVICIO DE DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN RED LAN CUSCO - CORPAC	05-10-19	20-11-19
2	VECODATA	DATOS Y TECNOLOGIA	SERVICIO DE DISEÑO Y MONTAJE DE SISTEMA ELECTRICO EN SUB ESTACION PRINCIPAL Y ACOMETIDA EN MT A NODOS 4 Y ANEMOMETRO – AEROPUERTO CUSCO - CORPAC	05-10-19	20-11-19
3	VECODATA	DATOS Y TECNOLOGIA	SERVICIO DE DISEÑO Y REMODELACION DE OFICINAS CORPAC LADO SUR	05-10-19	ACTUAL
4	TERMINALES DEL PERU	ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO	SERVICIO DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE CELDA DE MEDIA TENSION TERMINAL SALAVERRY	20-06-19	13-07-19
5	SEGELECTRICA	CONSULTORIA TECNICA	SERVICIO DE REVISION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS DE LA EMPRESA HUSBAY MINERAL	15-07-19	ACTUAL
6	CAM	MONTAJE ELECTROMECHANICO	SERVICIO DE ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCION EDIFICIO HUAWEI	15-02-19	07-03-19
7	TERMINALES DEL PERU	ALMACENAMIENTO Y DEPOSITO	CONTRATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTAALCIONES ELECTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSION	01-08-20	ACTUALIDAD

## 1.4. Organigrama de la empresa

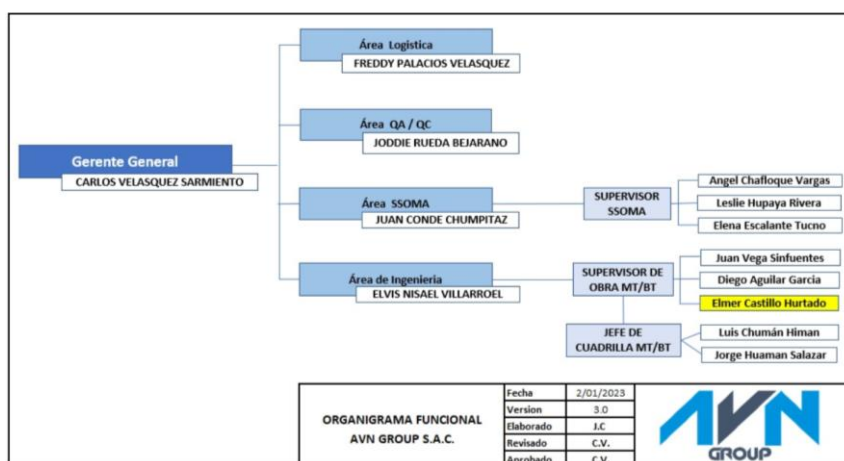


Figura 1. Organigrama de AVN Group S. A. C.

## 1.5. Visión y misión

### Visión

Ser una empresa líder en proyectos de ingeniería eléctrica, destacándonos además, por su dedicación en la formación, entrenamientos y desarrollo de equipo profesional y compromiso con el desarrollo del país.

### Misión

Transformar las ideas y necesidades de nuestros clientes en soluciones integrales, generando un espacio de trabajo óptimo para nuestros colaboradores y aliados estratégicos, en línea con el profesionalismo, cumplimiento de normas y cuidado del medio ambiente.

## 1.6. Bases legales o documentos administrativos

- ✓ Código Nacional de Electricidad – Utilización
- ✓ Norma Técnicas Peruanas – NTP
- ✓ NETA - International Electrical Testing Association, Table 10.1
- ✓ Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo 29783
- ✓ Reglamento de la Ley 29783 - D. S. 005-2010 - T. R. 25-04-2012
- ✓ Resesate 2013
- ✓ Estándares de AVN Group S. A. C.
- ✓ GMP-HS-E-001 Sistema de Permisos de trabajo
- ✓ Plan de Emergencia
- ✓ Decreto Supremo N.º 188-2022-PCM
- ✓ Procedimientos AVN Group S. A. C. (anexo 1)

### **1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales**

La empresa donde realizo mis actividades laborales se llama Terminales del Perú (TDP) con domicilio en av. Néstor Gambeta N.º 1265, Callao, Perú, con RUC 20563249766, que forma parte de la unidad de negocios de Transporte y Distribución de GMP, se crea con la participación de Graña y Montero Petrolera (GMP) en asociación con Oiltanking Perú SAC, empresa alemana que forma parte del Grupo Marquard & Bahls. TDP brinda los servicios de recepción, almacenamiento, despacho y transporte para una amplia gama de hidrocarburos líquidos, tales como gasolina, combustible aéreo, diésel, residuales, entre otros. Y la empresa de la que formo parte se denomina AVN Group S. A. C., con el puesto de Ingeniero Supervisor de campo en instalaciones eléctricas y mantenimiento de equipos en baja tensión, con el propósito de compartir todo mi conocimiento técnico, teórico y práctico adquiridos en la Universidad Continental y con una base sólida e integral en la experiencia de otros proyectos en el campo de la ingeniería eléctrica, el desempeño realizado aquí está relacionado con el mantenimiento preventivo de equipos eléctricos y sistemas a prueba de explosión (*explosion prof*) en baja tensión.

### **1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa**

El título del puesto asignado fue de Ingeniero Supervisor de Campo para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos, motores eléctricos, sistemas de iluminación para alumbrado público y oficinas, sistemas de puesta a tierra en TDP – Callao, controlando y supervisando las actividades encomendadas a los técnicos y operarios, realizando los reportes de avances diarios al jefe inmediato; así mismo, coordinar directamente con los técnicos de mantenimiento y con los supervisores encargados de la planta (cliente) para aperturas y cierre de permiso de trabajo, incluso para realizar los bloqueos eléctricos y las pruebas después de las intervenciones a los equipos como motores y tableros eléctricos. Al culminar las actividades el bachiller tiene que realizar los protocolos e informes o la actualización de los planos correspondientes. Algo muy importante también, se tiene que informar inmediatamente al cliente en caso de que se tenga un problema en los equipos o instalaciones que pueda atentar contra la integridad de las personas o de los bienes materiales de la empresa.

#### **Responsabilidades**

- a) Realizar las visitas técnicas en campo.
  
- b) Realizar la planificación, coordinación, evaluación y control de la actividad en campo y destinar los recursos para su ejecución.



- c) Programar los trabajos, comunicándoles al personal técnico, las prioridades de ejecución de la actividad y trabajar bajo lo planificado.
- d) Verificar la difusión de los procedimientos e Iperc (identificación de peligros y evaluación de riesgo y controles) a todo su personal.
- e) Informar a los trabajadores a su cargo, acerca de los peligros y riesgos asociados al trabajo que realizan y asegurarse que conozcan las medidas preventivas para evitar accidentes que generen lesiones personales, daños materiales, impactos ambientales e interrupción de los trabajos.
- f) Verificar aleatoriamente en campo, la correcta y permanente aplicación del procedimiento de trabajo, también debe verificar que las condiciones del proceso constructivo que se están realizando sean las correctas.
- g) Verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este procedimiento y de coordinar las necesidades del personal, equipos de protección personal (EPP), equipos, herramientas y maquinarias.
- h) Seleccionar el personal competente que trabajará en la ejecución de la actividad.
- i) Inspeccionar y verificar en todo momento el buen desempeño de los equipos por usar, cuidando su manipulación y transporte respectivo.
- j) Verificar que el personal cuente con los recursos necesarios para ejecutar los trabajos de forma segura, tal cual lo detalla el procedimiento de trabajo.
- k) Realizar los protocolos e informes y el recorrido para la entrega final al cliente de los trabajos realizados (ver anexos 2, 3, 14 y 17).

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **2.1 Antecedentes o diagnóstico situacional**

##### **2.1.1. Antecedentes**

TDP es una empresa que brinda los servicios de recepción, almacenamiento, despacho y transporte para una amplia gama de hidrocarburos líquidos, tales como gasolina, combustible aéreo, diésel y residuales entre otros, abastece con combustibles a toda Lima y provincias. Fue dirigido y administrado hasta fines de agosto del año 2014 por Vopak Perú S. A, quienes realizaban todo el mantenimiento con personal propio, en la actualidad es administrado por Terminales del Perú, en este caso el personal de mantenimiento de planta no se abastece para realizar el mantenimiento de todos los equipos eléctricos como motores, tableros eléctricos, iluminación de planta y los sistemas de puesta a tierra, por ello TDP lanzó una licitación denominada “Mantenimiento eléctrico de equipos de baja y media tensión”, la cual fue ganada por la empresa AVN Group S. A. C. el 1/1/2020.

#### **2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional**

AVN Group S. A. C. inicia las actividades con TDP el 1/8/2020, tuve la oportunidad de volver a ingresar a la empresa y esta vez me asignaron llevar a cabo la supervisión de los mantenimientos preventivos para la empresa de almacenamiento de hidrocarburos TDP sede Callao, debido a mi experiencia en la supervisión de trabajos como:

- Supervisión de instalación y pruebas de funcionamiento a tableros eléctricos para extracción de gases tóxicos en la mina de Tantahuatay – Cajamarca
  
- Supervisión en obras de construcción de edificaciones
  
- Supervisión de la fase 1 de la implementación de un data center en Telefónica – Lince

- Supervisión en instalaciones de tableros de distracción y cableados de fuerza para nuevo cuarto de tableros eléctricos en oficinas de Corpac.

También se tomó en cuenta mis estudios técnicos y mi formación como bachiller de la Universidad Continental. Considerando que los trabajos por realizar se relacionan con mi carrera profesional donde se me encomienda supervisar los trabajos de mantenimiento preventivo de tableros, motores eléctricos y luminarias a pruebas de explosión e incluso mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra y realizar estos trabajos en una planta especial de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, clasificada como clase 1, división 1 y 2. Podré aprovechar al máximo toda mi experiencia práctica y teórica para poder realizar todos los trabajos encomendados por la empresa y lograr las metas trazadas tomando en cuenta las consideraciones de seguridad para cualquier trabajo en específico. Así mismo, aprenderé cosas nuevas en el proceso, aumentando mi experiencia profesional y a la vez sugerir mejoras en los procedimientos o procesos de las actividades.

### **2.3. Objetivos de la actividad profesional**

#### **2.3.1. Objetivo general**

Supervisar, gestionar y controlar los trabajos de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos de baja tensión de la planta TDP – Callao.

#### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Coordinar las actividades diarias con los supervisores del terminal.
- Gestionar los recursos materiales y personal necesario para cada actividad.
- Difundir los procedimientos de trabajo por cada actividad específica.
- Identificar los peligros, evaluar los riesgos y considerar las medidas de control.
- Verificar que se cumpla el procedimiento de trabajo y se tomen las medidas de seguridad posible.
- Verificar que se hagan efectivas las cinco reglas de oro antes de intervenir cualquier equipo o máquina eléctrica
- Brindar el soporte teórico-práctico para implementar las técnicas adecuadas para cada actividad.
- Realizar las pruebas antes y después de intervenir cualquier equipo o máquina eléctrica.
- Realizar los protocolos e informes por cada actividad.
- Realizar o modificar los diagramas o planos eléctricos de fuerza y control.

#### **2.4. Justificación de la actividad profesional**

Las instalaciones de terminales del Perú almacenan combustibles que son altamente inflamables, tiene islas de despachos de combustible y gas licuado de petróleo (GLP); así mismo, tiene líneas o tuberías que recorren toda la planta para interconectar a los tanques de almacenamiento y las islas, también tiene unas 10 esferas para almacenamiento del GLP, según las consideraciones de la norma NFPA 70 Artículo 500 Lugares peligrosos (clasificados), clases I, II y III, divisiones 1 y 2, define los lugares donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, vapores producidos por líquidos combustibles, polvos combustibles o fibras/partículas inflamables. Por ello, esta planta se considera como clase 1, división 1 y 2, por esta razón, los trabajos eléctricos realizados en planta tienen que ser ejecutados por técnicos especialistas y supervisados en todo momento por ingenieros con la experiencia suficiente para no cometer errores, ya que cualquier mal conexionado o negligencia en la parte eléctrica podrá generar alguna chispa o arco eléctrico en un ambiente clasificado como clase 1, división 1 o 2, que puede contener algunas partículas de combustible en el ambiente y generar una explosión o incendio en cadena, ya que en toda la planta existen tuberías con productos combustibles que, a su vez, están conectadas con tanques de almacenamiento de combustibles.

El ingeniero electricista es responsable de la supervisión de los trabajos de mantenimiento de todas las instalaciones y máquinas eléctricas, garantizando el cumplimiento adecuado de los protocolos, estándares y procedimientos; así mismo, garantizando la seguridad del personal técnico responsable de las labores.

También es importante considerar la experiencia del ingeniero responsable en el desarrollo de las actividades relacionadas con equipos eléctricos, especialmente, en empresas como TDP, donde el ambiente de trabajo es considerado como clase 1, división 1 y 2.

#### **2.5. Resultados esperados**

Se espera que el bachiller se haga cargo de la supervisión, gestión y control de los trabajos de mantenimiento preventivo de los sistemas de iluminación de toda la planta de hidrocarburos de TDP, sede principal del Callao.

Se espera que el bachiller se haga cargo de la supervisión, gestión y control de los trabajos de mantenimiento preventivo de los tableros eléctricos de toda la planta de hidrocarburos de TDP, sede principal del Callao.

Se espera que el bachiller se haga cargo de la supervisión, gestión y control de los trabajos de mantenimiento preventivo de los motores eléctricos de toda la planta de hidrocarburos de TDP, sede principal del Callao.

Se espera que el bachiller se haga cargo de la supervisión, gestión y control de los trabajos de mantenimiento preventivo de los sistemas de puesta a tierra de toda la planta de hidrocarburos de TDP, sede principal del Callao.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Mantenimiento de equipos eléctricos**

##### **3.1.1. Definición**

El mantenimiento de equipos e instalaciones industriales ha tenido una gran importancia en las últimas décadas debido a que las exigencias de calidad en la producción son cada vez más exigentes y el hecho de que las empresas necesitan ser más competitivas. El mantenimiento eléctrico abarca todos los componentes y sistemas eléctricos de una infraestructura, es necesario para poder detectar fallas y para evitar que puedan ocasionar algún accidente o incidente, afectando a las personas, equipos e instalaciones, de esta manera, se puede reducir los riesgos y prolongar el estado útil de los equipos.

##### **3.1.2. Tipos de mantenimiento**

###### **3.1.2.1. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo corresponde a la actuación en el caso de falla, expresada como el colapso de un equipo o instalación, es decir, la parada repentina de la producción. Dentro del mantenimiento correctivo se puede distinguir dos variedades:

- Mantenimiento correctivo con eliminación de avería: en este caso el mantenimiento consiste en la reparación de emergencia, efectuando la sustitución de los elementos averiados. Normalmente se realiza bajo fuertes presiones tratando de evitar caídas en la producción.
  
- Mantenimiento correctivo con eliminación de causas: este tipo de mantenimiento no solo consiste en la sustitución de los elementos defectuosos sino en la eliminación de la causa que originó la avería. Por este motivo, proporciona soluciones más duraderas,

así como, un incremento de la disponibilidad y fiabilidad a largo plazo. Obviamente, la participación de técnicos en este caso es más necesaria y el tiempo de intervención se incrementa, por este motivo, suele realizarse en paradas programadas (1).

### **3.1.2.2. Mantenimiento preventivo**

Esta forma de mantenimiento surge por la necesidad de remediar los inconvenientes del mantenimiento correctivo. A diferencia del anterior, la sustitución de las piezas o partes del sistema que pudieran causar se realizan con una cierta periodicidad, determinada mediante criterios estadísticos. Así, la sustitución de un determinado elemento puede realizarse después de un cierto tiempo preprogramado, o al producirse una avería, si esta ocurre antes (1).

La principal ventaja del mantenimiento preventivo frente a las técnicas estrictamente correctivas estriba en un importante decrecimiento de las paradas fortuitas, obtenida al introducir una cierta periodicidad en la observación y reconstrucción del sistema.

Entre las tareas de mantenimiento eléctrico preventivo que se realizan normalmente se puede destacar la limpieza general de todos los componentes eléctricos, control de la lubricación, los ajustes de pernos en equipos y borneras de conexión, la comprobación de relés o disyuntores, prueba de continuidad de fusibles y cableado, cargas de batería o verificaciones de parámetros eléctricos como corriente y tensión en circuitos de corriente alterna o continua.

### **3.1.2.3. Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de prealarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar (2).

Como tareas habituales de mantenimiento predictivo se pueden destacar las pruebas de infrarrojos que se emplean para examinar la emisividad y reflectividad, o el análisis de temperatura de los equipos, análisis de vibraciones, etc.

## **3.2. Áreas explosivas o clasificadas según NFPA 70**

### **3.2.1. Definición**

Es cualquier área donde exista la presencia de:

- Gases inflamables, líquidos y vapores

- Polvos combustibles
- Fibras fácilmente ignitables

Dichas sustancias al combinarse con el oxígeno se vuelven explosivas. Cuando se ignita, ocurre la explosión y esta puede dañar áreas, equipos y principalmente a la persona.

Para que exista una explosión se necesita:

**Tabla 2. Componentes para una explosión**

Combustible		Oxígeno		Fuente de ignición
Gases explosivos (hidrógeno)	+	Aire en condiciones atmosférica normal	+	Flama
Vapores explosivos (solventes)		Chispa o arco eléctrico		
Polvos combustibles		Calor Estática		

Fuente: [shre.ink/IJEk](http://shre.ink/IJEk)



**Figura 2. Triángulo de la explosión**  
Fuente: [shre.ink/IJEk](http://shre.ink/IJEk)

### 3.2.2. Clasificación de áreas peligrosas

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

Clase I: los lugares donde hay presencia de 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 (3).



### **3.2.2.1. 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 (3).

### **3.2.2.2. Grupos**

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

Grupo A: acetileno

Grupo B: gases o vapores peligrosos, como óxido de propileno y butadieno; o sustancias con un porcentaje mayor de 30 % en volumen.

Grupo C: etil, éter etílico y etileno, acetaldehído, ciclopropano, y dimetilhidrazina asimétrica.

Grupo D: acetona, amoníaco, 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: harina, almidón, polvo de granos, madera, plásticos.

### 3.2.2.3. Características de las zonas

**Tabla 3. Características de las zonas peligrosas**

SUSTANCIA	CLASE	DIVISIÓN	CARACTERÍSTICAS DE ZONA PELIGROSA
Gases / Vapores	Clase I	División 1	Riesgo de explosión presente de forma continua u ocasional en condiciones de funcionamiento normal.
		División 2	No hay concentraciones de gases o vapores inflamables presentes de forma habitual pero pueden presentarse en caso de fallos.
Polvos	Clase II	División 1	Hay polvos combustibles en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas e inflamables.
		División 2	Puede haber polvos combustibles debido a operaciones irregulares en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables y explosivas.
Fibras	Clase III	División 1	Áreas donde se fabrican o procesan fibras altamente inflamables. Ej.: rayón, algodón, henequén, ixtle, yute, fibra de coco, cáñamo, estopa, lana, virota, etc.
		División 2	Áreas donde se almacenan o manipulan fibras altamente inflamables.

### 3.2.3. Clasificación de otras áreas peligrosas

*National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), es un conjunto de estándares creado, por la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, indica la clasificación para equipos en áreas peligrosas:

Tipo 7: recintos construidos para uso en interiores en ubicaciones peligrosas (clasificadas) clasificadas como clase I, división 1, grupos A, B, C o D según se define en NFPA 70.

Tipo 8: recintos construidos para uso en interiores o exteriores en ubicaciones peligrosas (clasificadas) clasificadas como clase I, división 1, grupos A, B, C y D según se define en NFPA 70.

Tipo 9: recintos construidos para uso en interiores en lugares peligrosos (clasificados) clasificados como clase II, división 1, grupos E, F o G según se define en NFPA 70.

Tipo 10: recintos construidos para cumplir con los requisitos de la Administración de Salud y Seguridad Minera, 30 CFR, Parte 18. (4)

### 3.2.4. Clasificación de áreas peligrosas según la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)

Zona 0: área en la que continuamente o por largos periodos de tiempo están presentes concentraciones de gases o vapores inflamables.

Zona 1: área en la cual es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, debido a operaciones de reparación o mantenimiento, por fugas, o donde se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la ruptura u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de un modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición.

Zona 2: área donde no es probable que haya mezclas explosivas en condiciones de operación normales y si las hay, será durante un corto período de tiempo o en el que se manipulan, procesan o utilizan esos materiales, que están normalmente confinados dentro de recipientes cerrados de los que solo pueden escapar como resultado de procesos o rotura del recipiente o sistema (5).

Zona 20: área donde hay presencia continua o por largos periodos de tiempo de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas.

Zona 21: área, donde en condiciones de funcionamiento normal o debido a operaciones de reparación, mantenimiento o funcionamiento defectuoso de equipos, es probable que haya presencia ocasional de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas.

Zona 22: área donde no es probable que haya presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas.

Zona 10: definida como un área explosiva que resulta de la presencia de polvo durante largos periodos de tiempo.

Zona 11: definida como un área explosiva que resulta de la presencia de polvo durante cortos periodos de tiempo (6).

### **3.2.5. Equipos a prueba de explosión**

#### **3.2.5.1. Luminarias EV LED a prueba de explosión**

El EV LED de la división Crouse-Hinds de Eaton es un artefacto de iluminación LED sellado de fábrica de clase I, división 1 para iluminación general. El EV LED, está diseñado para funcionar de manera efectiva y económica en áreas que pueden ser difíciles de reparar, costosas de apagar o en cualquier lugar que requiera un mayor grado de seguridad. En comparación con la iluminación convencional, el EV LED consume hasta un 85 % menos de

energía y, por lo general, dura hasta 50 000 horas o más. El LED EV está disponible en dos modelos de salida de lúmenes y ofrece una opción de reemplazo para las luminarias incandescentes de 100 W – 200 W y HID de 70 W – 100 W existentes.



*Figura 3. Luminarias EV LED a prueba de explosión  
Fuente: [shre.ink/LJ0g](http://shre.ink/LJ0g)*

**a) Cumplimiento NEC**

Clase I, división 1, grupos C, D

Clasificación de temperatura T6 a 55 °C

Clase I, zona 1 y 2, grupo IIB

Clase II, grupos E, F, G

Ubicaciones marítimas y húmedas, Tipo 4X, IP66

Listado en UL (*Underwriters Laboratories*) certificado por los estándares UL según CSA (*Canadian Standards Association*).

**b) Características de diseño**

- Iluminación instantánea y reajuste
- Mejor visibilidad con luz blanca nítida
- Clasificación de temperatura T6: opera de manera segura en los ambientes más peligrosos
- Operación a temperatura fría/no requiere calentamiento
- Eficiencia energética: hasta un 85 % de reducción en la energía utilizada

- Proporciona una vida útil nominal de hasta 50 000 horas; elimina la necesidad de reemplazar las lámparas con frecuencia
- No contiene mercurio ni otras sustancias peligrosas
- Las luminarias de estado sólido resistentes a impactos y vibraciones no tienen filamentos ni componentes de vidrio que puedan romperse, lo que reduce en gran medida el riesgo de fallas prematuras.
- Temperatura ambiente de funcionamiento -30 °C a 55 °C (CA), -30 °C a 40 °C (CC)

**c) Materiales estándar**

Cuerpo: módulos de montaje y protector: aluminio sin cobre con recubrimiento de pintura electroestática epóxica *corro-free*

Globo: vidrio resistente al calor y al impacto

Juntas: silicona

Herrajes externos: acero inoxidable

**3.2.5.2. Tableros eléctricos**

Los tableros eléctricos a prueba de explosión tienen amplia aplicación como tableros de control, medición, distribución, iluminación. Estos tableros se utilizan en instalaciones eléctricas ubicadas dentro de las áreas peligrosas (clasificadas) de industrias químicas, de procesamiento de alimentos, de producción de bebidas alcohólicas y alcoholes, de almacenamiento o transformación de materiales que generen polvos explosivos o volátiles de fácil combustión; y en las de mayor aplicación como instalaciones petroleras, refinerías, plantas de tratamiento o envasado de gas; y en múltiples áreas donde exista riesgo de incendio o explosión por presencia de atmósferas explosivas.

Clase I, división 1 y 2, grupos C, D

Clase II, división 1 y 2, grupos E, F, G

Clase III, división 1 y 2

**a) Características**

- Las envolventes de estos tableros son elaboradas en fundición de aluminio de alta resistencia mecánica.

- Cuentan con sistema de estanqueidad para mantener el grado de protección cuando se instala en intemperie NEMA 4.
- Los tableros eléctricos pueden incluir válvulas de respiro y válvulas de drenaje, resistentes a la corrosión.
- Grados de protección  
NEMA: 3, 4, 4X, 7, 9  
IEC: IP 66; IK 10
- Resistencia mecánica suficiente para soportar presiones generadas por eventuales explosiones internas. Grado de protección IP 66 IK 10.
- Espesores de pared que permiten realizar perforaciones roscadas NPT (*National Pipe Thread*), garantizando un mínimo de 5 hilos completos. El interior de las cajas proporciona volumen y área útil suficiente para los montajes y conexiones.
- Elaboradas en fundición de aluminio de alta resistencia mecánica, bandeja de montaje en aluminio, lámina *Cold Rolled* o baquelita para brindar mayor rigidez. Aluminio (contenido de Cu máx. 0.25 %); aluminio: pintura electrostática RAL 7004.
- Diversidad de perforaciones roscadas según la necesidad o el diseño de la instalación.
- Las perforaciones son de rosca NPT.



**Figura 4. Tablero a prueba de explosión**  
Fuente: [shre.ink/IJ08](http://shre.ink/IJ08)

#### **b) Diseño de los tableros**

- ✓ Los armarios NEMA 7 están diseñados para aplicaciones interiores clasificadas como potencialmente peligrosas. Los armarios NEMA 7 se utilizan normalmente para ubicaciones definidas como clase 1 (gas o vapor potencialmente explosivo).
  
- ✓ Los recintos NEMA 8 son similares a los recintos NEMA 7. También se utilizan en lugares de clase 1 (gas o vapor potencialmente explosivo). Sin embargo, pueden utilizarse en interiores o exteriores, y están diseñados específicamente para proteger el cableado y los componentes eléctricos sumergidos en aceite.
  
- ✓ Los armarios NEMA 9 están contruidos para su uso en interiores en ubicaciones peligrosas de clase II, división 1, tal y como se define en el Sistema de Clasificación Norteamericano y en la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). Las ubicaciones peligrosas de clase II, división 1 implican polvo potencialmente explosivo que está presente durante las horas normales de funcionamiento.
  
- ✓ Los armarios NEMA 10 están diseñados para cumplir los requisitos de la Administración de Seguridad y Salud en las Minas, 30 CFR, parte 18.
  
- ✓ Ejemplos típicos de protección NEC

#### **Juntas roscadas**

- ✓ Cuando se produce una explosión dentro de un equipo como caja de pase o tablero se genera un gas caliente, cuando empezamos sacar la tapa, este aire caliente o gas pasa por los hilos hacia el exterior y se va enfriando de tal manera que al salir no genere un peligro para las personas que se encuentren realizando el mantenimiento.
  
- ✓ Según **UL 1203** para clase I, división 1 y 2, grupo C y D la rosca debe ser de mínimo 5 hilos y para clase 1, división 1 y 2, grupos A y B mínimo 8 hilos.

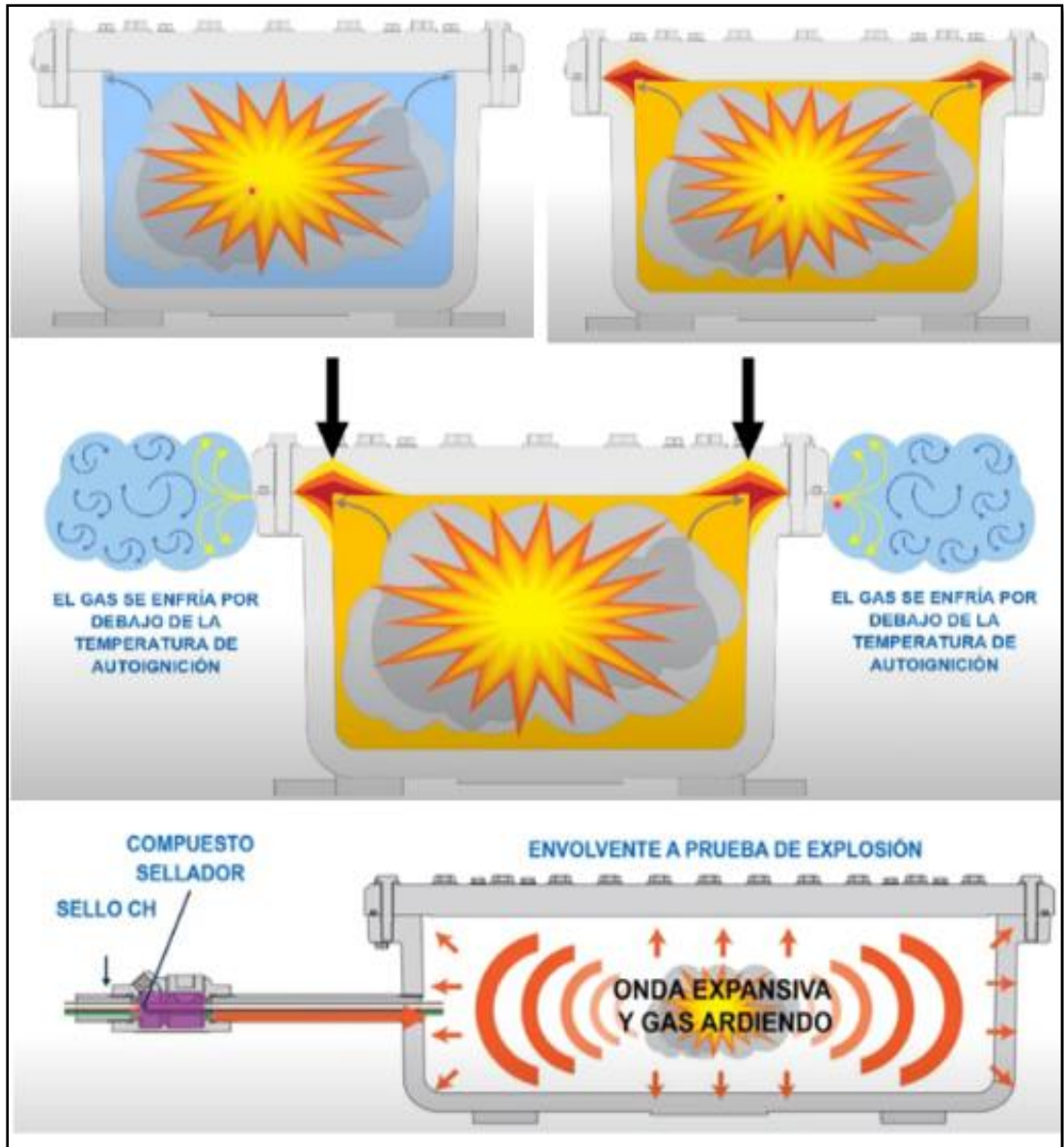


*Figura 5. Función de tableros con juntas roscadas*  
*Fuente: shre.ink/lJEk*

### **Juntas rectificadas**

- ✓ Cuando se produce una explosión dentro del tablero eléctrico con juntas rectificadas, el gas caliente pasa por esa superficie y hace que se enfríe y cuando llega a la intemperie tiene una temperatura mucho menor y así evitar cualquier incidente con la salida de dicho gas; por ello, en estos tableros no se debe colocar silicona en las juntas para que el equipo pueda liberar el aire caliente.





*Figura 6. Función de tableros de juntas rectificadas  
Fuente: shre.ink/lJEk*

### c) Sellos y drenado

Requerimientos especiales y puntos por considerar:

#### Sellos

El propósito de los sellos es restringir el paso de gases, vapores o flamas a través de la tuberías y limitar la explosión.

La instalación del sello es esencial para prevenir cualquier filtración de gas a través de la instalación eléctrica.

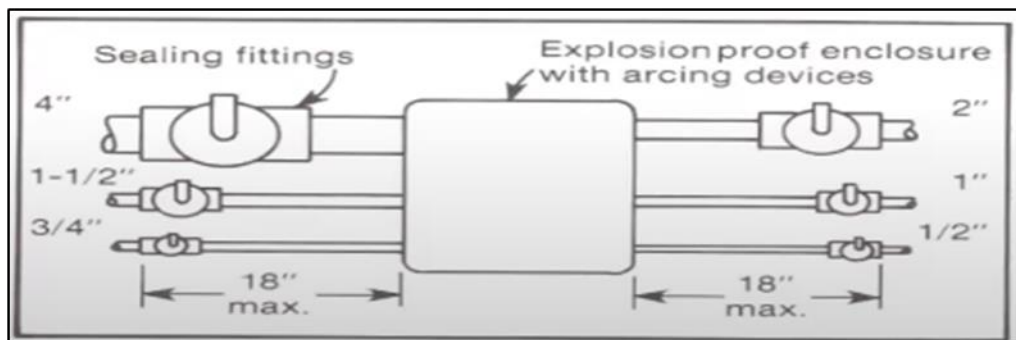
El sellado se realiza en menos de 5 minutos, el compuesto se expande hasta 4 veces su volumen dentro del sello, eliminando cualquier espacio entre los cables.



**Figura 7. Sellos cortafuego**  
*Fuente: shre.ink/LJEk*

### ¿Dónde se colocan los sellos?

En entradas envolventes, los sellos deben instalarse a no más de 18" (45.7 cm) en todos los equipos donde pueda existir chispa o arco eléctrico.



**Figura 8. Ubicación de los sellos cortafuego**  
*Fuente: shre.ink/LJEk*

### Drenado

Si el líquido o el vapor condensado se encuentran dentro de los equipos, existen los medios para prevenir su acumulación.

Se instala un “respirador” por encima del equipo, para dar ventilación y minimizar la condensación.

Se instala un “dren” en la parte inferior del tablero.



**Figura 9. Respirador y dren**  
*Fuente: shre.ink/LJEk*

#### d) Grado de protección IK

Al igual que el código IP, este código está regido por una norma internacional (IEC 62262), de modo que se puedan realizar comparaciones entre distintos productos. En este caso, este grado indica la resistencia mecánica a impactos nocivos y que puedan dañar el producto. El grado IK varía desde el 0 (mínima resistencia) hasta el 10 (máxima resistencia). En la siguiente tabla, se pueden ver de manera más detallada los distintos valores de grado IK y la energía que es capaz de soportar el producto (7).

**Tabla 4. Grados de protección IK**

Grado IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Altura impacto (cm)	-	7.5	10	17.5	25	35	20	40	29.5	20	40
Peso (gr)	-	200	200	200	200	200	500	500	1700	5000	5000
Energía (J)	-	0.15	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20

Fuente: [cutt.ly/KwtV08WW](http://cutt.ly/KwtV08WW)

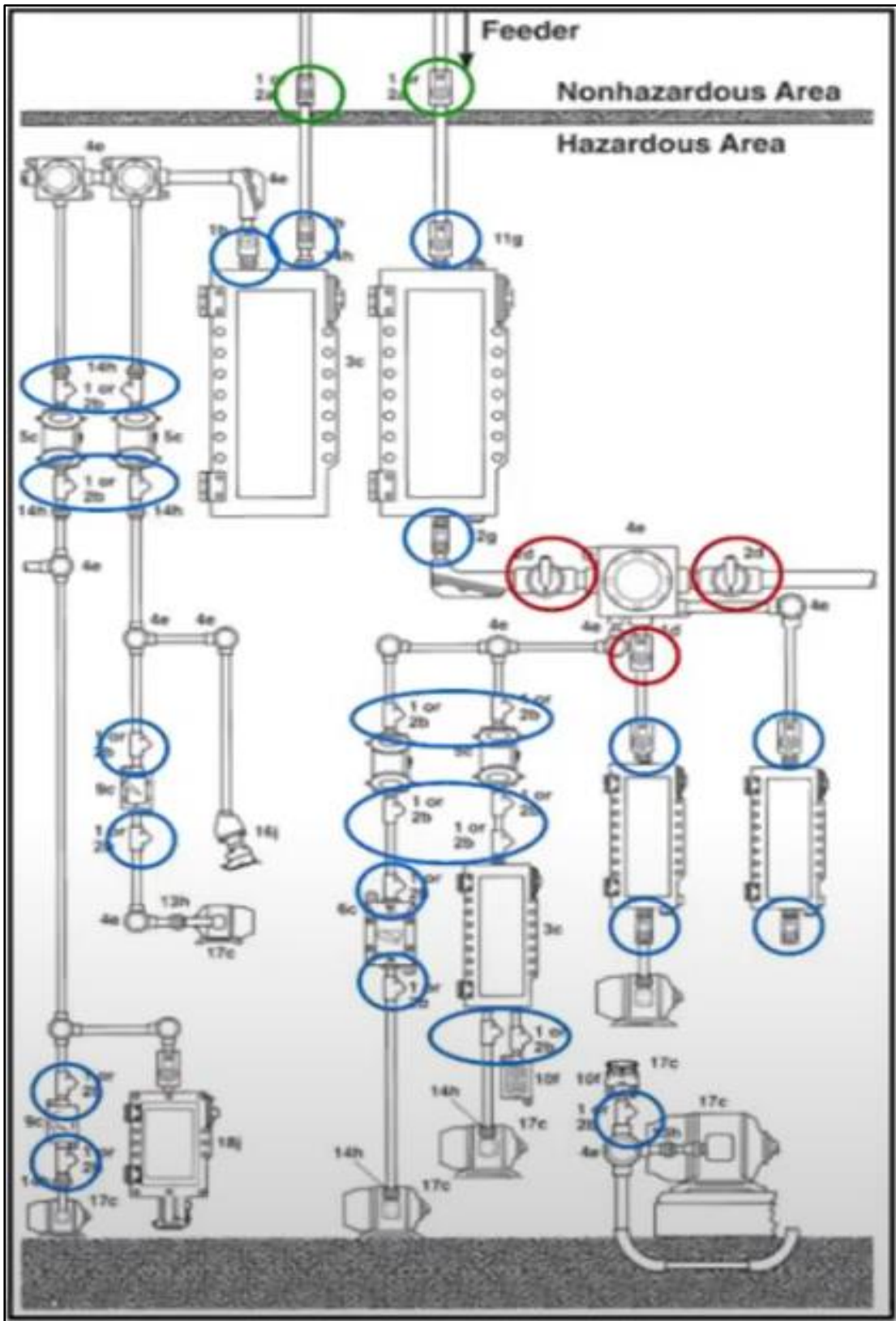


Figura 10. Disposición de los sellos cortafuego en una instalación  
Fuente: shre.ink/IJEk

### 3.2.5.3. Motores eléctricos

#### a) Clasificación de las máquinas eléctricas rotativas

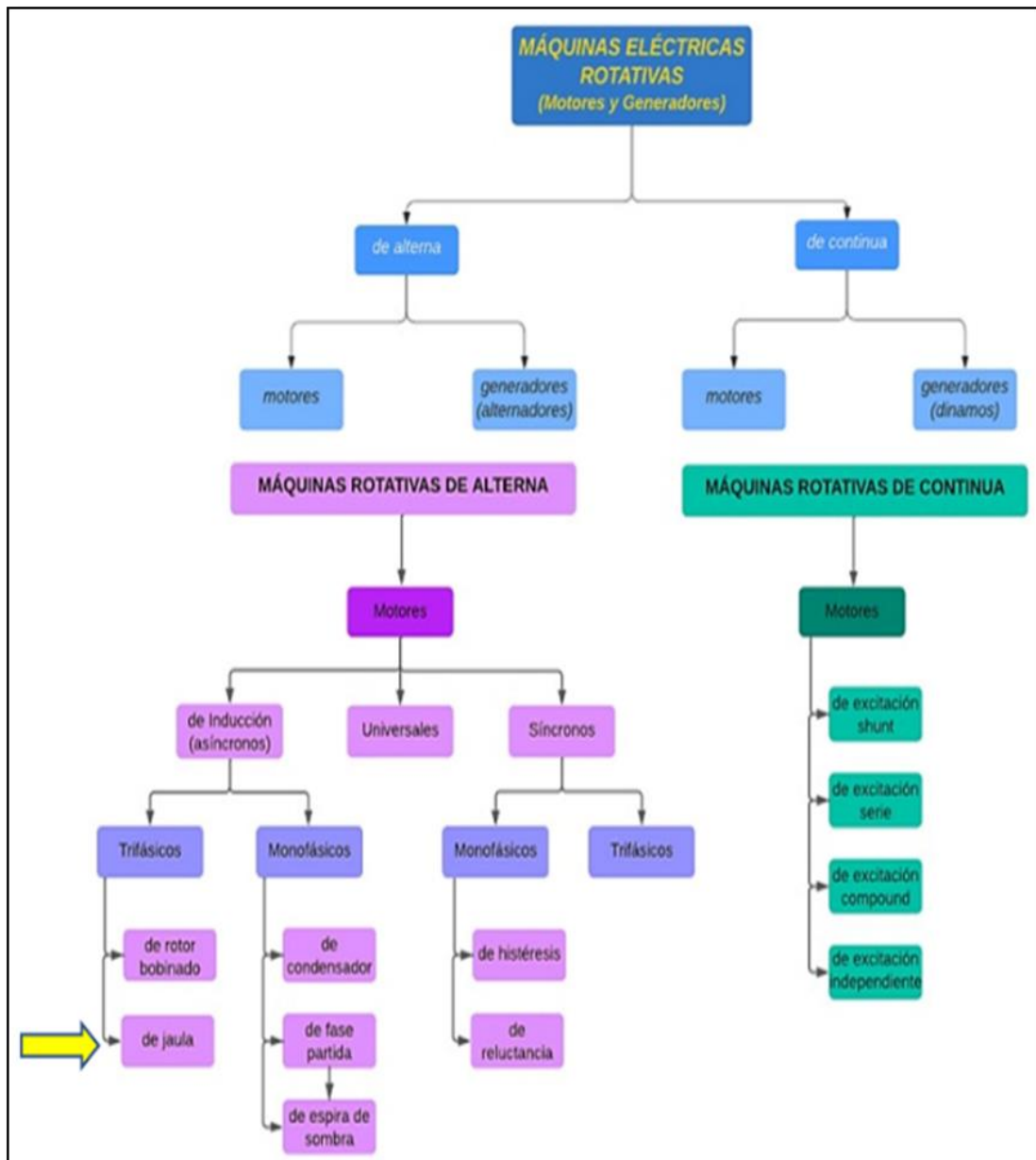


Figura 11. Clasificación de las máquinas rotativas

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) lleva fijando normas para motores en Norteamérica desde 1926. Por su parte, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), define las normas para los motores eléctricos en el resto del mundo.

Aunque NEMA e IEC presentan muchas similitudes, también hay algunas diferencias fundamentales entre estas dos normas para motores. NEMA *centra su filosofía en diseños más robustos para cubrir un mayor número de aplicaciones*. Dos de los pilares fundamentales de esta filosofía de diseño son la facilidad de selección y el espectro de aplicación. Por su parte,

IEC *se centra en la aplicación y el rendimiento*. La selección de dispositivos IEC implica conocer más datos sobre la aplicación, por ejemplo, carga de motor, ciclo de trabajo y corriente a plena carga al elegir un contactor IEC. Además, NEMA diseña componentes con un elemento de seguridad y un factor de servicio de hasta un 25 %, mientras que IEC se centra en el ahorro de espacio y costos.

### b) Clasificación de motores NEMA y sus principales aplicaciones

El NEMA ha establecido un sistema codificado a base de letras según el que cada tipo de motor de inducción de jaula de ardilla se fabrica de acuerdo con una norma de proyecto particular y se clasifica en una clase determinada, designada mediante una letra. Puesto que cada letra especifica una diferencia en la construcción del rotor, la descripción que sigue seguirá para aclarar la elección del motor de inducción de jaula de ardilla para los diversos tipos de servicio (8).

La variación en la forma en que se construyen los motores de inducción es por una razón muy importante y es que se pueden obtener diferentes curvas par-velocidad con tan solo modificar la construcción del rotor. Esta variación hace que se tenga varios valores de potencia para distintas aplicaciones.

**Tabla 5. Clasificación de motores NEMA**

Clase	Par de arranque N · m	Corriente de arranque A	Regulación de velocidad %	Tipo
A	1.5-1.75	5-7	2-4	Normal
B	1.4-1.6	4.5-5	3.5	De propósito general
C	2-2.5	3.5-5	4-5	De doble jaula de ardilla y alto par
D	2.5-3	3-8	5-8, 8-13	Alto par y alta resistencia
F	1.25	2-4	>5	De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque

Fuente: [cutt.ly/uwtV4hSz](http://cutt.ly/uwtV4hSz)

### c) Clase de aislamiento según IEC 60085

La IEC 60085:2007 ahora distingue entre clases térmicas para sistemas de aislamiento eléctrico y materiales aislantes eléctricos. Establece los criterios para evaluar la resistencia térmica de los materiales de aislamiento eléctrico o de los sistemas de aislamiento eléctrico. También establece el procedimiento para la asignación de clases térmicas. Esta norma es aplicable donde el factor térmico es el factor de envejecimiento dominante (9).

Los cambios técnicos principales en cuanto a la edición anterior se refieren al hecho de que esta última edición es una unión de la tercera edición de esta norma junto con IEC 62114:2001.

**Tabla 6. Clases de aislamiento**

IEC 60085 Clase técnica	IEC 60085 Clase de letras	NEMA Clase técnica	NEMA Clase de letras	Punto caliente de temperatura maxima permitida	Índice de resistencia técnica relativa (°C)	Materiales típicos
90	Y			90 °C	>90 - 105	Papel no impregnado, seda, algodón, caucho natural vulcanizado, termoplásticos que se ablandan por encima de los 90 °C
105	A	105	A	105 °C	>105 - 120	Materiales orgánicos como algodón, seda, papel y algunas fibras sintéticas
120	E			120 °C	>120 - 130	Poliuretano, resinas epoxi, tereftalato de polietileno y otros materiales que han demostrado una vida útil útil a esta temperatura
130	B	130	B	130 °C	>130 - 155	Materiales inorgánicos como mica, fibras de vidrio, amianto, con aglutinantes de alta temperatura u otros con vida útil a esta temperatura
155	F	155	F	155 °C	>155 - 180	Materiales con aglutinantes estables a la temperatura más alta u otros materiales con vida útil a esta temperatura
180	H	180	H	180 °C	>180 - 200	Elastómeros de silicona y materiales inorgánicos con aglutinantes de alta temperatura u otros materiales con vida útil a esta temperatura

Fuente: [cutt.ly/awtV6Eyi](http://cutt.ly/awtV6Eyi)

#### **d) Motores a prueba de explosión US horizontales, tipo LE**

Motor a prueba de explosión, Nema *premium*, construido en hierro vaciado. Los motores tipo LE a prueba de explosión están diseñados para ser utilizados en bombas, compresores, ventiladores, *conveyors* y aplicaciones en locaciones peligrosas, tales como en las que la atmósfera tenga gases, vapor o polvo que pueda causar una explosión. Estos motores están contruidos para contener explosiones dentro de la carcasa del motor y así prevenir que el motor se incendie por fuera, reteniendo las chispas y explosiones.

Los motores a prueba de explosión son clasificados de acuerdo a NEC en clases y grupos según el tipo de agente explosivo que presente. A continuación, se presenta la clasificación:

✓ **Clasificación de los motores a prueba de explosión**

División I, clase I - gases inflamables o vapores

Grupo C – etil-éter, etileno y ciclo propano

Grupo D – gasolina, hexano, nafta, benceno, butano, propano, alcohol, los vapores de disolvente de laca y gas natural

División II, clase II – polvos combustibles

Grupo F – carbono negro o coque

Grupo G – harina, almidón o granos

✓ **Datos técnicos**

Potencia: 1 a 200 HP

Tensión: 230/460 voltios

Frecuencia: 3600/1800/1200/900 rpm

N.º de fases: 3 fases

Frecuencia: 60 Hz

Factor de servicio: 1.15

Armazón: 56 a 440

Aislamiento: clase F

Diseño: Nema B

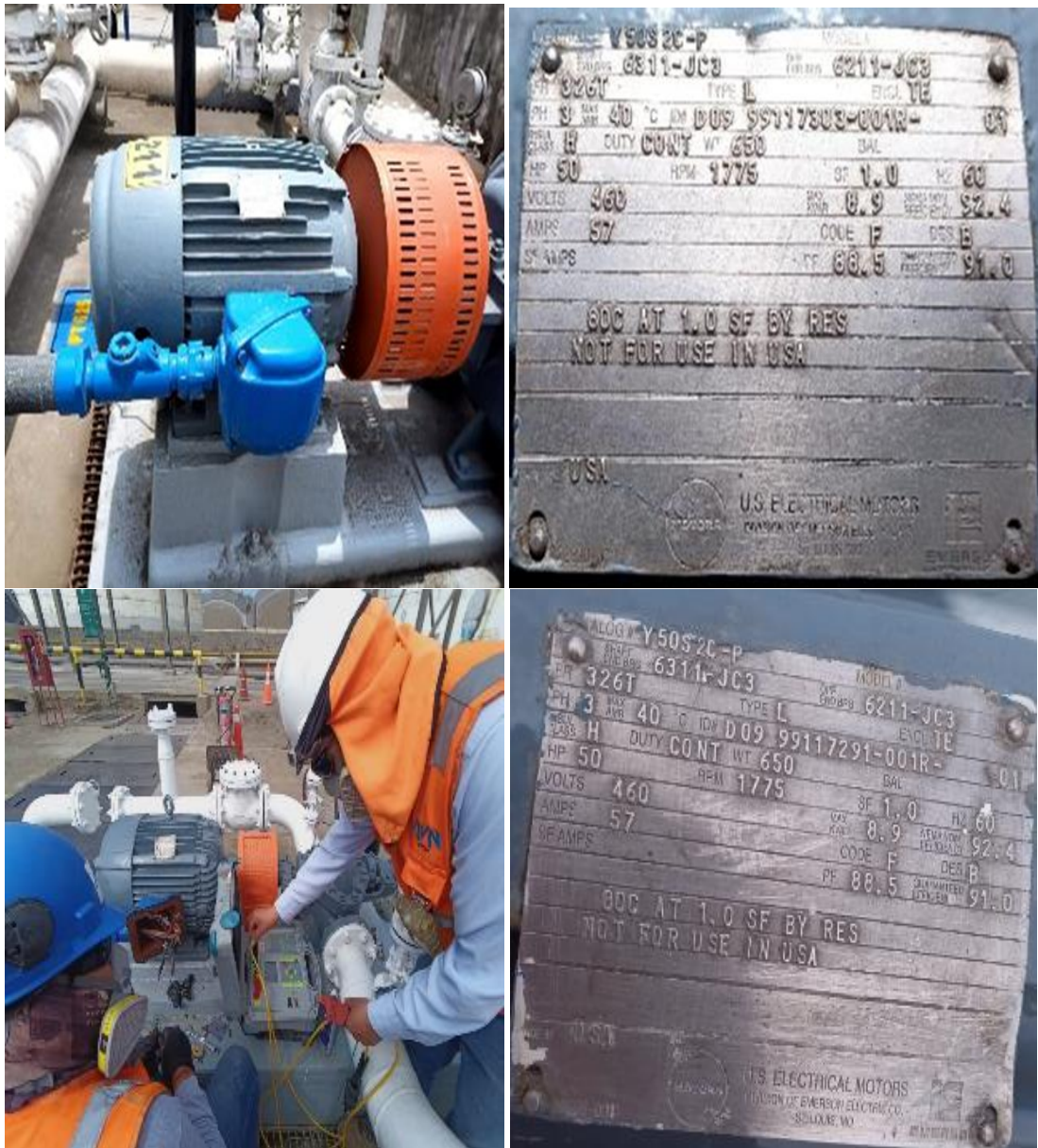
División I, clase I, grupo C y D

División II, clase II, grupo F y G

✓ **Aplicaciones**

Los motores a prueba de explosión LE son ideales para aplicaciones en bombas, sopladores y equipos localizados en áreas clasificadas de riesgo de explosión o inflamables; así como, en la industria química, petroquímica, pintura, y procesamiento de granos.





*Figura 12. Mantenimiento de motores eléctricos a prueba de explosión*

### 3.3. Mantenimiento preventivo en áreas explosivas

#### 3.3.1. Consideraciones para el mantenimiento en áreas explosivas

Para realizar cualquier actividad en un ambiente considerado como área explosiva se tiene que considerar realizar las siguientes actividades previas:

- a) Determinar los peligros y valorar los riesgos del área de trabajo.
- b) Fijar medidas específicas para proteger la seguridad y salud de los trabajadores expuestos al riesgo de atmósferas explosivas.
- c) Garantizar un entorno de trabajo seguro y velar por una vigilancia apropiada durante la presencia de trabajadores en proporción con la valoración de riesgos.

- d) Determinar las medidas necesarias y modalidades de coordinación cuando trabajen varias empresas en un mismo emplazamiento.
- e) Liberar la zona de trabajo con un detector de gases calibrado.
- f) Contar en todo momento con la presencia del extintor mínimo de 30 Lb por cada frente de trabajo.
- g) Usar celular y radios de comunicación intrínsecamente seguras.

### **3.3.1.1. Prueba *bump test* y calibración de equipo Altair 4XR**

Esta prueba se realiza cada 24 horas de trabajo, se recomienda realizarlo antes de iniciar los trabajos diarios, a continuación, se detallan los pasos por seguir para realizar correctamente la prueba de *bump test* del equipo Altair modelo 4XR.

- ✓ Conectar el regulador al cilindro de gas patrón
- ✓ Conectar el accesorio de calibración al regulador
- ✓ Presionar el botón de flecha hacia abajo
- ✓ Cuando aparece *bump test* conectar la tapa de calibración al equipo
- ✓ Presionar el botón central
- ✓ Abrir el regulador
- ✓ Después de 10 segundos aparece *bump pass* con un *check*
- ✓ Se cierra la válvula
- ✓ Se retira la tapa de calibración del equipo

### **3.3.1.2. Calibración de equipo Altair 4XR**

Según el manual del fabricante MSA, se recomienda realizar esta prueba cada 6 meses, a continuación, se detallan los pasos por seguir para realizar correctamente la calibración del equipo Altair modelo 4XR.

- ✓ Presionar el de botón flecha arriba por 5"
- ✓ Aparecerá en pantalla *Zero cal?*
- ✓ Presionar botón central para confirmar, durará 1 min
- ✓ Aparecerá en pantalla el mensaje de *Zero past*
- ✓ Después aparecerá el mensaje de *Span cal?*
- ✓ Conectar accesorio de calibración
- ✓ Confirmamos con botón central
- ✓ Abrimos el regulador por 1 min, aproximadamente

- ✓ Aparece el mensaje *Span pass* con un *check*
- ✓ El equipo estará completamente calibrado
- ✓ Cerramos la válvula
- ✓ Retiramos el accesorio de calibración

### **3.3.1.3. Cómo saber si el equipo Altair 4XR funciona correctamente**

El dispositivo cuenta con un LED de verificación verde. El LED verde parpadea cada 15 segundos en las siguientes condiciones:

- ✓ Si la función del LED de verificación está habilitada
- ✓ Si el dispositivo pasa correctamente la *bump test* (durante 24 horas)
- ✓ Si el dispositivo está en el modo de funcionamiento normal
- ✓ Si el dispositivo no tiene advertencias ni alarmas de batería baja

## **3.3.2. Medición de aislamiento**

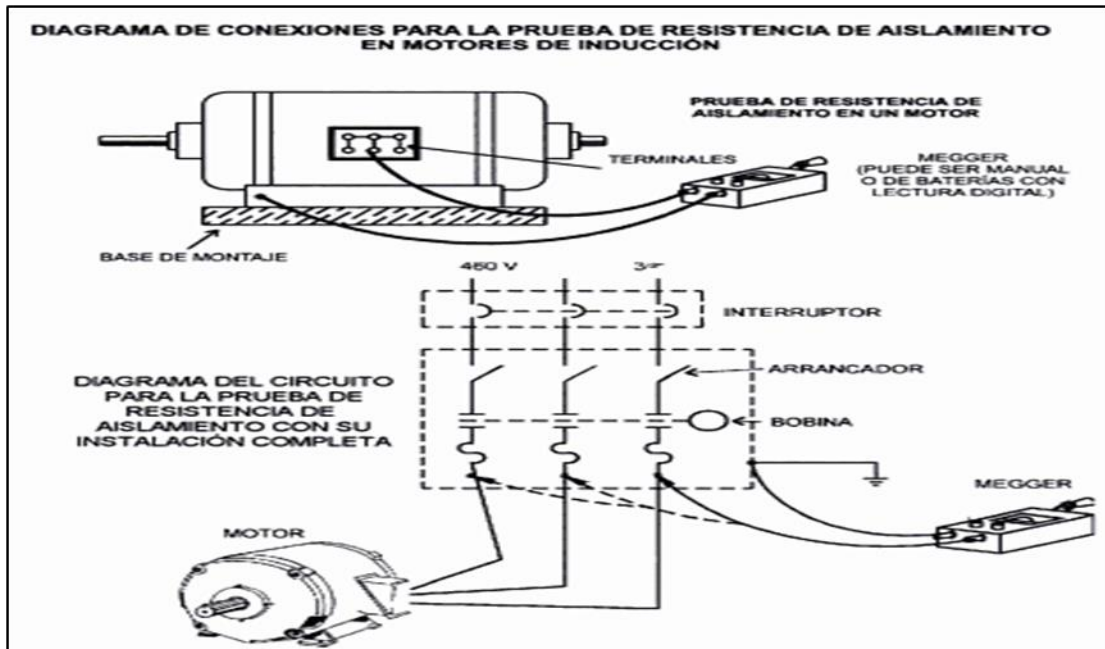
### **3.3.2.1. Concepto**

La resistencia de aislamiento (IR) es la designación de la resistencia eléctrica de líneas, cables y sistemas eléctricos medida en ohmios. Este parámetro es crucial para conocer el estado del aislamiento eléctrico de un equipo o sistema.

Por esta razón, también podemos decir que es relevante para la protección de las personas contra descargas eléctricas y la exclusión de daños materiales y a la propiedad debida a corrientes de fuga que fluyen a través de un aislamiento defectuoso.

### **3.3.2.2. Consideraciones**

- Seleccionar el equipo de prueba con el voltaje DC de salida apropiado.
- Si el motor tiene los devanados independientes, realizar la prueba de resistencia de aislamiento de cada bobina con respecto a tierra, ver figura 13.
- Si el motor tiene los devanados unidos, realizar una única prueba de dichos devanados con respecto a tierra.



**Figura 13. Diagrama de conexión para prueba de resistencia de aislamiento**  
 Fuente: [shre.ink/IJ5u](http://shre.ink/IJ5u)

- Aplicar la tensión indicada en la tabla 7 de la Norma IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) STD 43-2013, por un periodo de 1 min.
- Corregir a 40 °C el valor medido multiplicándolo por un factor obtenido según la Norma IEEE STD 43-2013, según la temperatura a la que se hizo la prueba.
- El valor de resistencia de aislamiento mínimo será de 5 MΩ, tal como lo indica la tabla 8 de la Norma IEEE STD 43-2013 y tabla 10.11 del NETA (10).

**Tabla 7. Criterios de aceptación, basados en la Norma: IEEE STD 43” Práctica recomendada para probar la resistencia de aislamiento de máquinas eléctricas**

Voltaje del Devanado	Voltaje aplicado DC IR
<1000	500
1001 – 2500	500-1000
2501 – 5000	1000-2500
5001 – 12000	2500-5000
>12001	5000-10000

Fuente: [shre.ink/INgs](http://shre.ink/INgs)

**Tabla 8. IEEE STD 43 -2013/ Resistencia mínima de aislamiento de máquinas eléctricas**

Resistencia de aislamiento mínima a 1	Devanado que esta siendo probado
kV + 1MegOhms	La mayoría de devanados fabricados despues de 1970
100 MegOhms	Estrator despues de 1970
5 MegOhms	Estator al azar de menos de 1000 volts despues de 1970

Fuente: [shre.ink/INgs](http://shre.ink/INgs)

- Para el caso de la prueba de resistencia de aislamiento de los cables de alimentación se considera tomar en cuenta los datos de la tabla 9.

**Tabla 9. Mínima resistencia de aislamiento para instalaciones eléctricas**

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua [V]	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Muy baja tensión de seguridad	250	≥ 0,25
Muy baja tensión de protección		
Inferior o igual a 500 V, excepto los casos anteriores	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1 000	≥ 1,0

Fuente: [shre.ink/INsU](http://shre.ink/INsU)

### 3.3.3. Medición de puesta a tierra

#### 3.3.3.1. Concepto

Las mediciones de impedancia de tierra y continuidad de tierra, generalmente, se realizan para verificar la idoneidad de una red de tierra recién instalada y reconfirmar periódicamente su estado posteriormente. El propósito de estas pruebas es para verificar que se haya instalado y mantenido una red de tierra adecuada durante todo el proceso de su vida útil. La razón para tener una red de puesta a tierra adecuadamente diseñada, instalada y mantenida es eliminar los riesgos de descarga eléctrica y las condiciones de funcionamiento anormales que pueden surgir debido a corrientes de falla (11).

Las mediciones de puesta a tierra se realizan para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. De esta manera, la protección de dispositivos eléctricos e industriales contra fallas, sobrecargas, fugas a tierra o rayos, también contribuye a la seguridad de las personas, al evitar los choques eléctricos por contactos indirectos. Un sistema de puesta a tierra deficiente puede traer contratiempos, pero la ausencia total de uno es altamente peligrosa. Sin una medición y certificación de la resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra, hay posibilidad de que la corriente de falla no siga su camino a tierra y tampoco se derive correctamente. Así, al realizar la medición de pozo a tierra se confirma la resistencia entre el electrodo y el terreno, evitando accidentes y pérdidas económicas mayores.

#### 3.3.3.2. Consideraciones especiales

Para realizar cualquier actividad en un ambiente considerado como área explosiva se tiene que considerar realizar las siguientes actividades previas:

- a) Usar celular y radios de comunicación intrínsecamente seguras
- b) Liberar la zona de trabajo con un detector de gases calibrado

- c) Contar en todo momento con la presencia del extintor
- d) Determinar los peligros y valorar los riesgos del área de trabajo
- e) Fijar medidas específicas para proteger la seguridad y salud de los trabajadores expuestos al riesgo de atmósferas explosivas
- f) Garantizar un entorno de trabajo seguro y velar por una vigilancia apropiada durante la presencia de trabajadores en proporción con la valoración de riesgos, monitorizando la ausencia de gases durante toda la actividad
- g) Determinar las necesarias medidas y modalidades de coordinación cuando trabajen varias empresas en un mismo emplazamiento.

### 3.3.3.3. Consideraciones

- La medición de puesta a tierra el operario deberá contar con un telurómetro certificado, se instalarán las estacas distanciadas según lo indicado en el equipo de telurómetro, para esta actividad el operario contará con una comba de 5 lb y martillará la estaca en el terreno, en el proceso de instalación hacia el conductor *copperweld* el operario deberá realizar la limpieza con una escobilla de fierro y lo realizará con un guante dieléctrico clase 0, cuando el terreno sea arenoso el operario humedecerá el terreno en la ubicación de cada estaca.
- La medición será registrada en el protocolo, para una identificación de la medida lograda se realizará evidencias fotográficas a la medición obtenida en el telurómetro.
- El cable disponible de medición deber registrarse como  $X_i$  [m] y se denomina distancia al electrodo de corriente.
- Un cable adicional y del mismo tamaño de  $X_i$ , será el que se conectará al electrodo de tensión  $X_t$  [m], el cual se moverá a las distancias a indicar en los siguientes pasos del presente documento. A esta distancia se le denomina: distancia al electrodo de tensión.
- Realizar y verificar la conexión del equipo, según la figura 14.

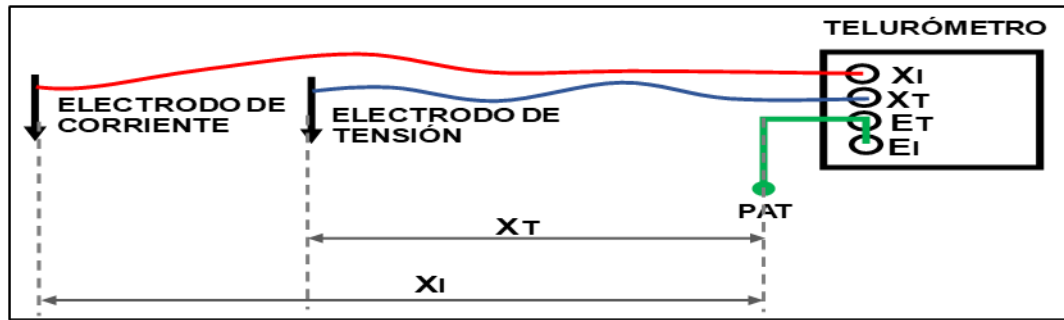


Figura 14. Esquema de conexiones en el telurómetro

Tabla 10. Formato de registro de mediciones de mallas de puesta tierra

N	XI [m]	%	XT [m]	R [ohmios]	Observación
1		0%			
2		10%			
3		20%			
4		30%			
5		40%			
6		50%			
7		60%			
8		70%			
9		80%			
10		90%			
11		100%			

- El análisis de la zona plana, de la curva generada por las mediciones solo tiene sentido, si las distancias corresponden a las especificadas en la IEEE-81, Método de caída de potencial.
  - Para el caso de la pendiente de Tagg, las mediciones que se requieren tener son al 20 %; 40 % y 60 %, el resto de las mediciones sirven para encontrar valores no medidos en posiciones específicas, según cálculos matemáticos.
  - A continuación, se debe analizar y verificar cuál de los dos métodos que la IEEE-81 refieren:
    - a. Método de caída de potencial
    - b. Método de la pendiente de Tagg
- a) Método de la caída de potencial**
- Hallar la máxima distancia de la puesta a tierra, que se denominará “ $L_{\text{máx}}$ ”
  - $X_I = 6.5 * L_{\text{máx}}$

- Proceder a llenar la tabla 10.
- El valor oficial de la resistencia de puesta a tierra será en  $X_T = 61.8 \% * X_L$ . (aproximadamente 60 % o 62 %, teóricamente debería dar el mismo resultado con un error mínimo).

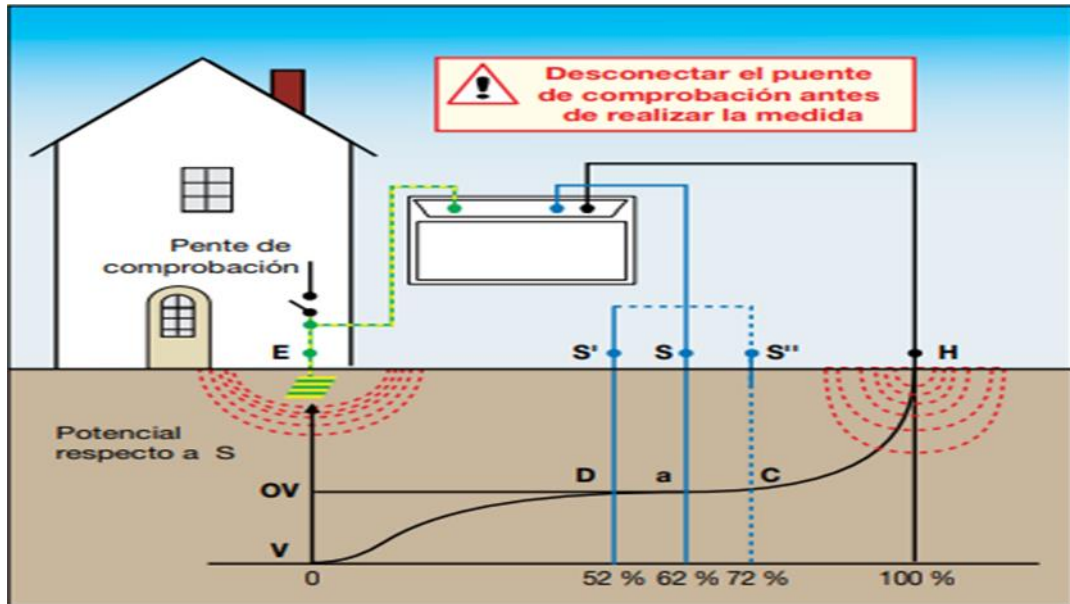


Figura 15. Medida de resistencia de tierra – método del 62 %  
Fuente: shre.ink/INBw

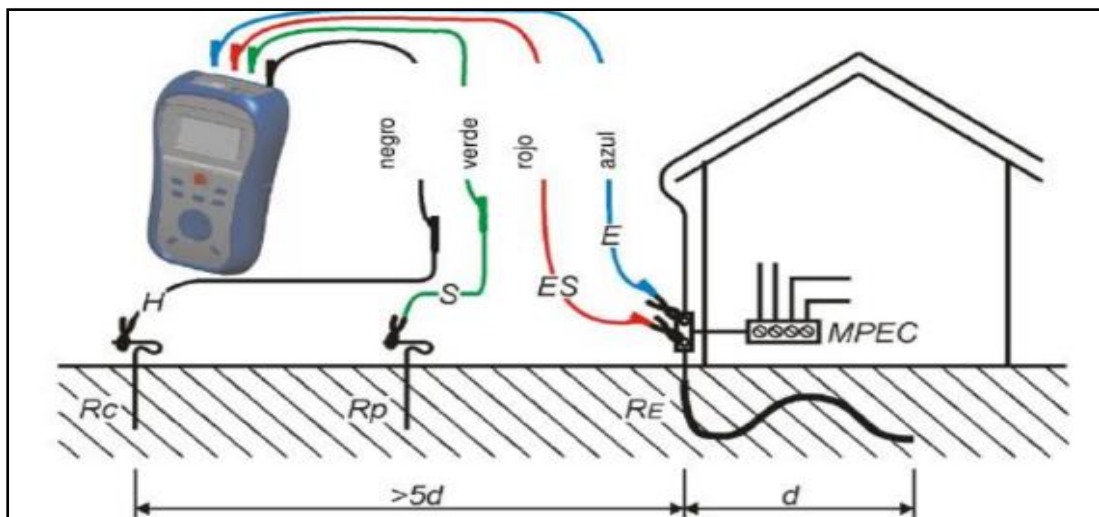


Figura 16. Resistencia de tierra, medición de 4 hilos de la puesta a tierra de la instalación principal  
Fuente: shre.ink/INEi



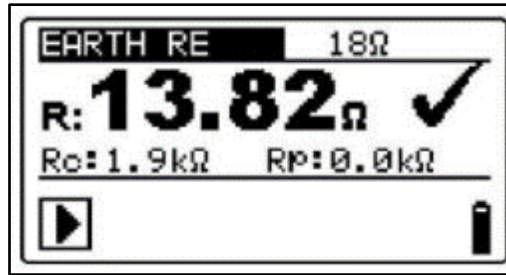


Figura 17. Ejemplo de resultado de medición de resistencia de tierra  
Fuente: shre.ink/INEi

- R: resistencia de tierra
- Rp: resistencia de la pica S (potencial)
- Rc: resistencia de la pica H (corriente)

#### b) Método de la pendiente de Tagg

- $X_I = 100$  m
- Proceder a llenar la tabla 10
- Luego reemplazar en la ecuación:  $\mu = (R_{60\%} - R_{40\%}) / (R_{40\%} - R_{20\%})$
- Con el valor hallado de  $\mu$ , según la ecuación indicada, se ingresa a la tabla de valores tabulados para el método de pendiente de Tagg y se calcula  $P2 / C2$
- Hay que considerar que:  
La distancia mayor con la que se cuenta es denominada “C2”  
La distancia de medición oficial es denominada “P2”
- Con el valor calculado de “ $P2 / C2$ ”, calculamos un nuevo P2:  
✓  $P2 = C2 * (P2 / C2)$   
✓ Donde  $C2 = X_I$  en la tabla 10
- Proceder a realizar el protocolo correspondiente

**Tabla 11. Equivalencias para la técnica de pendiente de Tagg**

$\mu$	P2/C2	$\mu$	P2/C2	$\mu$	P2/C2	$\mu$	P2/C2	$\mu$	P2/C2
0,01	69,3%	0,38	64,6%	0,75	58,9%	1,12	51,4%	1,49	39,4%
0,02	69,2%	0,39	64,5%	0,76	58,7%	1,13	51,2%	1,50	38,9%
0,03	69,1%	0,40	64,3%	0,77	58,6%	1,14	51,0%	1,51	38,4%
0,04	69,0%	0,41	64,2%	0,78	58,4%	1,15	50,7%	1,52	37,9%
0,05	68,9%	0,42	64,0%	0,79	58,2%	1,16	50,5%	1,53	37,4%
0,06	68,7%	0,43	63,9%	0,80	58,0%	1,17	50,2%	1,54	36,9%
0,07	68,6%	0,44	63,8%	0,81	57,9%	1,18	49,9%	1,55	36,4%
0,08	68,5%	0,45	63,6%	0,82	57,7%	1,19	49,7%	1,56	35,8%
0,09	68,4%	0,46	63,5%	0,83	57,5%	1,20	49,4%	1,57	35,2%
0,1	68,3%	0,47	63,3%	0,84	57,3%	1,21	49,1%	1,58	34,7%
0,11	68,1%	0,48	63,2%	0,85	57,1%	1,22	48,9%	1,59	34,0%
0,12	68,0%	0,49	63,0%	0,86	56,9%	1,23	48,7%	1,60	33,4%
0,13	67,9%	0,50	62,9%	0,87	56,8%	1,24	48,3%	1,61	32,8%
0,14	67,8%	0,51	62,7%	0,88	56,6%	1,25	48,0%	1,62	32,1%
0,15	67,6%	0,52	62,6%	0,89	56,4%	1,26	47,7%	1,63	31,4%
0,16	67,5%	0,53	62,4%	0,90	56,2%	1,27	47,4%	1,64	30,7%
0,17	67,4%	0,54	62,3%	0,91	56,0%	1,28	47,1%	1,65	30,0%
0,18	67,3%	0,55	62,1%	0,92	55,8%	1,29	46,8%	1,66	29,2%
0,19	67,1%	0,56	62,0%	0,93	55,6%	1,30	46,5%	1,67	28,4%
0,2	67,0%	0,57	61,8%	0,94	55,4%	1,31	46,2%	1,68	27,6%
0,21	66,9%	0,58	61,7%	0,95	55,2%	1,32	45,9%	1,69	26,7%
0,22	66,8%	0,59	61,5%	0,96	55,0%	1,33	45,6%	1,70	25,8%
0,23	66,6%	0,60	61,4%	0,97	54,8%	1,34	45,2%	1,71	24,8%
0,24	66,5%	0,61	61,2%	0,98	54,6%	1,35	44,9%	1,72	23,8%
0,25	66,4%	0,62	61,0%	0,99	54,4%	1,36	44,5%	1,73	22,8%
0,26	66,2%	0,63	60,9%	1,00	54,2%	1,37	44,2%	1,74	21,7%
0,27	66,1%	0,64	60,7%	1,01	54,0%	1,38	43,8%	1,75	20,5%
0,28	66,0%	0,65	60,6%	1,02	53,7%	1,39	43,5%	1,76	19,3%
0,29	65,8%	0,66	60,4%	1,03	53,5%	1,40	43,1%	1,77	18,0%
0,3	65,7%	0,67	60,2%	1,04	53,3%	1,41	42,7%	1,78	16,6%
0,31	65,6%	0,68	60,1%	1,05	53,1%	1,42	42,3%	1,79	15,1%
0,32	65,4%	0,69	59,9%	1,06	52,9%	1,43	41,9%	1,80	13,5%
0,33	65,3%	0,70	59,8%	1,07	52,6%	1,44	41,5%	1,81	11,8%
0,34	65,2%	0,71	59,6%	1,08	52,4%	1,45	41,1%	1,82	10,0%
0,35	65,0%	0,72	59,4%	1,09	52,2%	1,46	40,7%	1,83	8,0%
0,36	64,9%	0,73	59,2%	1,10	51,9%	1,47	40,3%	1,84	5,9%
0,37	64,7%	0,74	59,1%	1,11	51,7%	1,48	39,8%	1,85	3,5%

Fuente: [shre.ink/Lnkt](http://shre.ink/Lnkt)

## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

#### 4.1. Descripción de las actividades profesionales

**Actividad 1:** Supervisión del mantenimiento preventivo de luminarias de alumbrado público.

Se realizó la supervisión del mantenimiento de iluminación de toda la planta de TDP, para el mantenimiento preventivo y correctivo de las luminarias de alumbrado público se utilizó un *manlif* para realizar limpieza, cambio de componentes, cambio de abrazaderas o cambio de pastorales e incluso el cambio de toda la luminaria de ser necesario. Para realizar este trabajo se tiene que realizar las siguientes actividades:

- ✓ Coordinar anticipadamente en una reunión de programación virtual donde se da a conocer la actividad a realizar, el lugar exacto, si es de alto riesgo o no, cantidad de personas, ingeniero a cargo por parte nuestra y de TDP.
- ✓ Apertura el permiso y el ART debidamente firmado y difundido (ver anexo 4).
- ✓ Realizar el plan de control de energía peligrosa (ver anexo 6).
- ✓ Comunicar por radio para realizar una prueba de encendido antes de intervenir.
- ✓ Verificar y tomar nota de las luminarias que no encienden.
- ✓ Verificar el corte de energía, bloqueo y etiquetado, verificación de la ausencia de tensión, realizar el aterramiento y señalar el área de trabajo.
- ✓ Supervisar las actividades de mantenimiento, coordinando con el operador y el *rigger*, verificando las condiciones de trabajo y que se cumplan las medidas de seguridad necesarias para realizar un trabajo seguro y de calidad.
- ✓ En los casos donde no pude acceder el *manlif*, se realizó con andamios ULMA de 3 cuerpos más baranda.

- ✓ Se registraba en un formato de protocolo por cada luminaria intervenida, se registraba fotos antes y después de la intervención.
- ✓ Para finalizar se coordina el desbloqueo, se cierra el interruptor termomagnético (ITM) del circuito intervenido para poder realizar las pruebas de operatividad o encendido.
- ✓ Se verifica el orden y limpieza, se dan por culminadas las actividades con el cierre del permiso de trabajo.



*Figura 18. Instalación de luminarias y pastorales en postes de alumbrado – islas de despacho*



*Figura 19. Mantenimiento preventivo de luminarias de alumbrado público con manlift*

### **Actividad 2: Supervisión de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos**

El mantenimiento eléctrico de los tableros de toda la planta constaba de:

Limpieza, ajustes y uso de limpiacontactos en pernos de equipos y borneras, ordenamiento de conductores y colocación de terminales si fuera necesario, se registraba los datos de los equipos, se realizan las observaciones necesarias, se colocaba grasa dieléctrica a los pernos de los tableros antiexplosivos, etc. Para realizar este trabajo se tiene que realizar las siguientes actividades:

- ✓ Se coordina anticipadamente en una reunión de programación virtual donde se da a conocer la actividad por realizar, el lugar exacto, si es de alto riesgo o no, cantidad de personas, ingeniero a cargo por parte nuestra y de TDP.
- ✓ Apertura el permiso y el ART debidamente firmado y difundido (ver anexo 4).
- ✓ Realizar el plan de control de energía peligrosa (ver anexo 6).
- ✓ Realizar el corte de energía, bloqueo y etiquetado, verificación de la ausencia de tensión, realizar el aterramiento y señalizar el área de trabajo.
- ✓ Se supervisa que el personal este concentrado en sus actividades, se verifica y se registra cualquier observación o mejora para un próxima o inmediata intervención, garantizar que los trabajos se cumplan con las medidas de seguridad necesarias.

- ✓ Se registran los datos de los equipos, como capacidad de corriente, tensión, qué cargas comanda, si está aterrado, si tiene unifilar, etc.
- ✓ Se verifica el desbloqueo, se apertura el ITM del circuito intervenido y se hacen las pruebas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de todas las cargas.
- ✓ Se verifica el orden y limpieza, se dan por culminadas las actividades con el cierre del permiso de trabajo.



*Figura 20. Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos a prueba de explosión*

### **Actividad 3: Supervisión de mantenimiento preventivo de motores eléctricos**

En el mantenimiento preventivo de los motores eléctricos se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Se coordina anticipadamente en una reunión de programación virtual donde se da a conocer la actividad a realizar, el lugar exacto, si es de alto riesgo o no, cantidad de personas, ingeniero a cargo por parte nuestra y de TDP.
- ✓ Apertura el permiso y el ART debidamente firmado y difundido (ver anexo 4).
- ✓ Realizar el plan de control de energía peligrosa (ver anexo 6).
- ✓ Se realiza la prueba de sentido de giro.

- ✓ Se verifica el corte de energía, bloqueo y etiquetado, verificación de la ausencia de tensión, realizar el aterramiento y señalizar el área de trabajo.
- ✓ Se supervisa que el personal este concentrado en sus actividades, se verifica y se registra cualquier observación o mejora para un próxima o inmediata intervención, garantizar que los trabajos se cumplan con las medidas de seguridad necesarias.
- ✓ Se registra los datos de placa de cada motor.
- ✓ Se verifica el tipo de conexionado y se realiza el esquema.
- ✓ Se verifica y registra los datos de las pruebas de aislamiento y continuidad de las bobinas del motor y del alimentador.
- ✓ Se verifica el desbloqueo, se apertura el ITM del circuito intervenido y se realiza la prueba de sentido de giro.
- ✓ Se verifica el orden y limpieza, se dan por culminadas las actividades con el cierre del permiso de trabajo.



*Figura 21. Supervisión del mantenimiento preventivo de motor a prueba de explosión*



Figura 22. Placa característica de motor a prueba de explosión – B 225



Figura 23. Motor a prueba de explosión y placa característica – B 211

#### Actividad 4: Supervisión de mantenimiento preventivo de los sistemas de puesta a tierra (SPAT)

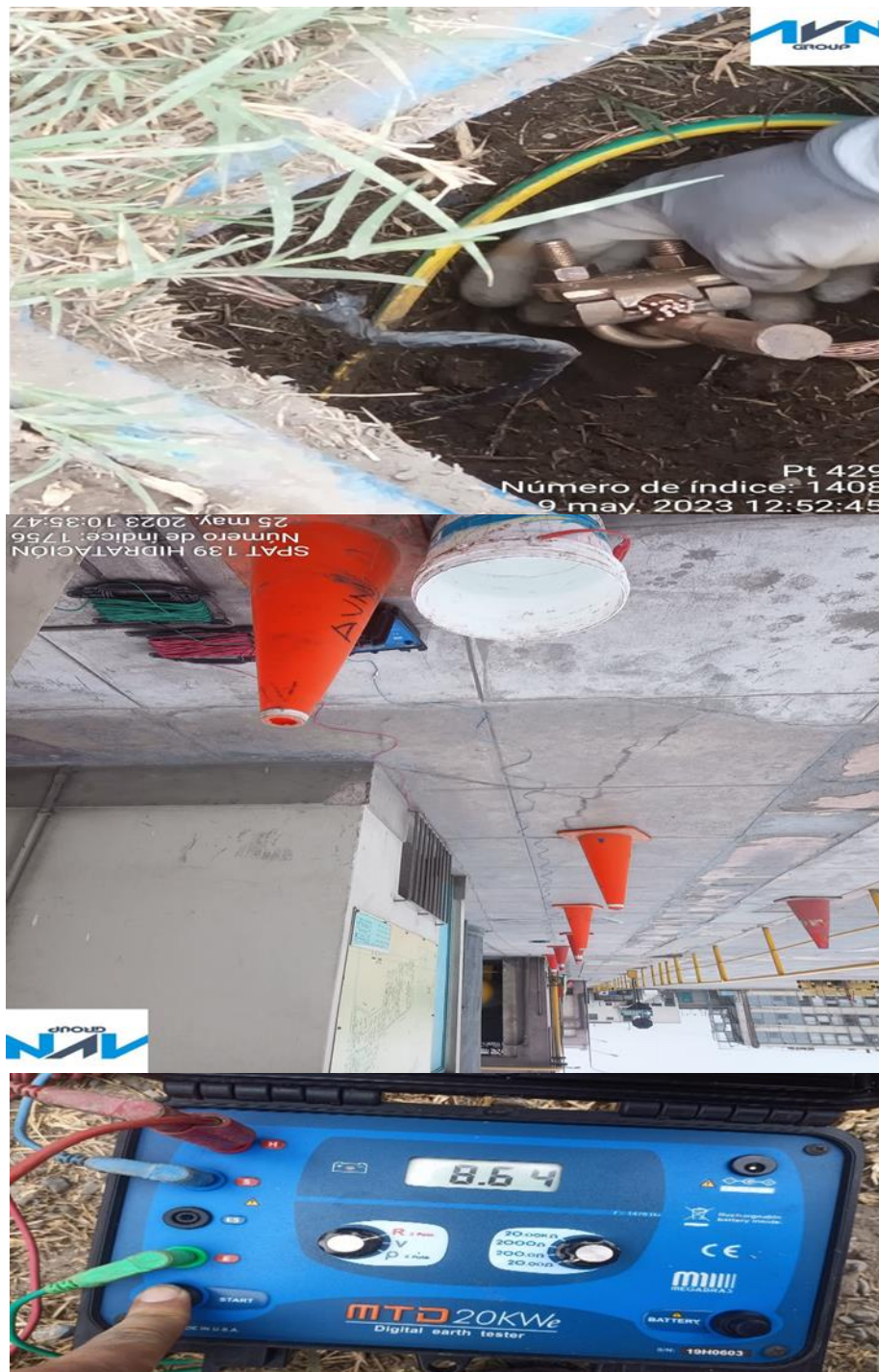
Para el mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra se realizaron las siguientes actividades:



- ✓ Se coordina anticipadamente en una reunión de programación virtual donde se da a conocer la actividad por realizar, el lugar exacto, si es de alto riesgo o no, cantidad de personas, ingeniero a cargo por parte nuestra y de TDP.
- ✓ Apertura el permiso y el ART debidamente firmado y difundido (ver anexo 4).
- ✓ Se supervisa que el pozo a tierra no esté energizado por alguna fuga a tierra con un detector de tensión, de ser el caso se procede a realizar las 5 reglas de oro.
- ✓ Se verifica la desconexión de los cables conectados a la varilla.
- ✓ Se verifica la medición de resistencia del SPAT y se registran los datos necesarios para realizar el protocolo.
- ✓ Se verifica la conexión de todos los cables desconectados.
- ✓ Se verifica el orden y limpieza, se dan por culminadas las actividades con el cierre del permiso de trabajo.



*Figura 24. Mantenimiento correctivo de SPAT – instalación de contrapeso*



*Figura 25. Mantenimiento preventivo de SPAT*

#### **4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales**

Al gestionar los mantenimientos preventivos de todos los equipos de planta se puede asegurar menos fallas o paradas de equipos de manera inesperada, asegurando una mejor vida útil de los equipos y, lo más importante, mantener el servicio de distribución de los hidrocarburos que se despacha en planta, reduciendo de antemano los costes por reparaciones de equipos especiales y costosos; así mismo, garantiza un correcto funcionamiento de los equipos eléctricos, con ello se salvaguarda a las personas que interactúan a diario con dichos

equipos de madera directa e indirecta, por estas razones, el bachiller se enfoca en realizar la supervisión de los mantenimientos preventivos con la calidad y seguridad necesaria para que estos operen en forma segura y confiable.

#### **4.1.2. Alcance de las actividades profesionales**

El alcance de las actividades profesionales del bachiller se centra en la supervisión de los procesos relacionados con las actividades de mantenimiento preventivo de postes de alumbrado público y luminarias, mantenimiento de todos los tableros eléctricos de fuerza y control dentro de planta y aquellos ubicados en las 2 subestaciones eléctricas, el mantenimiento preventivo de todos los motores eléctricos que operan en planta y el mantenimiento preventivo de los sistemas de puesta a tierra para cada equipo eléctrico como tableros eléctricos, motores eléctricos, tomacorrientes industriales, estructuras metálicas, líneas de productos y aterramiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos. Así mismo, el bachiller puede participar de la elaboración de los protocolos e informes finales; así como, realizar las visitas técnicas o los recorridos de entrega final de cada actividad culminada.

#### **4.1.3. Entregables de las actividades profesionales**

Como parte de mis responsabilidades y debido a mi experiencia profesional, me encargo de realizar las observaciones y toma de datos en campo, así mismo, dar las soluciones o propuestas de mejora a los problemas o emergencias en campo; el cumplimiento de mis funciones incluye los siguientes entregables:

- ✓ Informes de inspecciones en campo (anexo 16)
- ✓ Presupuestos (anexo 15)
- ✓ Protocolos de medición de sistemas de puesta a tierra (anexos 2 y 3)
- ✓ Protocolos de medición de resistencia de aislamiento para alimentadores y para motores (anexos 1 y 13)
- ✓ Avances de trabajos realizados (anexo 14)
- ✓ Planos de ubicación de los sistemas de puesta a tierra (anexo 12)
- ✓ Informes de trabajos culminados (anexo 13)
- ✓ Planos unifilares de control o fuerza de tableros eléctricos

### **4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional**

#### **4.2.1. Metodologías**

Para los trabajos de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos de baja tensión de toda la planta lo realizaremos siguiendo estrictamente los procedimientos de trabajo para cada actividad específica como:

- ✓ SGI-AVN-PETS-27 Mantenimiento preventivo de postes de alumbrado y luminarias
- ✓ SGI-AVN-PETS-23 Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos
- ✓ SGI-AVN-PETS-25 Mantenimiento de preventivo de motores
- ✓ SGI-AVN-PETS-11 Medición de resistencia de puesta a tierra

#### **4.2.2. Técnicas**

Las técnicas usadas para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo son:

*La observación:* a través de esta técnica podemos identificar las deficiencias, el estado de los equipos, del cableado o de las estructuras que albergan o soportan los equipos eléctricos, detectando posibles puntos críticos para un mantenimiento correctivo.

*Registros fotográficos:* a través de la toma fotográfica y con la ayuda de una aplicación llamada “Timestamp” podemos rotular las imágenes colocando como, por ejemplo: nombre, ubicación, tipo de falla, etc., incluso se puede agregar el logotipo de la empresa.

*Recolección de datos:* se realizará la recopilación de datos a través de los protocolos impresos por cada actividad, donde se registran las mediciones tomadas en campo como medidas de resistencia, medidas de aislamiento, estado de los equipos, marcas, modelos, capacidades y otras observaciones necesarias por cada actividad en especial.

Así mismo, se consideran las siguientes técnicas para realizar una supervisión adecuada:

*Capacitar:* preparar y enseñar a los trabajadores las técnicas y la teoría necesaria para ejecutar cada trabajo en específico.

*Planificar:* establecer objetivos, identificar los procesos necesarios para lograr los resultados esperados respetando los estándares y políticas de AVN Group y de TDP Callao.

*Hacer:* ejecutar el proceso de mantenimiento preventivo descrito en los procedimientos de trabajo.

*Verificar:* realizar el seguimiento de los procesos de mantenimientos preventivos, respecto a los controles de seguridad y cumpliendo con los objetivos planteados.

*Actuar*: realizando acciones de reportar de manera inmediata cualquier observación que puede poner en riesgo a las personas o a la infraestructura de la planta, así sea cualquier peligro potencial que no tenga nada que ver con nuestras actividades de trabajo.

#### **4.2.3. Instrumentos**

Para lograr los objetivos y metas programadas usaremos los siguientes instrumentos:

- *Instrumentos administrativos*: tareas del personal, guías de remisión para resección y retiro de herramientas y materiales.
- *Instrumentos de seguridad y legales*: charlas de 5 minutos (ver anexo 8), difusión de los procedimientos de trabajo y de los ART “Análisis de trabajo seguro” por cada actividad específica (ver anexo 1), estas difusiones se registran con firma de los trabajadores en el registro de inducción, capacitación, entrenamiento y simulacro de emergencia (ver anexo 8).
- *Instrumentos de trabajos*: procedimientos de trabajo (ver anexo 1), esquemas de conexiones, planos eléctricos, normas internacionales y nacionales, protocolos de pruebas (ver anexos 2, 3, 4).
- *Software*: Microsoft Word, Excel, AutoCAD, Cade Simu
- *Hardware*: laptop, impresora, celular intrínseco

#### 4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Tabla 12. Equipos, herramientas y materiales para el mantenimiento preventivo de luminarias

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	EQUIPOS ADICIONALES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
01 Pinza amperimétrica y/o multímetro	Caja de herramientas	Cinta aislante	Accesorios de bloqueo	Casco dieléctrico con barbiquejo. (ANSI Z89.1. TIPO 1 CLASE E)
01 Revelador de tensión tipo lapicero	Juego de destornilladores aislados (1000 V)	Cinta vulcanizante	Candado de bloqueo	Protectores auditivos (ANSI S3.19)
01 Extintor UL de Polvo químico seco PQS-ABC ( especial para fuegos originados por madera, tela, papel, aceites, GLP, GNV, gasolina, cortocircuito, etc. de 30 Lb	Juego de perilleros aislados 1000 V).	Solvente y/o desengrasante dieléctrico	Tarjetas de bloqueo	Lentes de seguridad (ANSI Z87,1)
02 Radios de comunicación (Radio portátil Digital Intrínsecamente Seguro (IS) marca MOTOROLA, modelo R7, sin pantalla, 64 Canales, especialmente diseñado para áreas peligrosas)	Brocha de 1"	Limpia contacto eléctrico	Sistema de protección contra caídas (arnés, línea de anclaje)	Uniforme completo normalizado
	Cepillos	Afloja todo WD-40	Escalera tipo tijera	Guantes de hilo con palma reforzada
01 Celular intrínseco(CONQUEST S16 ATEX a prueba de explosiones que cumple estrictamente con las normas ATEX. Se puede utilizar en aplicaciones industriales como almacenamiento, perforación de aceite, industria del carbón, farmacia, industria del gas, industria química y seguridad contra incendios)	Alicate de corte aislado (1000 V)	Cintillos plásticos de amarre	Soga de servicio ¾"	Calzado de seguridad con planta dieléctrica y puntera reforzada. (ASTM F2413-05)
	Alicate universal aislado (1000 V)	Trapo industrial	Kit antiderrame	Chaleco reflectivo de seguridad
	Alicate de punta aislado (1000 V)		Mochila de primeros auxilios	
	Llave francesa		Plataform articulada	
2 detectores de gases ALTAIR modelo 4XR, marca MSA (Uso para lucha contra incendios, Construcción, Industria general, Minería, Sector petrolero, Servicios públicos)	Juego de llaves mixtas		Andamios ULMA	
	Juego de llaves Allen			
	Juego de llaves torx			
	Pulverizador			
	Cuchillo curvo aislado (1000 V)			

**Tabla 13. Equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de tableros eléctricos**

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	EQUIPOS ADICIONALES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
01 Pinza amperimétrica y/o multímetro	Caja de herramientas	Cinta aislante negra	Accesorios de bloqueo	Casco dieléctrico con barbiquejo. (ANSI Z89.1. TIPO 1 CLASE E)
01 Medidor de resistencia de aislamiento	Prensa cables mecánico	Cinta aislante roja	Candado de bloqueo	Protectores auditivos (ANSI S3.19)
01 Revelador de tensión	Prensa cables hidráulico con kit de dados	Cinta aislante azul	Tarjetas de bloqueo	Lentes de seguridad (ANSI Z87,1)
01 Cámara termográfica	Juego de destornilladores aislados (1000 V)	Cinta aislante verde	Manta dielectrica clase "0" - 1000V	Respirador KN95.
01 Extintor UL de Polvo químico seco PQS-ABC ( especial para fuegos originados por madera, tela, papel, aceites, GLP, GNV, gasolina, cortocircuito, etc. de 30 Lb	Brocha de 1"	Cinta vulcanizante	Kit antiderrame	Uniforme completo normalizado.
02 Radios de comunicación (Radio portátil Digital Intrínsecamente Seguro (IS) marca MOTOROLA, modelo R7, sin pantalla, 64 Canales, especialmente diseñado para áreas	Cepillos	Solvente y/o desengrasante dieléctrico	Mochila de primeros auxilios	Guante Dieléctrico Clase 0 (ASTM D120)
01 Celular intrínseco (CONQUEST S16 ATEX a prueba de explosiones que cumple estrictamente con las normas ATEX. Se puede utilizar en aplicaciones industriales como almacenamiento, perforación de aceite, industria del carbón, farmacia, industria del gas, industria química y seguridad contra incendios)	Alicate de corte aislado (1000 V)	Limpia contacto eléctrico		Guantes de cuero protector para guante dieléctrico
	Alicate universal aislado (1000 V)	Afloja todo WD-40		Guantes de Badana
	Alicate de punta aislado (1000 V)	Cintillos plásticos de amarre		Guantes de hilo
	Llave francesa			Guantes de hilo con palma reforzada
	Juego de llaves mixtas			Calzado de seguridad con planta dieléctrica y puntera reforzada. (ASTM F2413-05)
2 detectores de gases ALTAIR modelo 4XR, marca MSA (Uso para lucha contra incendios, Construcción, Industria general, Minería, Sector petrolero, Servicios públicos)	Juego de llaves Allen/torx			Chaleco reflectivo de seguridad
	Palanca ratchet			Bloqueador Solar UV. (según la estación del año)
	Juego de dados mecánicos			
	Pulverizador			
	Cuchillo curvo aislado (1000 V)			

**Tabla 14. Equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de motores eléctricos**

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	EQUIPOS ADICIONALES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
01 Pinza amperimétrica y/o multímetro	Caja de Herramientas	Cinta aislante negra	Accesorios de bloqueo	Casco dieléctrico con barbiquejo. (ANSI Z89.1. TIPO 1 CLASE E)
01 Medidor de resistencia de aislamiento (Meghometro)	Juego de destornilladores aislados	Cinta aislante roja	Candado de bloqueo	Protectores auditivos (ANSI S3.19)
01 Revelador de Tensión de BT	Juego de perilleros aislados	Cinta aislante azul	Tarjetas de bloqueo	Lentes de seguridad (ANSI Z87,1)
01 Cámara Termográfica	Brocha de 1"	Cinta aislante blanca	Kit antiderrame	Respirador KN95.
01 Extintor UL de Polvo químico seco PQS-ABC ( especial para fuegos originados por madera, tela, papel, aceites, GLP, GNV, gasolina, cortocircuito, etc. de 30 Lb	Cepillos	Cinta aislante verde	Mochila de primeros auxilios	Uniforme completo normalizado.
02 Radios de comunicación (Radio portátil Digital Intrínsecamente Seguro (IS) marca MOTOROLA, modelo R7, sin pantalla, 64 Canales, especialmente diseñado para áreas	Alicate de corte	Cinta vulcanizante		Guante Dieléctrico Clase 0 (ASTM D120)
	Alicate universal	Cinta Maskingtape		Guantes de cuero protector para guante dieléctrico
01 Celular intrínseco(CONQUEST S16 ATEX a prueba de explosiones que cumple estrictamente con las normas ATEX. Se puede utilizar en aplicaciones industriales como almacenamiento, perforación de aceite, industria del carbón, farmacia, industria del gas, industria química y seguridad contra incendios)	Alicate de punta	Solvente dieléctrico		Guantes de Badana
	Cuchillo curvo de electricista			Guantes de hilo
	Llave francesa	Limpia contacto eléctrico		Guantes de hilo con palma reforzada
	Juego de llaves mixtas	Afloja todo WD-40.		Calzado de seguridad con planta dieléctrica y puntera reforzada. (ASTM F2413-05)
	Juego de llaves allen	Cintillos plásticos de amarre 300 mm		Chaleco reflectivo de seguridad
2 detectores de gases ALTAIR modelo 4XR, marca MSA (Uso para lucha contra incendios, Construcción, Industria general, Minería, Sector petrolero, Servicios públicos)	Juego de llaves torx	Cintillos plásticos de amarre 200 mm		Bloqueador Solar UV. (según la estación del año)
	Juego de dados aislados	Plumón indeleble y/o marcador		
	Pulverizador	Trapo industrial blanco		
	Palanca ratchet	Terminales a compresión		



**Tabla 15. Equipos herramientas y materiales para mantenimiento preventivo de sistemas de puesta a tierra**

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES	EQUIPOS ADICIONALES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
01 Pinza Amperimétrica y/o multímetro.	Caja de Herramientas	Cinta aislante negra.	Mochila de primeros auxilios	Casco dieléctrico con barbiquejo. (ANSI Z89.1. TIPO 1 CLASE E)
01 Teluometro	Juego de destornilladores aislados (1000 V)	Cinta aislante verde.	Kit antiderrame	Protectores auditivos (ANSI S3.19)
01 Revelador de tensión	Brocha de 1"	Cinta aislante amarilla.	Guante dieléctrico clase "0".	Lentes de seguridad (ANSI Z87,1)
01 Extintor UL de Polvo químico seco PQS-ABC ( especial para fuegos originados por madera, tela, papel, aceites, GLP, GNV, gasolina, cortocircuito, etc. de 30 Lb	Cepillos	Limpia contacto eléctrico.		Uniforme completo normalizado.
02 Radios de comunicación (Radio portátil Digital Intrínsecamente Seguro (IS) marca MOTOROLA, modelo R7, sin pantalla, 64 Canales, especialmente diseñado para áreas	Alicate de corte aislado (1000 V)	Afloja todo WD-40.		Guante Dieléctrico Clase 0 (ASTM D120)
	Alicate universal aislado (1000 V)	Trapo industrial.		Guantes de cuero protector para guante dieléctrico
01 Celular intrínseco(CONQUEST S16 ATEX a prueba de explosiones que cumple estrictamente con las normas ATEX. Se puede utilizar en aplicaciones industriales como almacenamiento, perforación de aceite, industria del carbón, farmacia, industria del gas, industria química y seguridad contra incendios)	Alicate de punta aislado (1000 V)			Guantes de Badana.
	Llave francesa			Guantes de hilo.
	Juego de llaves mixtas			Guantes de hilo con palma reforzada
	Palanca ratchet aislada			Calzado de seguridad con planta dieléctrica y puntera reforzada. (ASTM F2413-05)
	Juego de dados aislados			Chaleco con cinta reflectiva de seguridad
2 detectores de gases ALTAIR modelo 4XR, marca MSA (Uso para lucha contra incendios, Construcción, Industria general, Minería, Sector petrolero, Servicios públicos)	Juego de dados mecánicos			Bloqueador Solar UV. (según la estación del año)
	Cuchillo curvo aislado (1000 V)			
	Escobilla de hierro			
	Bobinas de cable			
	Bobina de cable			
	Planchas metálicas			
	Estacas			









#### 4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.

Tabla 17. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

PROCESO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES								
ITM	ACTIVIDADES	GERENCIA	AREA LOGISTICA	AREA QA/QC	AREA SSOMA	AREA DE INGENIERIA		
		GERENTE GENERAL	ALMACENERO	AREA DE CALIDAD	SSOMA	RESIDENTE	SUPERVISOR DE CAMPO	JEFE DE CUADRILLA
1	Reuniones para evaluar nuevas ordenes o servicios con el cliente	✓						
2	Proporcionar los recursos apropiadas y garantiza las condiciones que establece e indica el procedimiento de trabajo para cada actividad	✓						
3	Planeamiento de actividades y evaluación de los recursos materiales y mado de obra					✓		
4	Realiza los presupuestos					✓	✓	
5	Evaluación de los presupuestos	✓				✓		
6	Aprueba los presupuestos	✓				✓		
7	Coordinación general con el cliente de las actividades en campo	✓				✓		
8	Coordinación directa con el cliente	✓				✓	✓	
9	Encargado de la supervisión de los trabajos en campo						✓	
10	Modifica y realiza los planos de control y de ubicaciones de los equipos en planta						✓	
11	Supervisa las condiciones, peligros, riesgos y establece las medidas de control				✓		✓	
12	Gestiona los equipos de protección personal para cada actividad				✓			
13	Registro de datos en campo para los protocolos						✓	
14	Supervisión y control de los trabajos de los técnicos por cuadrillas							✓
15	Realizar los pedidos de EPP, materiales y equipos							✓
16	Gestion de las compras y el stop de los EPP, materiales y equipos		✓					
17	Gestiona la calibraciones de los equipos de medición			✓				
18	Realiza los protocolos finales			✓		✓	✓	
19	Realiza los informes					✓	✓	

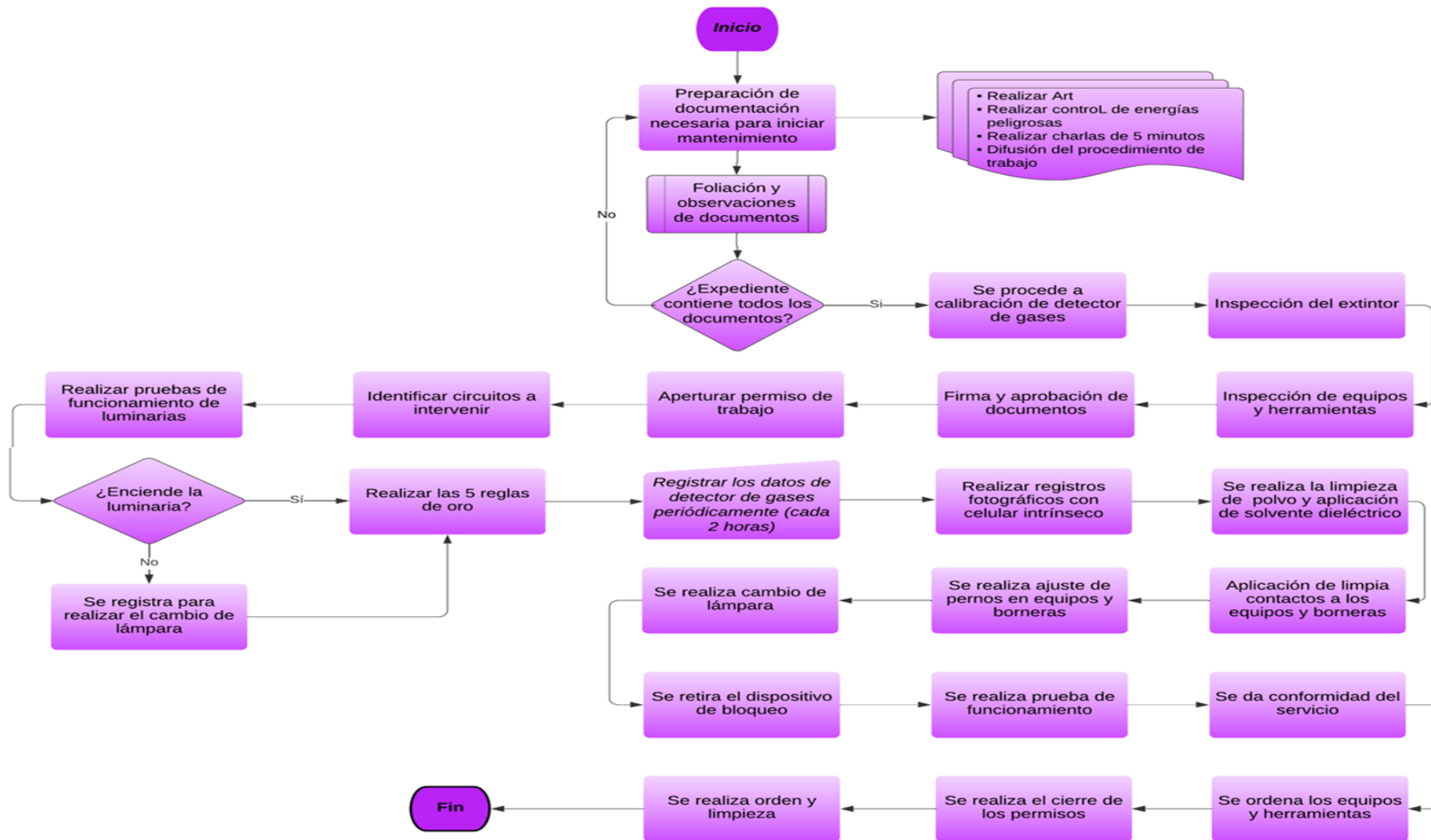


Figura 26. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de luminarias de alumbrado público

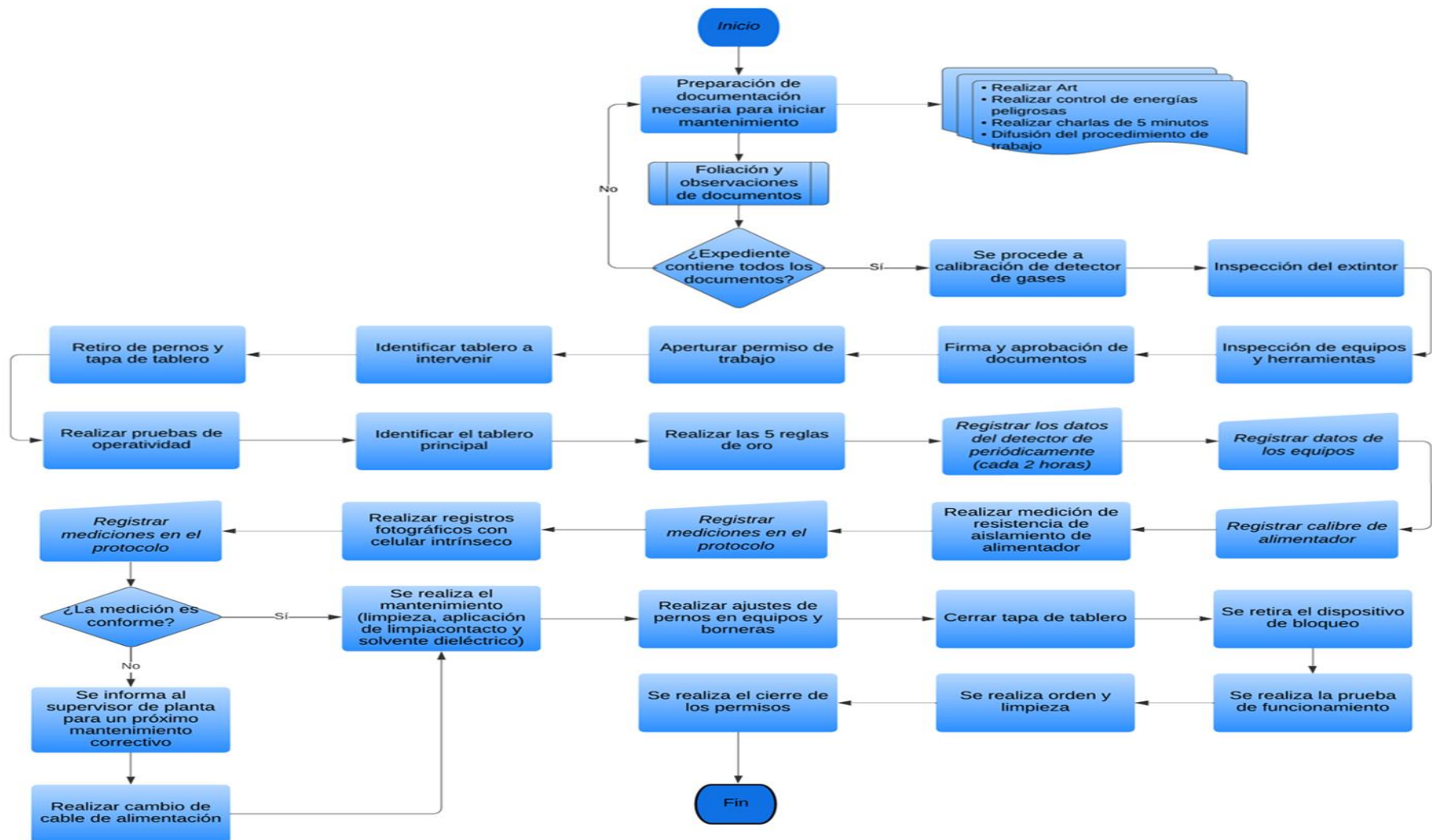


Figura 27. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de tableros eléctricos



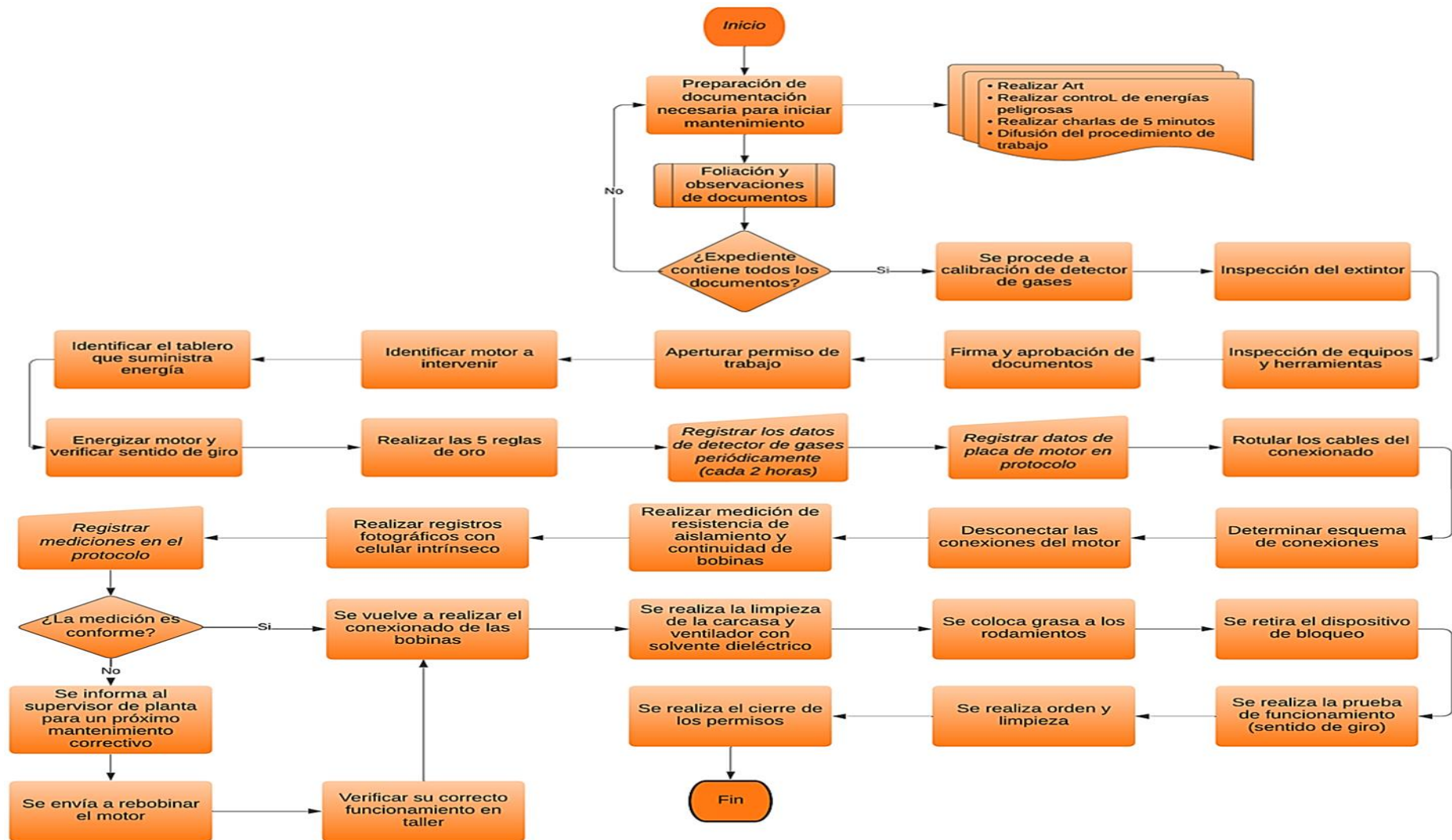


Figura 28. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de motores eléctricos

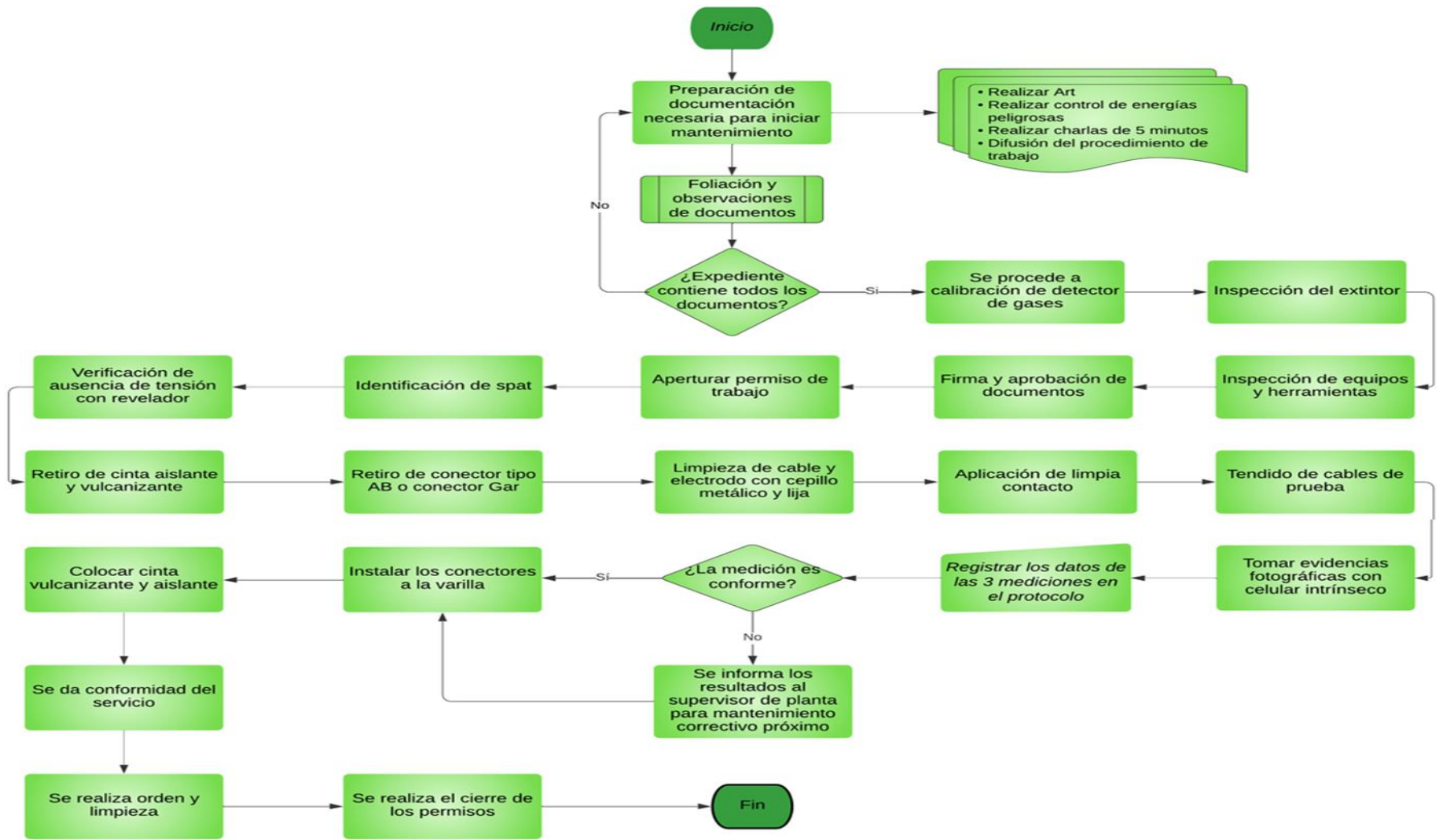


Figura 29. Proceso de secuencia operativa para mantenimiento de SPAT

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Resultados finales de las actividades realizadas**

Se realizó el **mantenimiento preventivo de 154 postes de alumbrado público**, constaba en realizar la limpieza y ajuste de los tornillos y mejoramiento de los empalmes, también se realizó el mantenimiento correctivo que consistió en realizar el cambio de luminarias completas, cambio de lámparas de vapor de mercurio y de vapor de sodio, se realizó el cambio de pastorales y de abrazaderas en mal estado. Se hizo el **mantenimiento preventivo de 57 luminarias de tanques**, se realizó la limpieza, cambió de lámparas en mal estado y cambio de las abrazaderas corroídas, garantizando el funcionamiento adecuado de los equipos hasta el próximo mantenimiento preventivo (6 meses).

Se realizó el **mantenimiento preventivo de 139 tableros eléctricos**, este constaba de realizar los ajustes, limpieza, engrase de pernos, instalación de terminales a los cables de fuerza y control, en algunos casos se realizó el mantenimiento correctivo para cambiar contactores, relés térmicos, ITM, condensadores y arrancadores de estado sólido, garantizando el funcionamiento adecuado de los equipos hasta el próximo mantenimiento preventivo (6 meses).

Se realizó el **mantenimiento preventivo de 68 motores eléctricos**, los trabajos realizados fueron: realizar la prueba de resistencia de aislamiento de las bobinas y del cable de alimentación de cada motor, limpieza de carcasa y ventilador, en algunos casos se realizó el cambio de terminales a los cables de las bobinas, se observó un motor eléctrico con bajo aislamiento en su bobinado, se realizó el protocolo e informe para reportar dicha falla, así mismo, TDP encomendó a otra empresa a realizar dicho mantenimiento de rebobinado del motor, también se observaron algunos cables de alimentación de los motores con bajo aislamiento, se está considerando realizar el cambio de dichos alimentadores, con todos los

trabajos realizados en el mantenimiento se espera que los equipos funcionen adecuadamente hasta el próximo mantenimiento preventivo (6 meses).

Se realizó el **mantenimiento preventivo de 330 puestas a tierra**, en este caso se realizaron las mediciones de resistencia de los pozos a tierra y de las mallas de los tanques, también se realizó el mantenimiento correctivo de cambio de cajas de registro, pintado y rotulado, instalación de contrapesos e hidrataciones para bajar la resistencia de los pozos a tierra con mediciones fuera de rango según el tipo de cargas que protege, como circuitos electrónicos, estructuras, tableros eléctricos, tomacorrientes, etc., de esta manera, garantizamos que los sistemas de puesta a tierra se encuentren operativos y funcionales hasta su próximo mantenimiento (6 meses).

Otras actividades realizadas:

Se realizó un esquema de fuerza y control del tablero de banco de condensadores de la subestación 1.

Se realizó un plano de ubicación de los sistemas de puesta a tierra de toda la planta.

Se realizó el mantenimiento correctivo para las luminarias de farolas en zona mayorista, se pintaron los postes, se cambió las lámparas y los difusores.

Habilitación de un almacén para depósito de barriles de combustible, se realizó el entubado y cableado para habilitar la iluminación del almacén, se reubicó el tablero eléctrico instalando uno nuevo.

Se habilitó una sala de archivos, realizando las instalaciones eléctricas para alumbrado y tomacorrientes, también se instaló un nuevo tablero y el entubado y cableado para su alimentación.

## **5.2. Logros alcanzados**

### **5.2.1 En el ámbito del proyecto**

Se cumplió con los objetivos y metas trazadas respetando los tiempos establecidos para culminar cada trabajo, entregando los informes y protocolos finales, haciendo las recomendaciones necesarias para cada caso, se realizó cada actividad cumpliendo los más altos estándares de calidad y seguridad, demostrando al cliente que somos una empresa comprometida, organizada y eficiente.

### **5.2.2 En el ámbito personal**

Desde el inicio fue un reto que pude superar al realizar la supervisión de todos los trabajos encomendados por la empresa, he podido ganar mucha experiencia en este sector de hidrocarburos y poder complementar todos los conocimientos teóricos adquiridos en la Universidad Continental, mejorar mi capacidad de liderazgo y relacionarme con ingenieros con amplia experiencia profesional.

### **5.3. Dificultades encontradas**

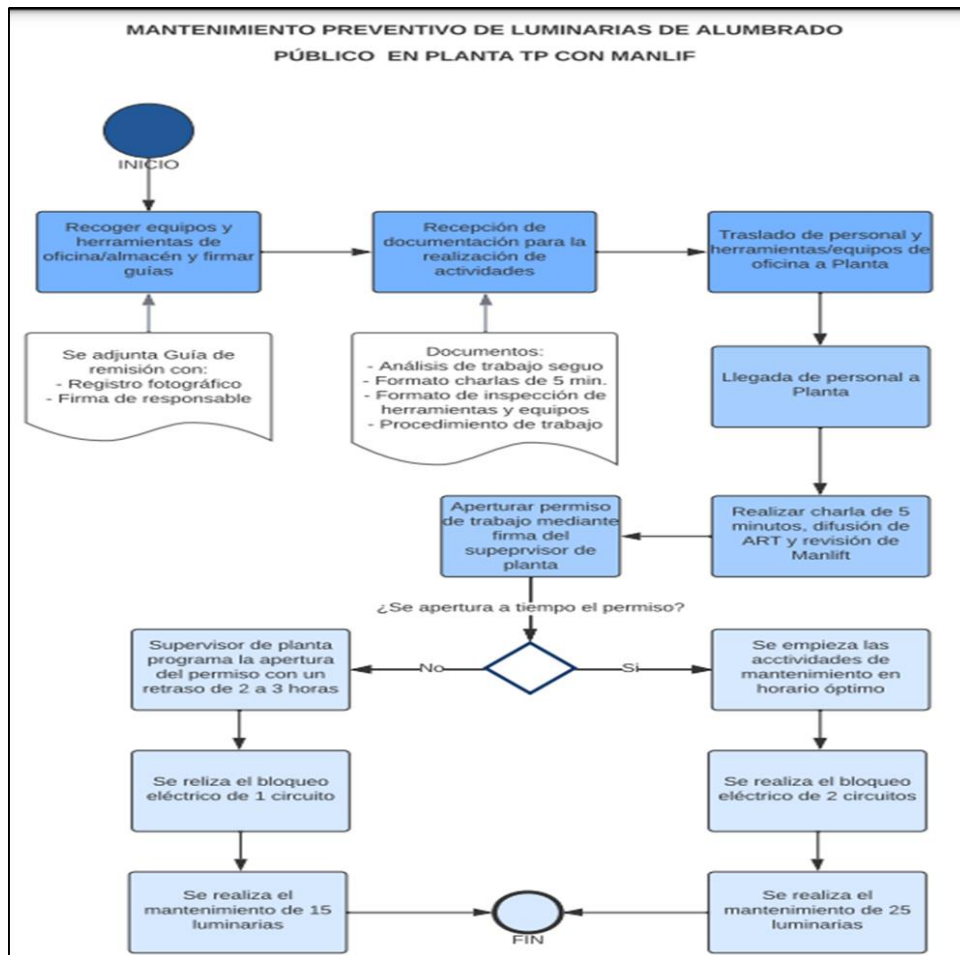
Para el mantenimiento de las 154 luminarias solo se realiza un circuito por día de 15 luminarias en promedio con *manlif*, las horas efectivas se acortaban porque se llegaba tarde a planta y a ello se sumaba que a esa hora 9:30 o 10:00 a. m. los supervisores y los técnicos de turno se encontraban muy ocupados en iniciar los permisos de las demás contratistas y hasta que se liberen y nos atiendan empezábamos a las 11:00 a. m. promedio.

Una de las actividades del mantenimiento de los SPAT era pintar y rotular cada caja de registro, esta actividad se complicaba al mantener la misma codificación, ya que algunos SPAT ya no existían y al momento de realizar los protocolos respetando dichas codificaciones antiguas se generaba muchas confusiones.

Inicialmente, se presentó cierta descoordinación antes de realizar el mantenimiento preventivo de los tableros eléctricos, ya que por nuestra parte realizábamos el mantenimiento de acuerdo con nuestra conveniencia y se generaban retrasos, ya que se programaba a diario qué tableros se iban a intervenir de acuerdo con su ubicación y cercanía entre ellos. El problema es que se tenía que avanzar como mínimo 2 tableros por cada técnico y al momento de realizar el mantenimiento nos informan que algunos tableros solo pueden ser intervenidos los días domingos debido a que el resto de los días operan de acuerdo a los despachos de los hidrocarburos.

### **5.4. Planteamiento de mejoras**

Se identificó un cuello de botella en uno de los procesos para el mantenimiento de luminarias de alumbrado público, que está relacionado a la demora en la apertura de permisos de trabajo, por ello se elaboró el flujograma que se observa en la figura 26, para disminuir el tiempo de ejecución y los costos de mano de obra en el desarrollo del mantenimiento preventivo de 154 luminarias de alumbrado público.



**Figura 30. Mantenimiento preventivo de luminarias de alumbrado público en planta TP**

Con la implementación del flujograma propuesto se logró reducir el tiempo de proceso de 11 a 7 días y los costos totales redujeron de S/ 17 644 soles a 11 228 soles, tal como se detalla en la tabla 18.

**Tabla 18. Reducción de tiempo y costos en proceso de mantenimiento de luminarias de alumbrado público**

HORARIOS	H/DIA	C/LUMINARIAS	TOTAL LUMINARIAS	DIAS ESTIMADOS	
Con retrasos	4.5	14	154	11	
Optimizado	8.5	24	154	6.42	
	CANTIDAD	HORAS	DIAS	PRECIO POR H	TOTAL
SUPERVISOR	1	8	11	S/ 36.00	S/ 3,168.00
HSSE	1	8	11	S/ 32.00	S/ 2,816.00
TECNICOS	2	8	11	S/ 25.00	S/ 4,400.00
MANLIF	1		11	S/ 500.00	S/ 5,500.00
ALQUILER DE CAMIONETA	1	8	11	S/ 20.00	S/ 1,760.00
					<b>S/ 17,644.00</b>
	CANTIDAD	HORAS	DIAS	PRECIO POR H	TOTAL
SUPERVISOR	1	8	7	S/ 36.00	S/ 2,016.00
HSSE	1	8	7	S/ 32.00	S/ 1,792.00
TECNICOS	2	8	7	S/ 25.00	S/ 2,800.00
MANLIF	1		7	S/ 500.00	S/ 3,500.00
ALQUILER DE CAMIONETA	1	8	7	S/ 20.00	S/ 1,120.00
					<b>S/ 11,228.00</b>

Para mejorar la organización de la rotulación de los 330 SPAT de planta se propuso que se realice la rotulación por sectores (6 sectores) y se realizó un plano de ubicación cada SPAT con la nueva rotulación planteada, como se puede apreciar en la figura 27.



Figura 31. Plano de ubicación de los sistemas de puesta a tierra de planta TP Callao

Respecto al problema para intervenir en el mantenimiento preventivo de algunos tableros eléctricos especiales, se organizó un recorrido general por planta en compañía del ingeniero supervisor y del técnico electricista que conocía más a detalle las funciones de cada tablero en particular, se tomó nota de todos los tableros que pueden ser intervenidos solo los días domingos y se realizó un cronograma actualizado como indica la **tabla 16**: “Cronograma

para trabajos de mantenimiento preventivo de tableros eléctricos de la planta TP Callao”. Con la realización de dicho cronograma se pudo programar de manera más efectiva los trabajos de mantenimiento preventivo de los tableros eléctricos, cumpliendo así las metas en el tiempo establecido.

## **5.5. Aporte del bachiller en el empresa**

### **5.5.1 En el aspecto cognoscitivo**

En el aspecto cognoscitivo el bachiller aplicó los conocimientos de las asignaturas de: dibujo para diseño de ingeniería I y II (al hacer los planos de ubicación de los sistemas de puesta a tierra y el plano de fuerza y control de un banco de condensadores), maquinas eléctricas (al identificar y realizar los esquemas de conexionado de los motores eléctricos con placas no legibles), circuitos eléctricos (al realizar el balanceo de cargas en algunos tableros de distribución), instalaciones eléctricas (al realizar instalaciones nuevas para alimentar a tableros de distribución), fundamentos de instrumentación y medición (al realizar el mantenimiento a los tableros eléctricos con arrancadores suaves).

### **5.5.2 En el aspecto procedimental**

El bachiller dio cumplimiento estricto a las normas nacionales e internacionales; así como, a los procedimientos de trabajo establecidos por cada actividad, respetando las normas de seguridad, así como, los controles establecidos en el Iperc y los estándares de la empresa y del cliente.

### **5.5.3 En el aspecto actitudinal**

El bachiller aportó actitudes positivas, colaboradoras y proactivas hacia la empresa AVN Group S. A. C., actitudes como ser responsable, puntual, capacidad de solucionar los problemas, la confianza, el dar lo mejor de uno, el esfuerzo y la voluntad para hacer las cosas, colaboración o capacidad para trabajar en equipo, adaptabilidad, gestión del tiempo, proactividad, capacidad analítica, perseverancia y capacidad de comunicación; permitiendo obtener mayor experiencia en el área de la ingeniería eléctrica.

### **5.5.4 En el aspecto técnico**

El bachiller elaboró el plano eléctrico de fuerza y control del tablero de compensación reactiva de 255 Kvar de la subestación 1 de la planta de TP como se visualiza en las figuras 28, 29 y 30.



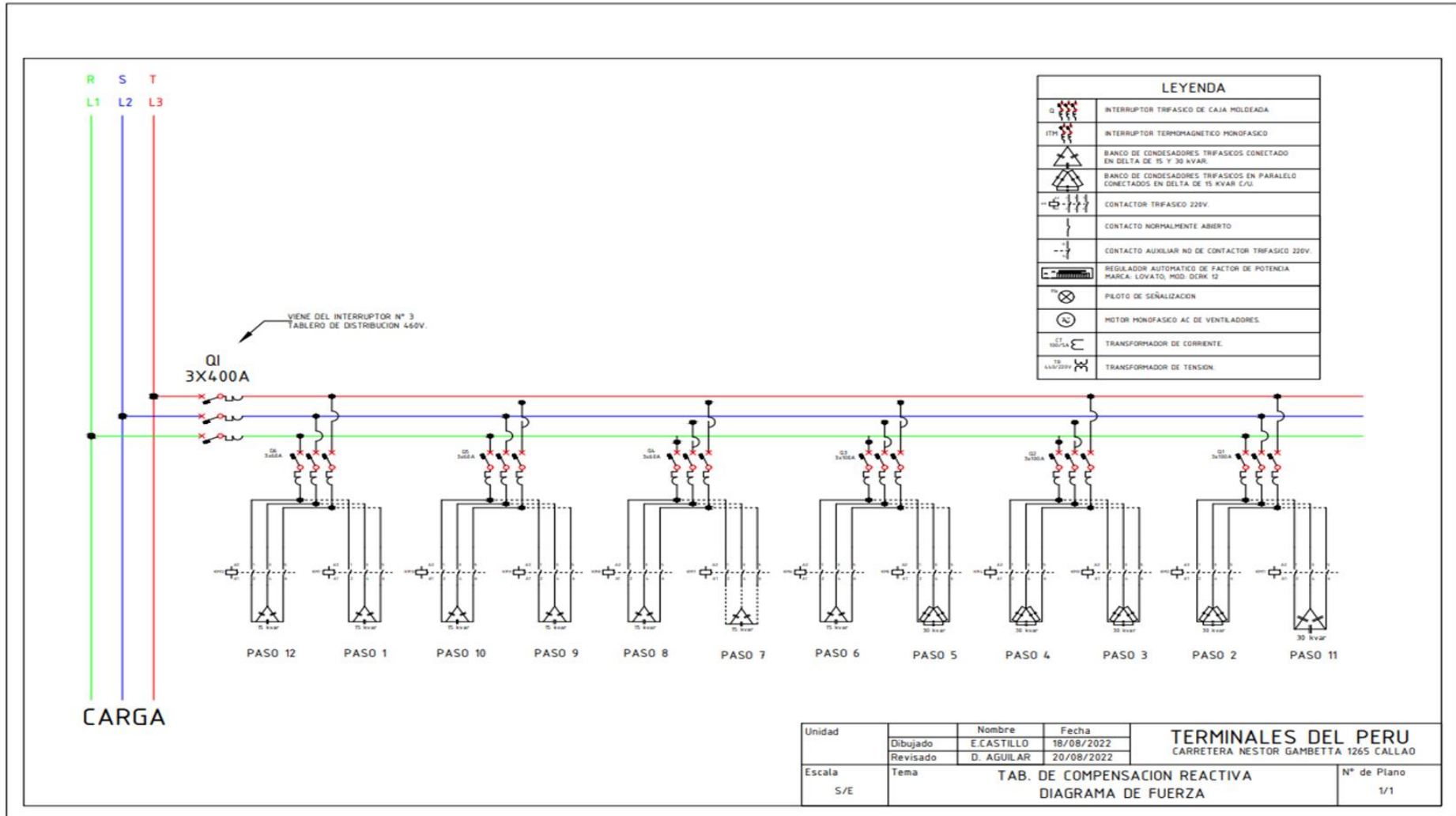


Figura 32. Plano unifilar de fuerza de banco de condensadores SE 1 TP Callao

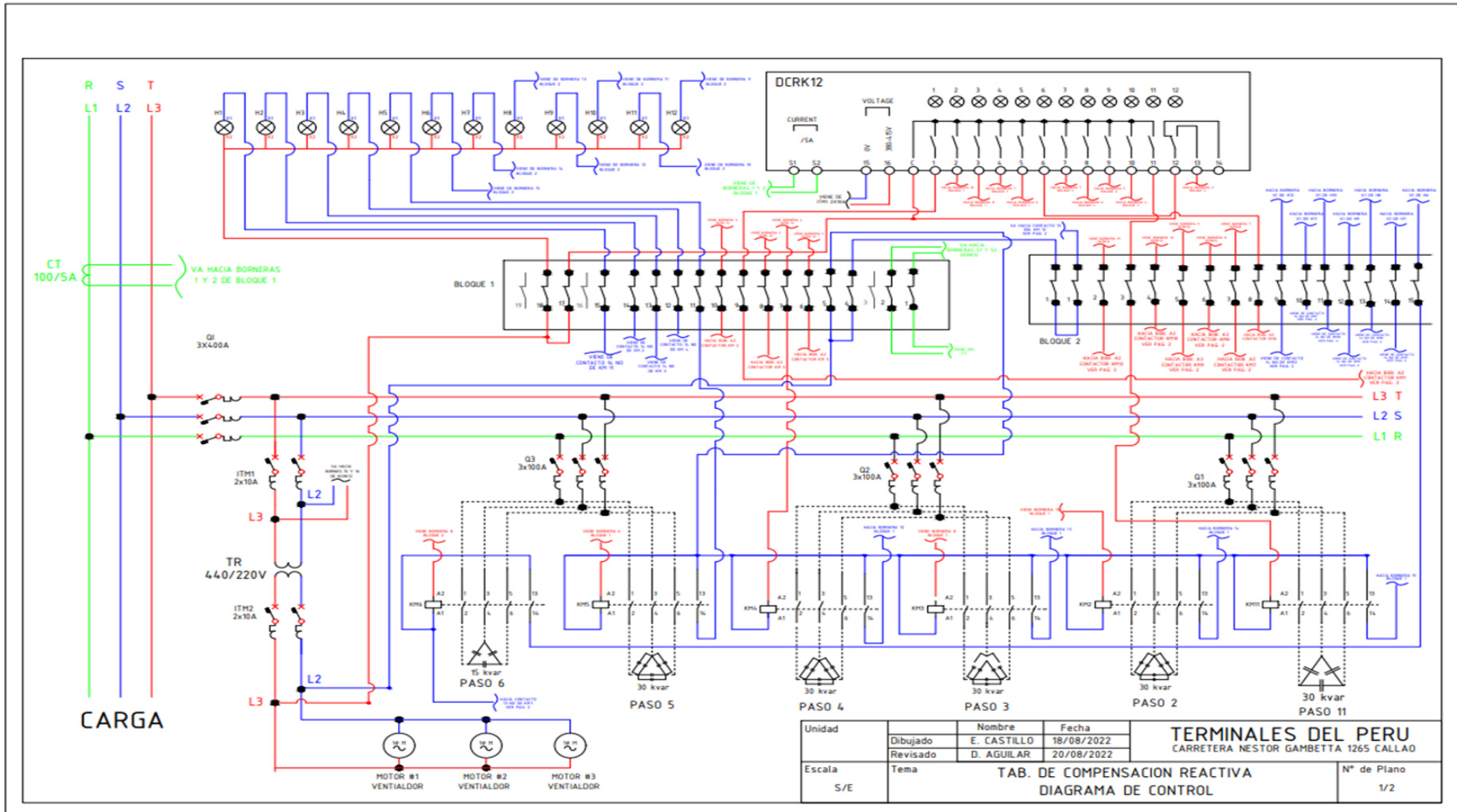
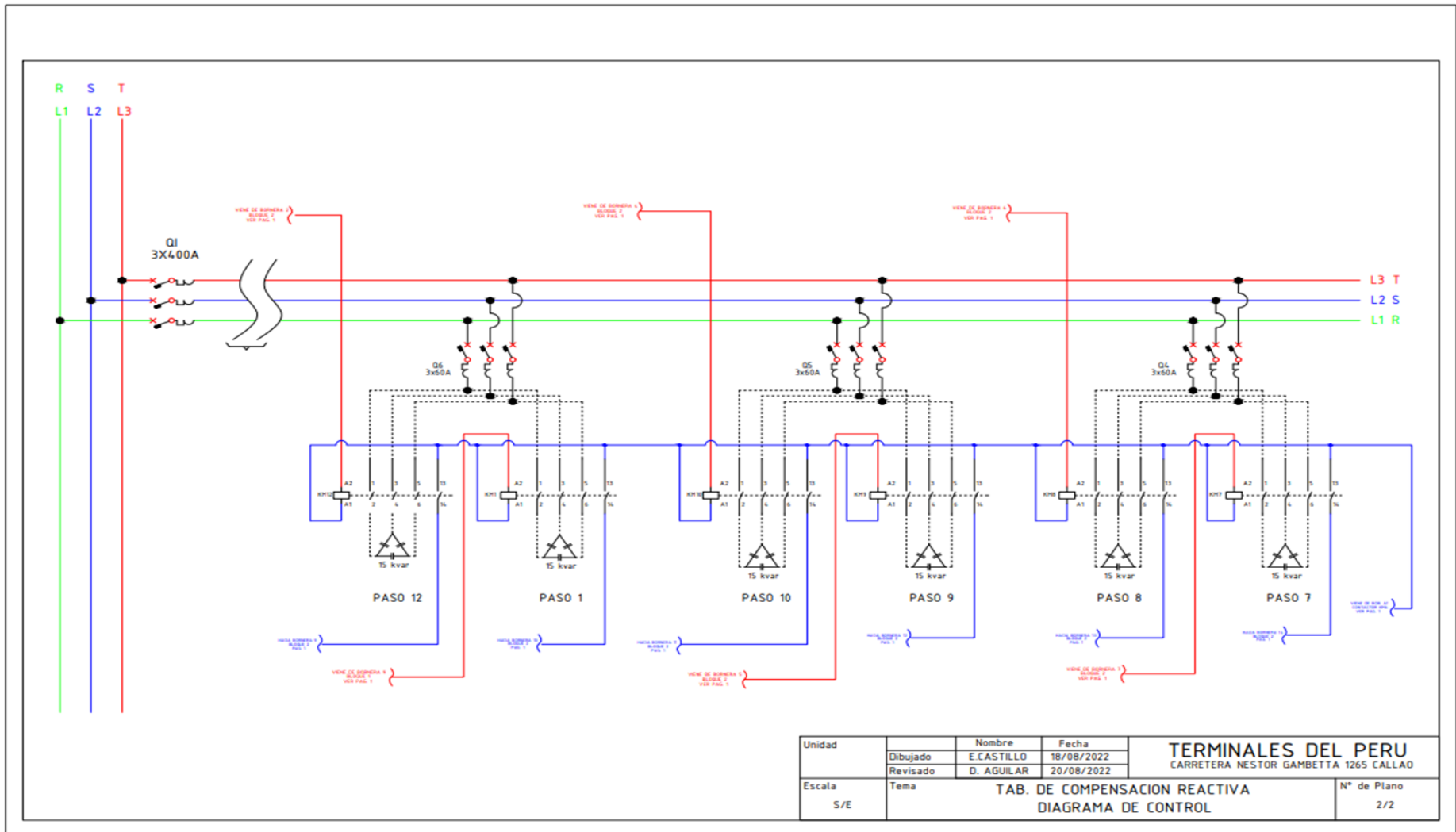


Figura 33. Plano de control 1 de banco de condensadores TP Callao



Unidad	Nombre	Fecha	TERMINALES DEL PERU CARRETERA NESTOR GAMBETTA 1265 CALLAO
	Dibujado	18/08/2022	
	Revisado	20/08/2022	
Escala S/E	Tema	TAB. DE COMPENSACION REACTIVA DIAGRAMA DE CONTROL	
		N° de Plano 2/2	

Figura 34. Plano de control 2 de banco de condensadores de SE 1 TP Callao

## CONCLUSIONES

- Se utilizó equipos intrínsecamente seguros como celulares, radios, entre otros; así mismo, se usó un detector de gases y un extintor por cada cuadrilla o frente de trabajo para realizar las actividades de mantenimiento preventivo de luminarias, tableros y motores eléctricos, así como, para el mantenimiento preventivo de los sistemas de puesta a tierra, ello debido a que toda la planta es considerada como clase 1, división 1 y 2.
- Se realizó la difusión de los procedimientos de trabajo para cada actividad en específico, para que todo el personal operativo considere los pasos a seguir en cada trabajo, así como evaluar los peligros, riesgos y poder tomar las medidas de control necesarias para eliminar o mitigar los riesgos asociados a los posibles peligros en cada actividad, considerando siempre las normas, estándares establecidos y respetando las normas de seguridad.
- Se realizó el mantenimiento de los sistemas de iluminación de toda la planta, realizando siempre la prueba de encendido para verificar las luminarias operativas, se aplicó las 5 reglas de oro antes de intervenir cualquier circuito de iluminación, de esta manera, se respetó el procedimiento de trabajo y se realizaron las actividades de manera segura.
- Se realizó el mantenimiento de todos los tableros eléctricos de planta, para ello se contó con personal calificado y con experiencia, en este caso, también se aplicó las 5 reglas de oro antes de intervenir cualquier equipo eléctrico, se realizaron los trabajos con la máxima concentración posible, se tuvo el mayor cuidado al rotular los cables en las desconexión o cambios necesarios.
- Se realizó el mantenimiento de los motores eléctricos de toda la planta, realizando siempre la prueba de sentido de giro, antes de aplicar las 5 reglas de oro, también se tuvo bastante cuidado en la rotulación o marcación de los terminales de las conexiones de los motores, realizando siempre el esquema del conexionado por cada motor, comprobándolo con la prueba de continuidad de las bobinas.
- Se realizó el mantenimiento preventivo de los sistemas de puesta a tierra de toda la planta, para ello se tuvo que comprobar con un detector de tensión la ausencia de este debido a alguna posible fuga de corriente por los cables de protección que terminan descargando la energía en los pozos a tierra, evitando así alguna descarga eléctrica a los trabajadores.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda capacitar siempre a los trabajadores respecto a las nuevas tecnologías relacionadas a las instalaciones eléctricas, con capacitaciones del uso adecuado de los equipos de medición, y temas relacionados con la seguridad eléctrica.
- Se recomienda siempre actualizar los procedimientos de trabajo según las condiciones y las necesidades requeridas en campo, haciendo partícipes de ello no solo a los supervisores sino también recopilar las experiencias y necesidades de los trabajadores.
- Se recomienda considerar para los futuros mantenimientos el cambio progresivo de tecnología a las luminarias, por ejemplo, de lámparas de vapor de sodio o mercurio a equipos led, para mejorar el rendimiento lumínico y disminuir la potencia consumida, por ende, bajar los costos en los pagos por energía.
- Se recomienda realizar los planos unifilares de fuerza y control de los tableros eléctricos de toda la planta, para facilitar la ubicación de las fallas en los momentos de emergencia; así mismo, realizar los mantenimientos cada 6 meses y no al año como se venía realizando.
- Es muy importante que antes de realizar las pruebas de arranque de los motores eléctricos, se verifique que la bomba acoplada a los motores se encuentre purgada para evitar el trabajo en vacío y no dañar el sello mecánico.
- Se recomienda realizar los mantenimientos preventivos de los sistemas de puesta a tierra cada 6 meses para asegurar el buen funcionamiento y operatividad de los pozos a tierra y evitar las posibles descargas indirectas a través de los equipos, tableros y cargas conectadas al sistema eléctrico, salvaguardando así la integridad de las personas que laboran en planta y personal externo como visitantes o transportistas de cisternas.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. **FERNÁNDEZ, Manés y otros.** *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas.* Barcelona: Boixareu editores, 1998.
2. **GARCÍA, Mario.** Una polémica trascendental sobre el mantenimiento preventivo y Predictivo. *Revista de Investigaciones Sociales.* [en línea] 2017 [fecha de consulta: 21 Agosto 2023]. Disponible en: <https://shre.ink/2bo4>.
3. **NFPA 70- National Electrical Code.** *Article 500 Lugares (clasificados) peligrosos, clase I, II y III, divisiones 1 y 2.* EE. UU.: Aenor, 2017.
4. **National Electrical Manufacturers Association.** *Gabinetes para equipo eléctrico (1000 volts máximo)-NEMA 250.* Virginia, 2003.
5. **International Electrotechnical Commission.** *Explosive atmospheres. Classification of areas. Explosive gas atmospheres.* IEC 60079-10-1. Geneva: Aenor, 2015.
6. \_\_\_\_\_. *Explosive atmospheres. Classification of areas – Explosive dust atmospheres.* IEC 60079-10-2. Geneva: Aenor, 2015.
7. **International Electrotechnical Commission.** *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK Code).* IEC 62262. Geneva: Aenor, 2002.
8. **Kosow, Irving L.** *Máquinas eléctricas y transformadores.* Barcelona: Reverté, 1975.
9. **International Electrical Code.** *Electrical insulation - Thermal evaluation and designation.* IEC 60085. Webstore, 2007.
10. **Institute of Electrical and Electronics Engineers.** *IEEE, Recommended practice for testing insulation resistance of electric machinery.* IEEE STD 43:2013. EE. UU, 2013.
11. \_\_\_\_\_. *IEEE Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a grounding system.* IEEE STD 81: 2012. EE. UU, 2012.

## **ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Procedimientos AVN Group S. A. C.**

- ✓ SGI-AVN-PETS-01 Inspección y recepción de materiales y equipos eléctricos
- ✓ SGI-AVN-PETS-02 Medición de continuidad y resistencia de aislamiento
- ✓ SGI-AVN-PETS-03 Tendido de cables eléctricos
- ✓ SGI-AVN-PETS-04 Instalación de tableros de control y fuerza
- ✓ SGI-AVN-PETS-05 Tendido de tubería conduit
- ✓ SGI-AVN-PETS-06 Instalación de bandejas
- ✓ SGI-AVN-PETS-07 Conexión de cables eléctricos
- ✓ SGI-AVN-PETS-08 Instalación de equipos de iluminación y tomacorrientes
- ✓ SGI-AVN-PETS-09 Instalación de sistemas de puesta a tierra
- ✓ SGI-AVN-PETS-10 Torque de pernos en instalaciones eléctricas
- ✓ SGI-AVN-PETS-11 Medición de resistencia de puesta a tierra
- ✓ SGI-AVN-PETS-12 Medición de tensiones de toque y paso
- ✓ SGI-AVN-PETS-13 Montaje y pruebas de transformadores
- ✓ SGI-AVN-PETS-14 Prueba de aislamiento de motor y transformador
- ✓ SGI-AVN-PETS-15 Inspección y pruebas en cables de BT y control
- ✓ SGI-AVN-PETS-16 Instalación de sistemas de protección contra rayos
- ✓ SGI-AVN-PETS-17 Montaje y pruebas de ducto barras
- ✓ SGI-AVN-PETS-18 Medición y análisis de resistividad de terreno
- ✓ SGI-AVN-PETS-19 Montaje de celdas compactas
- ✓ SGI-AVN-PETS-20 Ejecución de terminales y empalmes en BT y MT
- ✓ SGI-AVN-PETS-21 Excavación y eliminación
- ✓ SGI-AVN-PETS-22 Relleno y compactación
- ✓ SGI-AVN-PETS-23 Mantenimiento preventivo de tableros eléctricos
- ✓ SGI-AVN-PETS-24 Mantenimiento transformadores
- ✓ SGI-AVN-PETS-25 Mantenimiento de preventivo de motores
- ✓ SGI-AVN-PETS-26 Mantenimiento de banco de condensadores
- ✓ SGI-AVN-PETS-27 Mantenimiento preventivo de postes de alumbrado y luminarias
- ✓ SGI-AVN-PETS-28 Mantenimiento preventivo de UPS



Anexo 2

Protocolo de mantenimiento de motores eléctricos

AVN GROUP		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS		Código: SGI AVN-FOR-002	
IDENTIFICACIÓN					
CLIENTE	TERMINALES DEL PERU	SEDE	CALLAO		
TAG	MOTOR B-60	UBICACIÓN	ALTURA DEL TANQUE 3		
DATOS GENERALES DEL EQUIPO					
POTENCIA:	SIN PLACA	TENSION:	460 VAC		
FRECUENCIA:	60 Hz	FASES:	3F		
TIPO DE CONEXIÓN:	TRIANGULO	N° TERMINALES:	12		
FOTOGRAFÍAS					
FOTOGRAFÍA FINAL			DIAGRAMA DE CONEXIÓN		
1. MANTENIMIENTO					
DATOS ADICIONALES					
1. Posee señalética de riesgo eléctrico	NO	TEMPERATURA AMBIENTE (°C) :	15.2 °C		
2. Posee rotulación	SI	HUMEDAD RELATIVA (%) :	69.7 %		
3. Posee puesta a tierra	SI	CONDICIONES AMBIENTALES :	FRESCO		
4. Motor operativo	SI	CONDICION GENERAL :	BUENO		
Estado inicial					
1.- Presencia de polvo en superficie del motor. 3.- No cuenta con sello antiexplosivo al ingreso de su caja de conexión.					
ACTIVIDADES					
1. Limpieza de motor	SI	3. Ajuste de terminales en borneras	SI		
2. Prueba de aislamiento	SI	4. Medicion de tensión	NO		
AVN GROUP SAC			TERMINALES DEL PERU		
Firma:			Firma:		
Fecha: 6/07/2022			Fecha:		



**PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS**

Código:  
SGI-AVN-FOR-002

**2. PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

Equipo utilizado para la prueba de aislamiento a bobina

Equipo / Marca	Modelo	Serie N°	Certificado N°		
Meghometro / Megabras	MD1000R	22A1711	220508		
Item	Medición	Vprueba (Vdc)	Tiempo (m)	Res. Aislamiento	Observaciones
1	1 vs 2	500	1	130.2 G Ω	Sin Observaciones
2	1 vs 3	500	1	174.1 G Ω	Sin Observaciones
3	2 vs 3	500	1	52.4 G Ω	Sin Observaciones
4	1 vs GND	500	1	28.7 G Ω	Sin Observaciones
5	2 vs GND	500	1	39.8 G Ω	Sin Observaciones
6	3 vs GND	500	1	60.8 G Ω	Sin Observaciones
7	7 vs 8	500	1	118.6 G Ω	Sin Observaciones
8	7 vs 9	500	1	100.2 G Ω	Sin Observaciones
9	8 vs 9	500	1	29.1 G Ω	Sin Observaciones
10	8 vs GND	500	1	21.9 G Ω	Sin Observaciones
11	9 vs GND	500	1	59.9 G Ω	Sin Observaciones
12	10 vs GND	500	1	62.7 G Ω	Sin Observaciones

Criterios de aceptación, basados en la Norma: IEEE Std 43 - 2013 " Practica recomendada para probar la resistencia de aislamiento de maquinaria eléctrica.	Tensión nominal del devanado (V)	Prueba de resistencia de aislamiento Tensión directa [V]
	< 1000	500
	1000 - 2500	500 - 1000
	2501 - 5000	1000 - 2500
	5001 - 12000	2500 - 5000
> 12000	5000 - 10000	

IEEE Std 43 - 2013 / Tabla N°4

Resistencia mínima de aislamiento (megohms)	Tipo de equipo en prueba
IR 1min = kV + 1	Para la mayoría de los devanados fabricados antes de 1970, y los no incluidos en los siguientes tipos
IR 1min = 100	Para la mayoría de los devanados preformados construidos después de 1970 .
IR 1min = 5	Para la mayoría de máquinas de bobinado aleatorias y preformado menores a 1kV, y armaduras de corriente continua.

**Estado final**

- 1.- Se realizó limpieza externa del motor.
- 2.- Se realizó medición de resistencia de aislamiento.
- 3.- Los bornes de conexión fueron ajustados y debidamente recubiertos con cinta vulcanizante despues de culminar las mediciones de resistencia de aislamiento.

**3. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar mantenimiento preventivos por lo menos una vez por año.
- 2.- Los valores arrojados durante la prueba de resistencia de aislamiento en los devanados del motor cumplen con los criterios de aceptación indicados en la tabla IEEE Std 43 - 2013 / Tabla N°4.
- 3.- Instalar un sello antiexplosivo.

ESTADO DEL EQUIPO :

**BUENO**

ULTIMO MANTENIMIENTO:

\_\_\_\_\_

AVN GROUP SAC	TERMINALES DEL PERU
Firma:	Firma:
Fecha: 6/07/2022	Fecha:



## PROTOCOLO DE AISLAMIENTO DE ALIMENTADOR

Código:  
SGI-AVN-FOR-008

## IDENTIFICACIÓN

CLIENTE  
TAGSEDE  
UBICACIÓN

## DATOS GENERALES DEL EQUIPO

POTENCIA:  
FRECUENCIA:  
TIPO DE CONEXIÓN:TENSION:  
FASES:  
N° BORNES:

## FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA DE EQUIPO

FOTOGRAFIA DE MEDICIÓN

## 1. PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE ALIMENTADOR

Equipo / Marca	Modelo	Serie N°	Certificado N°		
Item	Medición	Vprueba (Vdc)	Tiempo (m)	Res. Aislamiento	Observaciones
1	1.2	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
2	1.3	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
3	2.3	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
4	1. Tierra	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
5	2. Tierra	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
6	3. Tierra	500	1	$\Omega$	Sin Observaciones
Tensión nominal de circuito (VAC)		Tensión de prueba (VDC)		Resistencia de aislamiento mínimo (M $\Omega$ )	
230		500		> 25	
460		1000		> 100	
10000		5000		> 5000	

## 2. OBSERVACIONES

ESTADO DEL EQUIPO : 

AVN GROUP SAC

TERMINALES DEL PERU


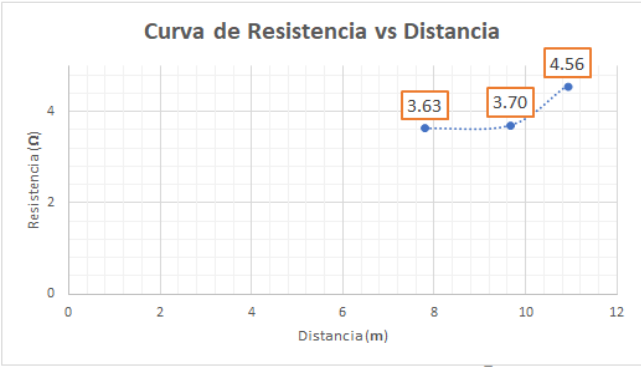
Firma:

Firma:


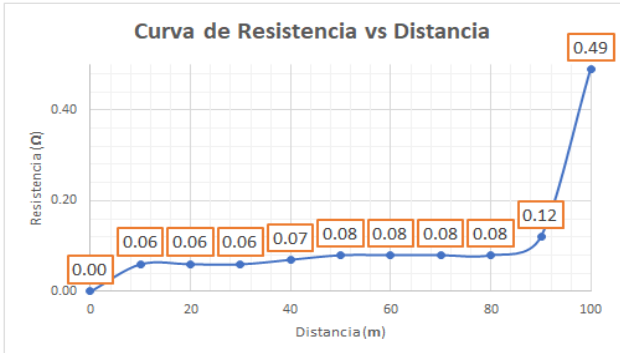
Fecha:

Fecha:


ANEXO 3: PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA ATIERRA

		<b>PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</b>		Código: SGI-AVN-FOR-001																
<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>																				
EMPRESA / DIRECCIÓN		TERMINALES DEL PERU - CALLAO																		
CIUDAD	LIMA	UBICACIÓN SPT		Frente Acuload / Sector 1																
PUESTA A TIERRA	PT-132	ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO		SECO																
CONFIGURACIÓN	VARILLA	CUENTA CON PRESENCIA DE NAPA		NO																
APLICACIÓN DEL SPT:	TANQUE	SPAT OPERATIVO:		SI																
<b>2. MEDICIONES</b>																				
Equipo / Marca		Modelo		Serie N°																
Telurómetro / Metrel		MI-3123		22052478																
Certificado N°		224602																		
- METODO DE MEDICIÓN: CAIDA DE POTENCIAL		Ec (m)	Ep (m)	R (Ω)																
SEGÚN IEEE Std 81 O REGLA DEL 62%		15.6	9.7	3.70																
- Longitud del electrodo: 2.4 m				- Valor de medición de resistencia de puesta a tierra: <= 5 Ω																
				- Protege a: ACULOAD																
			Notas: Ec = Distancia al electrodo de corriente. Ep = Distancia al electrodo de tensión (móvil). Configuraciones son del tipo "varilla" o "mallá".																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">MEDICIONES</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>%</th> <th>R (Ω)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>50%</td> <td>3.63</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>62%</td> <td>3.70</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70%</td> <td>4.56</td> </tr> </tbody> </table>			MEDICIONES			N	%	R (Ω)	1	50%	3.63	2	62%	3.70	3	70%	4.56
MEDICIONES																				
N	%	R (Ω)																		
1	50%	3.63																		
2	62%	3.70																		
3	70%	4.56																		
<b>3. EVALUACIÓN</b>																				
		ESTADO																		
1 VALOR DE RESISTENCIA	3.70	CUMPLE	7 TIPO DE CONECTOR	AB 3/4"	BUENO															
2 TIPO DE CONFIGURACIÓN	VARILLA	BUENO	8 TIPO DE CAJA	Concreto 40cm*40cm	BUENO															
3 CUENTA CON SUJETADOR	SI		9 TIPO DE TAPA	CONCRETO	BUENO															
4 CUENTA CON ENCINTADO	SI		10 SOLDADURA		N/A															
5 CUENTA CON ROTULACIÓN	SI		11 ESTADO DE PINTURA		BUENO															
6 CUENTA CON SEÑALÉTICA	SI		12 CABLE DE LLEGADA		BUENO															
<b>4. OBSERVACIONES</b>																				
.Se realizaron trabajos de pintura con Azul RAL 5017 - .Se colocó rotulación y señalización - .Se recomienda continuar con los mantenimientos preventivos programados - Cuenta con cable aislado de 25 mm2, dos conductores de 12 AWG, dos conductores mm2 - .Se realizó un contrapeso de 3.5 metros conformado por: un conector a tierra, conductor de 70 mm2 de CU desnudo y una bolsa de cemento conductivo- corrigiendo así la medida del SPAT de 6.17Ω a 3.7Ω .Se recomienda continuar con el programa de mantenimiento preventivo de SPAT -																				
RESULTADO DE PROTOCOLO:		BUENO		FECHA DE ÚLTIMO MANTENIMIENTO:																
				11/05/2023																
AVN GROUP SAC			TERMINALES DEL PERU																	
Firma:			Firma:																	
Fecha:			Fecha:																	

# ANEXO 4: PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE MALLAS

	<b>PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</b>	Código: SGI-AVN-FOR-001																																																													
<b>1. IDENTIFICACIÓN</b>																																																															
EMPRESA / DIRECCIÓN	TERMINALES DEL PERU - CALLAO																																																														
CIUDAD	LIMA	UBICACIÓN SPT TANQUE 17A																																																													
PUESTA A TIERRA	PT 332	ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO SECO																																																													
CONFIGURACIÓN	MALLA	CUENTA CON PRESENCIA DE NAPA NO																																																													
APLICACIÓN DEL SPT:	TANQUE	SPAT OPERATIVO: SI																																																													
<b>2. MEDICIONES</b>																																																															
Equipo / Marca	Modelo	Serie N°	Certificado N°																																																												
Telurómetro / Metrel	MI-3123	22052478	224602																																																												
- MÉTODO DE MEDICIÓN: PENDIENTE DE TAGG SEGÚN IEEE Std 81		- RESISTENCIA OFICIAL: <b>0.080 Ω</b>	- Valor de medición de resistencia de puesta a tierra: $\leq$ <u>15</u> Ω																																																												
		- Protege a: <b>TK 17A</b>																																																													
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>XI= Ec (m)</th> <th>%</th> <th>Xc= Ep (m)</th> <th>R (Ω)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td>0%</td><td>0</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>10%</td><td>10</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>20%</td><td>20</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>30%</td><td>30</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>40%</td><td>40</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>6</td><td>100</td><td>50%</td><td>50</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td>60%</td><td>60</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>70%</td><td>70</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td>80%</td><td>80</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td>90%</td><td>90</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>100%</td><td>100</td><td>0.49</td></tr> </tbody> </table>		N	XI= Ec (m)	%	Xc= Ep (m)	R (Ω)	1		0%	0	0.00	2		10%	10	0.06	3		20%	20	0.06	4		30%	30	0.06	5		40%	40	0.07	6	100	50%	50	0.08	7		60%	60	0.08	8		70%	70	0.08	9		80%	80	0.08	10		90%	90	0.12	11		100%	100	0.49
N	XI= Ec (m)	%	Xc= Ep (m)	R (Ω)																																																											
1		0%	0	0.00																																																											
2		10%	10	0.06																																																											
3		20%	20	0.06																																																											
4		30%	30	0.06																																																											
5		40%	40	0.07																																																											
6	100	50%	50	0.08																																																											
7		60%	60	0.08																																																											
8		70%	70	0.08																																																											
9		80%	80	0.08																																																											
10		90%	90	0.12																																																											
11		100%	100	0.49																																																											
<p>Notas :</p> <p>XI = Ec = Distancia al electrodo de corriente</p> <p>Xt= Ep = Distancia al electrodo de tensión (móvil)</p> <p><math>\mu</math> = coeficiente para hallar la relación "Ec/Ep" en la tabla N°1 IEEE Std 81</p> <p>Ep' = Distancia de la resistencia.</p> <p>Configuraciones son del tipo "varilla" o "malla".</p>		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>1</b></td> <td style="text-align: center;"><b>CONSTANTE</b></td> <td style="text-align: center;"><math>\mu</math></td> <td style="text-align: center;">Ep/Ec</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\mu = \frac{R_{60\%} - R_{40\%}}{R_{40\%} - R_{20\%}}</math></td> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">58.2%</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">Ver tabla N°1 IEEE Std 81</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>Ep' = (Ep/Ec) \times Ec</math></td> <td style="text-align: center;">58.2 m</td> <td style="text-align: center;"><math>Ep' (m)</math></td> <td style="text-align: center;"><math>R (\Omega)</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">58.2</td> <td style="text-align: center;">0.08</td> </tr> </table>		<b>1</b>	<b>CONSTANTE</b>	$\mu$	Ep/Ec	$\mu = \frac{R_{60\%} - R_{40\%}}{R_{40\%} - R_{20\%}}$	1.00	58.2%	$Ep' = (Ep/Ec) \times Ec$	58.2 m	$Ep' (m)$	$R (\Omega)$			58.2	0.08																																													
<b>1</b>	<b>CONSTANTE</b>	$\mu$	Ep/Ec																																																												
	$\mu = \frac{R_{60\%} - R_{40\%}}{R_{40\%} - R_{20\%}}$	1.00	58.2%																																																												
$Ep' = (Ep/Ec) \times Ec$	58.2 m	$Ep' (m)$	$R (\Omega)$																																																												
		58.2	0.08																																																												
<b>3. EVALUACIÓN</b>																																																															
1 VALOR DE RESISTENCIA	0.08	ESTADO	<b>CUMPLE</b>																																																												
2 TIPO DE CONFIGURACIÓN	MALLA	ESTADO	<b>BUENO</b>																																																												
3 CUENTA CON SUJETADOR	SI	7 TIPO DE CONECTOR	BURNDY	ESTADO	<b>BUENO</b>																																																										
4 CUENTA CON ENCINTADO	SI	8 TIPO DE CAJA	Concreto 40cm*40cm	ESTADO	<b>BUENO</b>																																																										
5 CUENTA CON ROTULACIÓN	SI	9 TIPO DE TAPA	CONCRETO	ESTADO	<b>BUENO</b>																																																										
6 CUENTA CON SEÑALÉTICA	SI	10 SOLDADURA		ESTADO	<b>N/A</b>																																																										
		11 ESTADO DE PINTURA (CAJA DE REGISTRO)		ESTADO	<b>BUENO</b>																																																										
		12 CABLE DE LLEGADA		ESTADO	<b>BUENO</b>																																																										
<b>4. OBSERVACIONES</b>																																																															
<p>.Se realizaron trabajos de pintura con Azul RAL 5017 -</p> <p>.Se colocó rotulación y señalización, se realizo el cambio de caja y tapa SPAT -</p> <p>.Se encinto conexionado varilla - conductor con cinta 3M - 2228 y cinta aislante -</p> <p>.Se recomienda continuar con el programa de mantenimiento preventivo de SPAT -</p>																																																															
RESULTADO DE PROTOCOLO: <b>BUENO</b>		FECHA DE ÚLTIMO MANTENIMIENTO: <input type="text"/>																																																													
AVN GROUP SAC		TERMINALES DEL PERU																																																													
Firma:		Firma:																																																													
Fecha:		Fecha:																																																													

ANEXO 5: PERMISO DE TRABAJO



## PERMISO DE TRABAJO

# Nº 141819

Version 1.0  
01/11/2017

Rev. 1  
02/01/2018

Agosto  
2018

---

REGLA PARA UNIDADES LÓGICAS:  SI  NO  NO APLICA

**DATOS DEL TRABAJO**

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Instalación de IEM, arreglo de motores Número de: 141819

EMPRESA A CARGO DEL TRABAJO: AVN GROUP SAC Nº PERSONAL QUE EJECUTA EL TRABAJO: 3

LUGAR: Nuelle 7 ÁREA CLASE A-DADA:  CLASE 1:  DIVISIÓN 1:  DIVISIÓN 2:  INDEPENDIENTE:

PROCESAMIENTO DE TRABAJO ASOCIADO: SGL-AM-Pets-25,23

---

**VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD**

PERSONAL CON AUTORIZACIÓN DE EMPLEO VIGENTE?  SE CUMPLE CON LOS HORARIOS Y HORARIOS DE TRABAJO?  EL EQUIPO DE COMUNICACIÓN PARA EMERGENCIAS DADE?

PERSONAL CON VESTUARIO DE PROTECCIÓN EN CASO DE EMERGENCIAS?  SE EFICAZ EL USO DE EPP EN EL TRABAJO?  EL ÁREA DE TRABAJO HA SIDO SEÑALIZADA?

PERSONAL CON UNO DE LOS PLANES DE MANEJO DE EMERGENCIAS?  SE REALIZA EL MONITOREO DEL PRODUCTO QUE SE VA A USAR?  SE HA SEÑALIZADO EL RIESGO DE EMERGENCIAS DE TRABAJO?

AUTORIZACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES?  SE TIENE PROGRAMADO EL TRABAJO?  CUENTA CON MANEJO DE COMUNICACIÓN CON SUPERVISOR?

---

**TRABAJO EN FRÍO**

EL TRABAJO SE REALIZA EN UN ÁREA CLASIFICADA: SI  NO

EL TRABAJO CUENTA CON EL FLEJO O EQUIVADO: SI  NO

HA SIDO REALIZADO EL MANEJO DE EMERGENCIAS: SI  NO

HA SIDO REALIZADO EL MANEJO DE EMERGENCIAS: SI  NO

Si todos los ítems de esta sección en el área donde se va a realizar el trabajo se dan de alta, se permite el trabajo en frío.

---

**CERTIFICADO LIBRE DE GAS**

TIPO: Aire Nº DEL SERVICIO: 0182V55-03100

ATMÓSFERA	CANTIDAD ACEPTADA	VALOR	PERMISO	VALOR	ÍTEMA	VALOR	PERMISO	VALOR	PERMISO	VALOR	ÍTEMA
% LEL	5%	<u>0</u>									
O2 (%)	19.5 - 23.5 %	<u>20.8</u>									
H2S (ppm)	< 10 ppm	<u>0</u>									
CO (ppm)	< 25 ppm	<u>0</u>									

HORA DE MEDICIÓN: 9:30

EN EL ÁREA DE TRABAJO SE HA MEDIDO OMBRA Y/O VAPORES POR PERSONA CAPACITADA Y SE ENCUENTRA LIBRE DE GAS

NOSES Y APELLIDOS: Elmer Costello Hurtado FECHA: 19-10-18 HORA: 9:30 FIRMA: [Firma]

---

**TRABAJO EN CALIENTE**

CERTIFICADO LIBRE DE GAS?  HERRAMIENTAS Y EQUIPOS VERIFICADOS ANTES DE USAR?

PERSONAL CON EPP DE ACUERDO AL TRABAJO Y ÁREA?  EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL?

REFINO DE MATERIALES COMBUSTIBLES E INFLAMABLES?  ROPAS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN?

PROTECCIÓN CON MATERIAL INFLAMABLE?  SE APLICA ALGUNO DE LOS SIGUIENTES MÉTODOS?

SEGUROS PLUJOS A TIERRA?  DESPRENDIZADO

SE DISEÑA LA CONFIGURACIÓN ESTÁTICA?  DISEÑO

VENTOS Y DISEÑOS PROTEGIDOS?  LAVADO

EXTINTOR DISPONIBLE EN EL ÁREA?  OTROS

---

**INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS**

EL CONTENIDO DEL ESPACIO CONFINADO ES:  SE ANALIZA LA MIRA DE ESTE PRODUCTO?  REQUIERE VENTILACIÓN FORZADA

CERTIFICADO LIBRE DE GAS?  VENTILADOR

SE APLICA ALGUNO DE LOS SIGUIENTES MÉTODOS?  SE REQUIERE VENTILACIÓN NATURAL?

DESPRENDIZADO  PURGADO  LAVADO  LAVADO  FLEJO/BAÑO  REEMPLAZO CON LÍNEA DE AIRE?

ENTUBADO  NEGATIVO  ENTUBADO  ENTUBADO  ENTUBADO  VENTILACIÓN CON LÍNEA DE AIRE?

PLAN DE RESCATE APROBADO?  VENTILACIÓN CON PERSONAL INDEPENDIENTE

PLAN DE MANEJO DE EMERGENCIAS APROBADO (ALTA TENSIÓN)?  VISTA CON EQUIPO DE COMUNICACIÓN PERSONAL

---

**TRABAJO ELÉCTRICOS**

PERSONAL ELÉCTRICAMENTE AUTORIZADO?  APLICAR ESTANDAR DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

GUANTES DIELECTRICOS Y GUANTES GUANTES?  INTERRUPTORES SEÑALIZADOS BLOQUEADOS

PROTECTORES FACIALES PARA ARCO ELÉCTRICO?  EQUIPO DE SEGURIDAD

SE APLICA COLOCACIÓN TIERRA Y CERRAMIENTO?  PLAN DE MANEJO DE EMERGENCIAS APROBADO (ALTA TENSIÓN)?

---

**TRABAJO EN ALTURA**

APUNTA Y LÍNEA DE VIDA SUPERFICIALES ANTES DE USAR?  ANDAMIOS

PERSONAL CON CASCOS CORRECTAMENTE AJUSTADOS?  CUMPLEN ESTANDARES

CUENTAN CON MANILLAS Y RODAPIES?  CUENTAN CON BARRANAS Y RODAPIES

CUENTAN CON UN ANCHO DE ANCLAJE DE ACUERDO A NORMA?  LÍNEAS DE VIDA PARA CADA TRABAJADOR

ÁREA DE TRABAJO DELIMITADA Y SEÑALIZADA?  LÍNEA DE VIDA PARA CADA TRABAJADOR

USO DE PUNTO DE SEGURIDAD?  USO DE FRENO DE SEGURIDAD

USO DE PUNTO DE SEGURIDAD?  SUJETOS CONTRA VOLTAJE

VERIFICAR ALTURA PARA USO ABSORBIDOR DE IMPACTO?  USO DE PLATAFORMAS EN SU ESTADO

---

**APROBACIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO**

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO	RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN DEL TRABAJO	RESPONSABLE DEL LUGAR DE TRABAJO
<p>Debe ser un individuo con control operacional al trabajo que está implementando previamente al inicio de trabajo.</p> <p>Nombre y Apellido: <u>Elmer Costello H.</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha de inicio: <u>19-10-18</u></p>	<p>Ha revisado la implementación de las medidas de control para la ejecución del trabajo en la forma y fecha indicadas, con el objetivo de confirmar que se cumpla con la normativa.</p> <p>Nombre y Apellido: <u>[Firma]</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha de inicio: <u>19-10-18</u></p>	<p>En base a la revisión de la planificación, a los recursos de control implementados y a las verificaciones por los responsables de supervisión, se autoriza el trabajo.</p> <p>Nombre y Apellido: <u>J. Pizarro</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha de inicio: <u>19-10-18</u></p>

---

**EXTENSIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO (Según aplicable)**

RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN DEL TRABAJO: [Firma] FECHA: [Fecha]

---

**INSPECCIONES DE SEGURIDAD (Durante el trabajo)**


Observaciones y Comentarios	Analista y Nombre	Fecha	Hora

---

**CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO**

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO	RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN DEL TRABAJO	RESPONSABLE DEL LUGAR DE TRABAJO
<p>Nombre y Apellido: <u>Elmer Costello H.</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha: <u>19-10-18</u></p>	<p>Nombre y Apellido: <u>[Firma]</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha: <u>19-10-18</u></p>	<p>Nombre y Apellido: <u>J. Pizarro</u></p> <p>Firma: <u>[Firma]</u></p> <p>Fecha: <u>19-10-18</u></p>

ANEXO 6: PLAN DE CONTROL DE ENERGÍA PELIGROSA

	<b>PLAN DE CONTROL DE ENERGÍA</b> Control de la energía peligrosa (1 de 4)		UNNA-SB-F-069 Versión / Fecha 02 / 15-07-21		
			Rev: GBS	Aprob: GG	
Número de CPE <i>Eloy Andrés Costello M.</i> <i>19/10/22</i>	Número de Permiso de Trabajo <i>19/10/22</i>	Preparado: (Nombre, firma, fecha, hora)	Aprobado: (Nombre, firma, fecha, hora)		
(5) Descripción de la tarea y equipos: <i>Instalación de I+M, arreglo de motores</i>					
Lista de las Fuentes de energía peligrosa y magnitud aproximada. *Otro*, podrían ser energía cinética, radiación, movimiento, etc.					
(6) Fuentes de energía peligrosa					
	Presión	Temperatura	NFPA 704	Voltio	Otros
<i>Energía eléctrica</i>	-	-	-	<i>440VAC</i>	
(7) Preparación de los equipos, desenergización y verificación. Enumere los pasos o el procedimiento de referencia para el apagado, desenergizado y verificación del equipo.					
<i>Apertura del circuito o intervenir</i> <i>Blqueo y etiquetado</i>					
<i>Verificar la ausencia de tensión</i> <i>Señalizar el área de trabajo</i>					
Referencia con P&ID / Esquema de dispositivos de control de energía. (Indicar el número de dispositivo LOTO en el P&ID).					
Tipo de dispositivo LOTO		Método de aislamiento			
<input checked="" type="checkbox"/> Bloqueo <input checked="" type="checkbox"/> Tarjetas	CV Válvula cerrada OV Válvula abierta BL Cegado BF Brida ciega	DL Desconexión línea <input checked="" type="checkbox"/> ED Desconexión eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> BD Dispositivo de bloqueo	GD Dispositivo puesta a tierra ID Desconexión de instrumento OT Otros		



**PLAN DE CONTROL DE ENERGÍA**  
 Tabla de dispositivos de control de energía  
 (2 de 4)

UNNA-SS-F-060

Versión / Fecha  
 02 / 13-07-21

Rev:  
 GSS

Aprob:  
 GG

BLOQUEO					DESBLOQUEO			
8.1 Bloqueo / Tarjeta N° y Comentarios	8.2 Bloqueado Etiquetado (Nombre / Firma / Fecha / Hora)	8.3 LOTO Verificado antes del inicio del trabajo (Nombre del Responsable del lugar de trabajo / Firma / Fecha / Hora)	8.4 Metodo de la Aislación	8.5 Ubicación de la Aislación	8.6 LOTO Desbloqueo / Firma / Fecha / Hora)	8.7 LOTO Desbloqueo Verificado por el Responsable del lugar de trabajo / Firma / Fecha / Hora)	8.8 Condición original requerida para el restablecimiento	8.9 Condición de restablecimiento verificado por Responsable del lugar de trabajo (Nombre / Firma / Fecha / Hora)
RDY-4400	Elm. Cost. de H. 16/10/22 10:30 am	Henny Macario DGM 19/10/22 10:30 am	Bloqueo y etiquetado	CCM -C3	Elm. Cost. de H. 16/10/22 15:00 am	Henny Macario DGM 19/10/22	No es posible restablecer la energía bajo nivel de aislamiento	
		Henny Macario DGM 19/10/22						
		Henny Macario DGM 19/10/22						





**PLAN DE CONTROL DE ENERGÍA**  
Instrucciones especiales para la aplicación del aislamiento  
(3 de 4)

UNNA-SS-F-060	
Versión / Fecha	
02 / 13-07-21	
Rev:	Aprob:
GSS	GG

(9) INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL BLOQUEO  
MARQUE AQUÍ X SI ESTA SECCIÓN NO APLICA

(10) INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA LA APLICACIÓN DEL DESBLOQUEO TEMPORAL  
MARQUE AQUÍ X SI ESTA SECCIÓN NO APLICA

(11) INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA EL TESTEO POSTERIOR DEL EQUIPO  
Si aplica, incluya las precauciones de seguridad  
MARQUE AQUÍ X SI ESTA SECCIÓN NO APLICA

11A

(12) RE-ENERGIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE PUESTA EN MARCHA  
Escribe la secuencia de los pasos e incluya las precauciones de seguridad o referencia al procedimiento de puesta en marcha.

- Verificar que el personal no se encuentre manipulando los equipos
- Retiro del bloqueo
- Corte del ITM del circuito intervenido
- Verificar el funcionamiento de los equipos pertenecientes a la carga



**PLAN DE CONTROL DE ENERGIA**  
**Tabla de inicio y cierre de sesión**  
**(4 de 4)**

UNNA-SS-F-060	
Versión / Fecha	
02 / 13-07-21	
Rev:	Aprob:
GSS	GG

FIRMA DE INICIO  
Inicio de tareas

FIRMA DE CIERRE (FINALIZACIÓN)  
Tareas terminadas y completas

(13.1) Área / Disciplina	(13.2) Nombre	(13.2) Rol	(13.2) Firma	(13.4) Firma	(13.4) Fecha	(13.4) Hora
OPERACIONES	HOMY LUOGNEUS	SUPERVISOR			29-10-22	10:30
Descripción de la tarea						
(13.1) Área / Disciplina	(13.2) Nombre	(13.2) Rol	(13.2) Firma	(13.4) Firma	(13.4) Fecha	(13.4) Hora
MANTENIMIENTO	Elmer Andie C H	SUPERVISOR			19-10-22	10:20
Descripción de la tarea	Instalación de ITM y megado de motores					
(13.1) Área / Disciplina	(13.2) Nombre	(13.2) Rol	(13.2) Firma	(13.4) Firma	(13.4) Fecha	(13.4) Hora
MANTENIMIENTO						
Descripción de la tarea						
(13.1) Área / Disciplina	(13.2) Nombre	(13.2) Rol	(13.2) Firma	(13.4) Firma	(13.4) Fecha	(13.4) Hora
CONTRATISTA	Elmer Andie Costilla H	SUPERVISOR			19-10-22	16:00
Descripción de la tarea						

Anexo 7

Análisis de riesgo en el trabajo (ART)

UNNA Energía		ANÁLISIS DE RIESGO EN EL TRABAJO (ART)				UNNA Energía-SS-F-001 Versión / Fecha 01 / 26 de 2007			
UN / Operación: <i>Terminales del Perú - Callao - Muelle 7</i>		Fecha: <i>19-10-22</i>	Hora de Inicio: <i>7:00</i>	Hora de fin: <i>19:00</i>					
Tarea a realizar: <i>Instalación de ITM, negocio de motores</i>		Nº de Permiso de Trabajo: <i>141819</i>	Ejecutado Por: <i>AUN GROUP SAC</i>		UNNA Energía <input type="checkbox"/>				
Lugar exacto: <i>Muelle 7</i>				CONTRATISTA <input checked="" type="checkbox"/>					
PASO 1		PASO 2		PASO 3		PASO 4		PASO 5	
Nº	REDACTAR LOS PASOS DE LA TAREA A EJECUTAR	Reducir peligros físicos y espaciosa/impactos ambientales (Usar Tablas 1 y/o 2)		EVALUAR EL RIESGO INICIAL		DEFINIR LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Usar Tablas 2 y/o 4)		EVALUAR RIESGO RESIDUAL	
				P	S			RR-Sig	RR-Acc
1	<i>Procedido covid 19 en toda la actividad</i>	<i>1.1. SAES - covid 19 / Exposición en áreas comunes</i>		2	2	4	<i>1.1. Uso de mascarilla KN95 o que equivale con tela. Distancia ambiente social 1.5m.</i>	1	2
2	<i>Tratado y acarreo de materiales, herramientas</i>	<i>2.1. Obstáculo o desnivel/Caida al mismo nivel</i>		2	1	2	<i>2.1. Control visual de entorno.</i>	1	1
		<i>2.2. Peso de material, postura/ Sobreesfuerzo, dolor muscular</i>		2	1	2	<i>2.2. Peso máx. de carga por persona 25kg. En caso al peso exceda trabajo en equipo. Postura adecuada, uso de carretilla buggy</i>	1	1
3	<i>Instalación de ITM</i>	<i>3.1. Obstáculo o desnivel/ Caida al mismo nivel</i>		2	1	2	<i>3.1. Inspección de zona de trabajo. Orden y limpieza. Control visual de entorno.</i>	1	1
PASO 7									
Apellidos y nombres del personal que ejecutará el trabajo		DNI		FIRMA					
1	<i>Elias Centeno Cuervo</i>	<i>42033181</i>		<i>[Firma]</i>					
2	<i>Castillo Hurtado Elmer Andre</i>	<i>46674409</i>		<i>[Firma]</i>					
3	<i>Chumbe Juan Luis</i>	<i>17446076</i>		<i>[Firma]</i>					
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<i>Luis Huacaya</i>									
				<b>Verificar uso de EPPs básicos:</b> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Lentes de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Ropa de trabajo de MLarge <input checked="" type="checkbox"/> <b>Verificar uso de EPPs especiales:</b> Protector auditivo <input type="checkbox"/> Cusete de soldador <input type="checkbox"/> Cusete de soldar <input type="checkbox"/> Arma c/lima de vida <input type="checkbox"/> Guantes de cuero <input type="checkbox"/> Guante de soldador <input type="checkbox"/> Ropa para soldador <input type="checkbox"/> Respirador Filtro/polvos o gas <input type="checkbox"/> Verificar que el personal fue instruido en la MSDS del producto químico a usar en el trabajo <input type="checkbox"/>					
<b>PASO 6</b>									
EQUIPO DE ANÁLISIS DE RIESGO (Los miembros verificar que el ART ha tomado en cuenta los riesgos e impactos ambientales relacionados al trabajo que se ejecutará, así como las medidas necesarias para su control).									
Nombre y apellido del Elaborador				Firma					
<i>Elmer Andre Castillo Hurtado</i>				<i>[Firma]</i>					
Nombre y Apellido del Aprobador				Firma					
<i>Elmer Andre Castillo</i>				<i>[Firma]</i>					



## ANÁLISIS DE RIESGO EN EL TRABAJO (ART)

UNNA Energía-99-F-001  
Versión / Fecha  
07 / 15-06-2022  
Rev: 000 Rev: 000

U N / Operación: <u>Terminal del Perú - Callao - Muelle 7</u>	Fecha: <u>19-10-22</u>	Hora de Inicio: <u>9:00</u>	Hora de fin: <u>18:00</u>
Tarea a realizar: <u>Instalación de IRT, megado de motores</u>	Nº de Permiso de Trabajo: <u>141819</u>	UNNA Energía <input type="checkbox"/>	
Lugar exacto: <u>Muelle 7</u>	Ejecutado Por: <u>AVN GROUP SAC</u>	CONTRATISTA <input checked="" type="checkbox"/>	

N°	PASO 1 REDACTAR LOS PASOS DE LA TAREA A EJECUTAR	PASO 2 Redactar peligros/riesgos y impactos/efectos ambientales (Usar Tablas 1 y/o 3)				PASO 3 EVALUAR EL RIESGO INICIAL				PASO 4 DEFINIR LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Usar Tablas 7 y/o 8)				PASO 5 EVALUAR RIESGO RESIDUAL			
						P	S	ER/Exp	RR/Acto	P	S	ER/Exp	RR/Acto	P	S	ER/Exp	RR/Acto
				3	3	9											
	3.2. Carga eléctrica BT / Choque eléctrico, descarga directa								3.2. Realizar corte de energía. Uso de guante, cinta y zapato dieléctrico. Uso de revólver de tensión. Emplear los 5 reglas de oro de electricidad. Realizar el control de energía peligrosa.	2	3	6					
	3.3. Herramientas manuales / Corte, golpe	2	2	4					3.3. Uso correcto de herramientas / Check list de herramienta. Cinta de mo. Herramienta aislada.	1	2	2					
	3.4. Uso de taladro / Corte, golpe, atropamiento por equipo en movimiento	2	2	4					3.4. Uso correcto de equipo. Check list de equipo. Cinta de mo. Uso adecuado de EPP en toda la tarea.	1	2	2					

PASO 7			
N°	Apellidos y nombres del personal que ejecutará el trabajo	DNI	FIRMA
1	<u>Esteban Cepeda Eduardo</u>	<u>412033181</u>	
2	<u>Castillo Morado Elmer Andre</u>	<u>46674409</u>	
3	<u>Chumacero Emán Luis</u>	<u>174146036</u>	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

- Verificar uso de EPPs básicos:**  
 Casco  Lentes de seguridad  Calzado de seguridad  Ropa de trabajo de MLarga
- Verificar uso de EPPs especiales:**  
 Protector auricular  Careta de esmeril  Careta de soldar  Amas oficina de vida   
 Guantes de cuero  Guante de soldador  Ropa para soldador  Respirador Filtro/polvos o gas
- Verificar que el personal fue instruido en la MSDS del producto químico a usar en el trabajo

PASO 6	
EQUIPO DE ANÁLISIS DE RIESGO (Los firmantes aseguran que el ART ha tomado en cuenta los riesgos e impactos ambientales relacionados al trabajo que se ejecutará, así como las medidas preventivas para su control)	
Nombres y apellidos del Elaborador <u>Elmer Andre Castillo Morado</u>	Firma 
Nombres y Apellidos del Aprobador <u>Emán Luis Chumacero</u>	Firma 

El ELABORADOR (Responsable de la ejecución del Trabajo) completa la información solicitada, previa al otorgamiento del Permiso de Trabajo.  
 El APROBADOR (Responsable de la Supervisión del Trabajo) firma previa autorización de la entidad por el controlado con la presencia en campo.

Leticia Macapuma



## ANÁLISIS DE RIESGO EN EL TRABAJO (ART)

UNNA Energía-05-F-001  
Versión / Fecha  
07 / 28-08-2022  
Rev: 056      Aprob: 06

UN / Operación: <b>Terminales del Perú - Callao - Muelle 7</b>	Fecha: <b>19-10-22</b>	Hora de inicio: <b>9:00</b>	Hora de fin: <b>18:00</b>
Tarea a realizar: <b>Instalación de ITM, megado de motores</b>	N° de Permiso de Trabajo: <b>141819</b>	UNNA Energía <input type="checkbox"/>	
Lugar exacto: <b>Muelle 7</b>	Ejecutado Por: <b>AVN GROUP SAC</b>	CONTRATISTA <input checked="" type="checkbox"/>	

N°	REDACTAR LOS PÁRRAFOS DE LA TAREA A EJECUTAR	PASO 2 Redactar peligros/riesgos y aspectos/impactos ambientales (Usar Tablas 3 y/o 3)	PASO 3 EVALUAR EL RIESGO RESIDUAL				PASO 4 DEFINIR LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Usar Tablas 3 y/o 4)	PASO 5 EVALUAR RIESGO RESIDUAL			
			EVALUAR EL RIESGO RESIDUAL					EVALUAR RIESGO RESIDUAL			
			P	S	EN-999	EN-ANS		P	S	EN-999	EN-ANS
		3.5. trabajo en muelle/ Caída o desnivel	2	2	4		3.5. uso de chaleco salvavidas. NO se cansa en los ocultos del muelle.	1	2	2	
4	Resaca de pintura en tubería	41. Obstáculo o desnivel/ Caída al mismo nivel 42. Herramienta manual/ Corte, golpe 43. trabajo escalera/caída a desnivel 44. Producto químico/ Inhalación, ingestión	2	1	2		4.1. Inspección de zona de trabajo. Control visual entorno. 4.2. Uso correcto de herramientas. Cinta de res. Check list herramientas 4.3. Emplear 3 puntos de apoyo en escalera. Check list de esca- lera. Personal en nivel de suelo sosteniendo escalera. 44. Uso de seguridad MSDS. Uso de guantes, respaldos, guante jabón. Envase rotulado. Uso de	1	1	1	
			2	2	4			1	2	2	
			2	2	4			1	2	2	
			2	2	4			1	2	2	

PASO 7			
	Apellidos y nombres del personal que ejecuta el trabajo	DNI	FIRMA
1	ElvAS GENTENO Galvao	42033191	
2	Castillo Hurtado Elvur Ande	46624409	
3	Chumpan Tupin Luis	13446076	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Lesli Huacaya

**Verificar uso de EPPs básicos:**  
 Casco  Lentes de seguridad  Calzado de seguridad  Ropa de trabajo de algodón

**Verificar uso de EPPs especiales:**  
 Protector auditivo  Careta de esmerilar  Careta de soldar  Arnes ciberna de vida   
 Guantes de cuero  Guante de soldador  Ropa para soldador  Respirador filtro/polvo o gas

**Verificar que el personal fue instruido en la MSDS del producto químico a usar en el trabajo**

PASO 6	
FIGURA DE ANÁLISIS DE RIESGO (Las firmantes aseguran que el ART ha tomado en cuenta los riesgos e impactos ambientales relacionados al trabajo que se ejecutará, así como las medidas necesarias para su control.)	
Nombres y apellidos del elaborador <b>Elvur Ande Castillo Hurtado</b>	Firma 
Nombres y Apellidos del Aprobador: <b>HOMER LACRUJE</b>	Firma 

El ELABORADOR (Responsable de la ejecución del trabajo) completa la información solicitada, previa al otorgamiento del Permiso de Trabajo. El APROBADOR (Responsable de la supervisión del trabajo) firma previa autorización de lo indicado por el contratista con lo encontrado en campo.



## ANÁLISIS DE RIESGO EN EL TRABAJO (ART)

UNNA Energía-05-F-001  
Versión / Fecha  
01 / 28.06.2022  
Rev: 000      Apro: 000

U N / Operación: <i>Terminales del Perú - Callao - Huella 7</i>	Fecha: <i>19-10-22</i>	Hora de inicio: <i>9:00</i>	Hora de fin: <i>18:00</i>
Tarea a realizar: <i>Instalación de ITM, megado de motores</i>	N° de Permiso de Trabajo: <i>141819</i>	UNNA Energía <input type="checkbox"/>	
Lugar exacto: <i>Huella 7</i>	Ejecutado Por: <i>ATN GROUP SAC</i>	CONTRATISTA <input checked="" type="checkbox"/>	

N°	PASO 1 REACTAR LOS PASOS DE LA TARCA A EJECUTAR	PASO 2 Redactar peligros, riesgos y medidas de control controlados. (Usar Tablas 1 y/o 2)	PASO 3 EVALUAR EL RIESGO RESIDUAL				PASO 4 DEFINIR LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Usar Tablas 2 y/o 4)	PASO 5 EVALUAR RIESGO RESIDUAL			
			EVALUACIÓN DEL RIESGO RESIDUAL					EVALUACIÓN DEL RIESGO RESIDUAL			
			P	S	CR-Seg	CR-Amb		P	S	RS-Seg	RS-Amb
						<i>bandeja. Señalizar área de trabajo.</i>					
3	<i>Mantenimiento preventivo de motores</i>	<i>S.1. Obstrucción o desnivel / Caída al mismo nivel S.2. Carga eléctrica BT / Choque eléctrico, descarga directa</i>	2	1	2	<i>S1. Inspección de zona de trabajo. Orden y limpieza.</i>	1	1	1		
			3	3	9	<i>S2. Realizar corte de energía. Emplear 5 reglas de oro de electricidad. Uso de revelador de tensión. Realizar Plan de Control de energía peligrosa.</i>	2	3	6		
		<i>S.3. Herramienta manual / Corte, golpe</i>	2	2	4	<i>S3. Uso correcto de herramienta. Check list de herramienta. Cota de mes. Herramienta aislada.</i>	1	2	2		
		<i>S.4. Producto químico / Inhalación, ingestión</i>	2	2	4	<i>S4. Hoja de seguridad MSDS. Envases rotulados.</i>	1	2	2		

PASO 7			
	Apellido y nombres del personal que ejecutará el trabajo	DNI	FIRMA
1	<i>FLIA CENTEM Eduardo</i>	<i>42033181</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>Castillo Hurtado Elmer Andro</i>	<i>46624409</i>	<i>[Firma]</i>
3	<i>Chumacero Juan Luis</i>	<i>17446076</i>	<i>[Firma]</i>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Verificar uso de EPPs básicos:  
 Casco  Lentes de seguridad  Calzado de seguridad  Ropa de trabajo de M/L/serpe

Verificar uso de EPPs especiales:  
 Protector auditivo  Careta de esmeril  Careta de soldar  Amas o línea de vida   
 Guantes de cuero  Guante de soldador  Ropa para soldador  Respirador Filtro/polvo o gas

Verificar que el personal fue instruido en la MSDS del producto químico a usar en el trabajo

PASO 6	
<small>EQUIPO DE ANÁLISIS DE RIESGO (Las firmas aseguran que el ART ha tomado en cuenta los riesgos e impactos ambientales relacionados al trabajo que se ejecutará, así como las medidas necesarias para su control.)</small>	
Firmas y apellidos del elaborador <i>Elmer Andro Castillo Hurtado</i>	Firma <i>[Firma]</i>
Firmas y Apellidos del Aprobador <i>[Firma]</i>	Firma <i>[Firma]</i>

Si el ANÁLISIS DE RIESGO (incluyendo el trabajo) completa la información solicitada, previa al otorgamiento del Permiso de Trabajo, el ANÁLISIS DE RIESGO (incluyendo el trabajo) forma parte integrante de la información por el contratista con lo acordado en campo.

*Leslie Alcaraz*



## ANÁLISIS DE RIESGO EN EL TRABAJO (ART)

UNNA Energía-S9-F-001  
Versión / Fecha  
07 / 26.06.2012

U N / Operación: <u>Terminales del Peul - Callao - Muelle 7</u>	Fecha: <u>19-10-22</u>	Hora de inicio: <u>9:00</u>	Hora de fin: <u>18:00</u>
Tarea a realizar: <u>Instalación de IEM, arreglo de motores</u>	Nº de Permiso de Trabajo: <u>141819</u>	UNNA Energía <input type="checkbox"/>	
Lugar exacto: <u>Muelle 7</u>	Ejecutado Por: <u>AVN GROUP SAC</u>	CONTRATISTA <input checked="" type="checkbox"/>	

Nº	PASO 1 REDACTAR LOS PASOS DE LA TAREA A EJECUTAR	PASO 2 Redactar peligros/riesgos y aspectos/impactos ambientales (Usar Tablas 1 y/o 2)	PASO 3 EVALUAR EL RIESGO INICIAL				PASO 4 DEFINIR LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO (Usar Tablas 2 y/o 4)	PASO 5 EVALUAR RIESGO RESIDUAL			
			P	S	PR			P	S	PR-Res	
					PR-Exp	PR-Inv				PR-Exp	PR-Inv
6	Contaminación de actividad (orden y limpieza)	6.1. Obstáculo o desnivel / Caída al mismo nivel 6.2. Generación de residuos / Contaminación suelo	2	1	2		6.1. Orden y limpieza	1	1	1	
			2	1	2		6.2. Segregación correcta de residuos. Uso de bolso de residuos	1	1		1

PASO 7			
Nº	Apellidos y nombres del personal que ejecutara el trabajo	DNI	FIRMA
1	<u>Elías Cervino Esteado</u>	<u>42055101</u>	<u>[Firma]</u>
2	<u>Castillo Hurtado Elmer Andre</u>	<u>76824409</u>	<u>[Firma]</u>
3	<u>Churruarín Imañ Luis</u>	<u>17446076</u>	<u>[Firma]</u>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

baso Huayra [Firma]

**Verificar uso de EPPs básicos:**  
 Casaca  Lunetas de seguridad  Calzado de seguridad  Ropa de trabajo de MLarga

**Verificar uso de EPPs especiales:**  
 Protector auditivo  Careta de esmeril  Careta de soldar  Armas o línea de vida   
 Guantes de cuero  Guante de soldador  Ropa para soldador  Respirador Filtro polvo o gas

Verificar que el personal fue instruido en la MSDS del producto químico a usar en el trabajo

PASO 6	
EQUIPO DE ANÁLISIS DE RIESGO (Las firmas aseguran que el ART ha tomado en cuenta los riesgos e impactos ambientales relacionados al trabajo que se ejecutará, así como las medidas necesarias para su control)	
Nombres y apellidos del Elaborador <u>Elmer Andre Castillo Hurtado</u>	Firma <u>[Firma]</u>
Nombres y Apellidos del Aprobador <u>Fernando Macano</u>	Firma <u>[Firma]</u>

ELABORADOR (Responsable de la Ejecución del Trabajo) completa la información solo toda, previa al otorgamiento del Permiso de Trabajo.  
 APROBADOR (Responsable de la Supervisión del Trabajo) firma previa autorización de lo indicado por el contratista con el representante en cargo.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS/IMPACTOS Y MEDIDAS DE CONTROL

Tabla 1. Peligro / Riesgo	
1. Carga en Movimiento / Atropamiento	
2. Obstruido o desalineado / Caída al mismo nivel	
3. Trabajo en altura / Caída de altura	
4. Herramientas, equipos u objetos en movimiento / Golpes y choques contra objetos	
5. Cargas eléctricas (baja/media/alta tensión) / Choque eléctrico	
6. Material Combustible / Incendio - Explosión	
7. Objetos suspendidos / Caída de objetos desproporcionados	
8. Sustancias Peligrosas / Ingestión - Inhalación	
9. Ruido excesivo / Exposición al ruido - vibración	
10. Vibraciones / Exposición a vibraciones	
11. Radiación / Exposición a Radiaciones	
12. Proyección de fragmentos y partículas / Impacto de fragmentos o partículas	
13. Desplome o derrumbe / Caída de objetos por desplome o derrumbe	
14. Españado o laceración extensa / Contacto con el cuerpo - Contacto térmico	
15. Recipiente - Descarga a presión / Explosión de recipiente a presión	
16. Objetos que obstruyen tránsito / Choque contra objetos inmóviles	
17. Tránsito de vehículos / Atropello o golpes por vehículos	
18. Vientos fuertes / Caída de objetos, choques - pérdida de estabilidad, caída de personas al mismo o distinto nivel, golpes	
19. Carga física por postura penosa o sostenida / Sobreesfuerzo	
Otros:	

Tabla 2. Medidas de control	
1. Usar EPP adecuados para la tarea	
2. Usar Arma de seguridad y línea de vida	
3. Demarcar y señalizar el área de trabajo	
4. Ordenar área antes de iniciar los trabajos	
5. Realizar corte de flujo eléctrico	
6. Obtener permisos de trabajo	
7. Disponer espacios de ventilación del tiempo	
8. Revisar operatividad de equipos	
9. Revisar operatividad de herramientas	
10. Realizar selección de gases	
11. Dar aviso a todo el personal en el área	
12. Prevenir y/o contener derrames	
13. Disponer un vigía en el exterior	
14. Revisar el procedimiento de trabajo	
15. Bloquear ductos de entrada y salida	
16. Control visual y audible - señalizaciones	
17. Conducciones Capacitadas, Señalización en control de velocidad	
18. Suspensión de actividades, pensarse en seguridad y monitoreo con asambleadores	
19. Capacitación en levantamiento de carga, pausas activas	
20. Otros:	

Tabla 3. Aspecto / Impacto	
1. Emisión de Material Particulado / Contaminación del Aire	
2. Emisión de Ruido / Contaminación del aire	
3. Emisión de Gases de Combustión / Daño a la Capa de ozono	
4. Emisión de Gases de soldadura / Contaminación del aire	
5. Generación de Material con Aceite / Contaminación de Suelos	
6. Generación de Residuos con Químicos / Contaminación de Suelos	
7. Generación de Residuos, Fluorosulfatos, Tóxicos / Contaminación de Suelos	
8. Generación de Lodos / Contaminación de Suelos	
9. Generación de papel, cartón, madera, vidrio / Contaminación de Suelos	
10. Derrame de Hidrocarburos / Contaminación de Suelos	
11. Potencial incendio / Contaminación de Aire, Suelos	
12. Generación de trozos contaminados con hidrocarburos / Contaminación de suelo	
13. Generación de Chispa / Contaminación de suelo	
14. Emisión de partículas y polvo / Contaminación de aire	
15. Uso de Agua para el Water Jetting / Agotamiento de recursos naturales	
16. Participación para control de mareas y tichos / Contaminación de agua, aire y suelo	
17. Otros:	

Tabla 4. Medidas de Control	
1. Control de la Combustión completa	
2. Establecer un Instruccion de Trabajo	
3. Mantenimiento Preventivo de Equipos	
4. Manejo y disposición de residuos	
5. Inspecionabilizar la zona	
6. Rescate de Especies de la zona	
7. Identificación de las zonas arqueológicas	
8. Sembrar de la cobertura vegetal	
9. Señalización de Prohibición	
10. Capacitación ambiental	
11. Equipo de respuesta ante derrames	
12. Plan de manejo de residuos sólidos, capacitación a personal	
13. Encapsular el ambiente, utilizar equipos con recuperación atmosférica de partículas y polvo	
14. Conecta información sobre operación de la máquina y evitar desperdiciar cantidad de agua mayor a la necesaria.	
15. Uso de químicos biodegradables	
16. Otros:	

PROCEDIMIENTO PARA LLENAR EL FORMATO ART	
<b>PASO 1</b>	Todo el equipo de trabajo participa en la elaboración del ART, redactando las tareas que forman parte del trabajo a ejecutar
<b>PASO 2</b>	Para cada tarea se deberá redactar los peligros/riesgos aspectos/impactos de la tarea a ejecutar [ver tablas 1 y/o 3]
<b>PASO 3</b>	Evaluar el riesgo o el impacto, en función de las tablas adjuntas
<b>PASO 4</b>	Definir las medidas de control que reduzcan el riesgo a niveles tolerables (ver Tablas 2 y/o 4)
<b>PASO 5</b>	Volver a evaluar el riesgo con las medidas de control implementadas, y realizar la evaluación con la matriz de riesgos.
<b>PASO 6</b>	El Responsable de la Supervisión del Trabajo, revisa el contenido del registro y suscribe el ART.
<b>PASO 7</b>	En función de las actividades, riesgos/impactos, medidas de control implementadas, el Responsable de la Ejecución del Trabajo realiza la reunión de seguridad explicando el contenido del ART. El personal firma en señal de entendimiento y conformidad del ART.









### MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS (Probabilidad x Severidad)

Probabilidad	Severidad		
	Ultramente dañino (1) Lesión sin incapacidad / Moleres e inflamación / Daño reversible de forma inmediata al suspender la actividad	Daño (2) Lesión con incapacidad temporal / Enfermedad o daño a salud reversible / Daño al ambiente reversible a medio o largo plazo	Extremadamente dañino (3) Lesión con incapacidad permanente / Enfermedad o daño a salud irreversible / Daños graves e irreversibles al ambiente
<b>Baja (1)</b> (El daño es probable que ocurra pocas veces)	<b>Trivial (1)</b> No se necesita mejorar la acción preventiva	<b>Tolerable (2)</b> No se necesitan mejorar la acción preventiva	<b>Moderado (3)</b> Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo
<b>Medio (2)</b> (El daño es probable que ocurra en algunas ocasiones)	<b>Tolerable (2)</b> No se necesita mejorar la acción preventiva	<b>Moderado (4)</b> Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo	<b>Importante (5)</b> Se deben establecer medidas de control en un tiempo muy corto
<b>Alta (3)</b> (El riesgo es probable que ocurra siempre o casi siempre)	<b>Moderado (3)</b> Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo	<b>Importante (4)</b> Se deben establecer medidas de control en un tiempo muy corto	<b>Intolerable (6)</b> No se debe comenzar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo




Anexo 8

Registro de inducción, capacitación, entrenamiento y simulacro de emergencia

		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACION, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA		Código: SGI-AVN-SSOMA-FTS-01 Versión: 01 Fecha de aprobación: 02/04/20	
DATOS DE LA EMPRESA		RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL: AVN GROUP S.A.C. RUC: 2083370531 DOMICILIO: Calle 26 30005 N° 784 Urb. Las Palmeras Lima - Los Olivos ACTIVIDAD ECONÓMICA: OTRAS ACTIVIDADES EMPRESARIALES NICP N° DE TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL:			
TIPO DE ACTIVIDAD		CAPACITACIÓN* <input type="checkbox"/> INDUCCIÓN* <input type="checkbox"/> CHARLA DE 5 MINUTOS* <input checked="" type="checkbox"/>		SIMULACROS DE EMERGENCIA <input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO* <input type="checkbox"/> OTROS* <input type="checkbox"/>	
FECHA: 21/10/2022		HORA INICIO: 8:00		HORA TERMINO: 8:05	
DESARROLLO DEL TEMA		Difusión PETS ↔ SGI-AVN-PETS-23 "Tareas electivas" SGI-AVN-PETS-76 "Realizar los conversaciones"			
(*) Certifico haber sido instruido sobre los temas de la referencia y me comprometo a dar fiel cumplimiento de las instrucciones.					
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	AREA	DNI	FIRMA
1	Murpaya Ravana Lidia	AVN	Manito	78059779	
2	Escalante tuano elia	AVN	Manito	78205189	
3	Castillo Hurtado Elmer Andre	AVN	Manito	41124429	
4	Aquilar García Diego	AVN	Manito	45913793	
5	Churruarín Jancin Luis	AVN	Manito	17446076	
6	Blas Centeno Eduardo	AVN	Manito	4203181	
7	Churruarín Sirlopi Yampier	AVN GROUP	Manito	73316776	
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

Nota: Según el tipo de sesión se adjuntará foto de asistencia.

EXPOSITOR:	Elmer Castillo Hurtado	FIRMA:	
CARGO:	Supervisor		
EMPRESA:	AVN GROUP S.A.C.		

Código: SGI-AVN-SSOMA-FTS-01 (Ver: 01) (2020-01-01)

Anexo 9

Reconocimiento por participación en el “Día global de la seguridad 2022”



### Anexo 10

Realizando las pausas activas en planta TP callao



### Anexo 11

Realizando la charla de 5 minutos



Anexo 12


Simulacro de emergencia en planta





## Anexo 13

### Prueba de envío de plano de los sistemas de puesta a tierra al cliente

PLANO DE UBICACION DE SPAT DE PLANTA TP-CALLAO


 ecastillo@avngroup.com.pe  
Para 'aarom.rojas@tdp.com.pe'; 'jose.santacruz@tdp.com.pe'  
CC 'daguiar@avngroup.com.pe'; 'jconde@avngroup.com.pe'; 'daguiar@avngroup.com.pe'; 'cvelasquez@avngroup.com.pe'  
viernes 2/06/2023 17:00

 PLANO DE SPAT TP CALLAO 2023.pdf  
818 KB

 PLANO DE UBICACIÓN DE SPAT EN TERMINALES DEL PERU-PT CALLAO.dwg  
5 MB

Estimados ingenieros Aarom Rojas y José Santa Cruz buenas tardes, aquí adjunto el plano actualizado de los SPAT de planta TP -CALLAO


*Elmer A. Castillo Hurtado*  
**Supervisor**





## Anexo 14


### Prueba de realización de protocolos e informe de mantenimiento de motores


Protocolos de bombas de Trasiego e informe


 ecastillo@avngroup.com.pe  
Para 'cvelasquez@avngroup.com.pe'; 'daguiar@avngroup.com.pe'; 'jconde@avngroup.com.pe'  
jueves 18/05/2023 18:23


 SGI-AVN-TDP-CA-INF-04 -2023.docx  
d.docs.live.net

 SGI-AVN-FOR-MOTOR TRASCIEGO B16.pdf  
491 KB

 SGI-AVN-FOR-MOTOR TRASCIEGO B31.pdf  
488 KB


 SGI-AVN-FOR-MOTOR TRASCIEGO B49.pdf  
479 KB

 SGI-AVN-FOR-MOTOR TRASCIEGO B60.pdf ..

 SGI-AVN-FOR-MOTOR TRASCIEGO B225.pdf ..

Buenas noches con todos, se adjunta los protocolos y el informe de las bombas de tasiego y la bomba 225


*Elmer A. Castillo Hurtado*  
**Supervisor**




## Anexo 15

### Prueba de avance del mantenimiento de tableros eléctricos

LISTA DE TABLEROS ELECTRICOS INTERVENIDOS EN MANTTO PREVENTIVO PLANTA TP- CALLAO OC-24...

 ecastillo@avn.pe  
Para 'j.santacruz@tdp.com.pe'  
CC 'cristhian.guerrero@tdp.com.pe'; 'Juan Conde'; 'daguiar@avn.pe'; 'Carlos Velasquez - AVN'  
miércoles 30/11/2022 18:12

 ...INSPECCION DE TABLEROS ELECTRICOS-TP CALLAO...xlsx  
24 KB

Estimado Ingeniero José Santa Cruz, buenas tardes.  
Adjunto el avance del mantenimiento preventivo de tableros eléctricos de planta TP-Callao.


Saludos


**ATTE:**  
*Elmer Castillo Hurtado*  
Supervisor de AVN GROUP SAC

## Anexo 16

### Prueba de ejecución de presupuesto

LISTA DE MATERIALES PARA TRABAJOS EN EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y OPERACIONES-TP CALLAO, SE...


 ecastillo@avn.pe  
Para 'Carlos Velasquez - AVN'; daguilar@avn.pe; 'Juan Conde'  
CC: castillo\_electric\_206@hotmail.com  
domingo 6/11/2022 23:57

 PRECIO ESTIMADO DE MATERIALES Y TIEMPO DE EJECUCION DE TRABAJOS PARA OBSERVACIONES EN EDIF. ADMINISTRATIVO Y OPERACIONES -TP CALL...  
13 KB

Buenas noches con todos envié la lista de materiales, costos aproximados y tiempo estimado para los trabajos de oficina de operaciones y oficinas administrativas, considerar que los trabajos solo podrían realizarse sábados y domingos.

Saludos cordiales.


**Elmer Castillo Hurtado**  
SUPERVISOR  
(+051) 981 294 508  
[ecastillo@avn.pe](mailto:ecastillo@avn.pe)  
[www.avn.pe](http://www.avn.pe)  
AVN Group SAC




## Anexo 17

### Prueba de ejecución de informe de inspección

INFORME DE INSPECCION DE EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y OPERACIONES


 ecastillo@avn.pe  
Para 'Carlos Velasquez - AVN'; 'Juan Conde'; daguilar@avn.pe  
viernes 30/09/2022 11:36

 -INFORME DE INSPECCION DE EDIFICIO DE OPERACIONES Y ADMINISTRATIVO--pdf  
6 MB

Ing. Carlos buenos días, aquí adjunto el informe solicitado de la inspección realizada en edificio administrativo y operaciones.

Saludos cordiales.

**Elmer Castillo Hurtado**  
SUPERVISOR  
(+051) 981 294 508  
[ecastillo@avn.pe](mailto:ecastillo@avn.pe)  
[www.avn.pe](http://www.avn.pe)  
AVN Group SAC



Anexo 18

Reconocimiento a AVN Group S. A. C. por participación en realizar un video de bloqueo en eléctrico en el “Día global de la seguridad 2022”



**RECONOCIMIENTO POR SU PARTICIPACIÓN EN EL  
“DÍA GLOBAL DE SEGURIDAD 2022”**



Otorgado el presente diploma a:

**AVN GROUP S.A.C.**

20 de octubre del 2022

  
\_\_\_\_\_  
José Becerra Angulo  
Jefe de Terminal Callao  
UN T&D

  
\_\_\_\_\_  
Esteban Mori Soto  
(e) Jefe SSOMA  
UN T&D

Anexo 19

Otras constancias obtenidas por el bachiller



## Escuela Iberoamericana de Negocios

### Escuela Iberoamericana de Brigadistas y Bomberos

Otorga el presente certificado a:

### ELMER ANDRE CASTILLO HURTADO

Con DNI: 46624408

Por haber culminado satisfactoriamente a:

## INDUCCIÓN HSSE DE CONTRATISTA EN TERMINALES DEL PERÚ

Realizado el día 2 de mayo - Duración 4 Horas



**GUILLERMO IVÁN VEGA TORRES**  
INSTRUCTOR EIN  
INGENIERO METALURGICO - CIP: 342582



**GIANNINA MALLCO GUTIERREZ**  
GERENTE DE CAPACITACIONES  
SIFMA OF TEXAS - MEMBER - ID 172124

EMISIÓN : 02/05/23


INRC 1143 - 0159 46624408

NOTA: 20.00

### TEMARIO

1. Objetivos de la Inducción
2. ¿Quiénes somos?
3. Sistema de Gestión de Excelencia Operacional
4. Valores
5. Referencia Legal
6. Requisitos para entrar al terminales
7. Responsabilidades del trabajador
8. Conceptos Generales de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
9. Reporte de accidentes e incidentes
10. Reglas generales de seguridad
11. ART
12. Acciones en caso de emergencia
13. Estándares de HSSE

INRC 1143 - 0159 46624409  
Lima, 2 de mayo de 2023



nhMH19NXKA





## Escuela Iberoamericana de Negocios Escuela Iberoamericana de Brigadistas y Bomberos

Otorga el presente certificado a:

**ELMER ANDRE CASTILLO HURTADO**

Con DNI: 46624409

Por haber culminado satisfactoriamente el:

### INDUCCIÓN HSSE DE CONTRATISTA EN TERMINALES DEL PERÚ

Realizado el día 27 de abril - Duración 4 Horas.

**GUILLERMO IVAN VEGA TORRES**  
INSTRUCTOR EIN  
INGENIERO METALURGICO - CIP: 142582



**GIANNINA MALLCO GUTIERREZ**  
GERENTE DE CAPACITACIONES  
SFFMA OF TEXAS - MEMBER - ID 172124

EMISIÓN : 27/04/22

INRC 1143 - 0159 46624409

NOTA: 18.00

#### TEMARIO

1. Objetivos de la Inducción
2. ¿Quiénes somos?
3. Sistema de Gestión de Excelencia Operacional
4. Valores
5. Referencia Legal
6. Requisitos para entrar al terminal
7. Responsabilidades del trabajador
8. Conceptos Generales de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente
9. Reporte de accidentes e incidentes
10. Reglas generales de seguridad
11. ART
12. Acciones en caso de emergencia
13. Estándares de HSSE

INRC 1143 - 0159 46624409

Lima, 27 de abril de 2022



OhhwaYaavi



**MSA del Perú S.A.C.**  
Los Telares 139, Urb. Vulcano, Ate.  
Lima 3, Perú

Teléfono +51 (1) 618 - 0900  
Fax +51 (1) 618 - 0928  
ventas.peru@msanet.com  
www.msanet.com.pe

## CONSTANCIA

Por medio del presente dejamos constancia que el **Sr. Elmer André Castillo Hurtado**, identificado con DNI: 46624409 de la empresa AVN GROUP S.A.C. ha participado de la capacitación del **"USO, VERIFICACION Y CALIBRACION DEL DETECTOR DE GASES: ALTAIR 4X Y ALTAIR 4XR DE MSA"**, el día 7 de noviembre del 2022 con 2 horas de duración.

Se expide la siguiente constancia a solicitud del interesado para fines convenientes.

Atentamente,

Lima, 5 de diciembre del 2022

Manuel Ocsas López  
Jefe de Ventas  
MSA DEL PERÚ S.A.C.

## CONSTANCIA

Otorgado a:

**CASTILLO HURTADO, ELMER ANDRE**

Identificado con DNI 46624409 colaborador de la empresa AVN GROUP S.A.C., por haber aprobado el curso de Inducción en Montaje y Desmontaje de andamios Tubular Multidireccional - Sistema RingScaff.

OSHA 29CFR1926.501-453PARTEL,SUBPARTEX	
N° de horas:	04 horas teórico-práctico.
Fecha:	12 abril 2022
Lugar:	Almacén A.P

Capacitación que se dio en base a los estándares ANSI Z490.1-2016, Criterios y Practicas Aceptadas para el Entrenamiento en Seguridad Salud y Medio Ambiente.



William Barraza Tomas  
Occupational Safety and Health Trainer  
Scaffold Safety Program (SSP)  
OSHAcademy N: 123053-131




Sheyla Pastrana Colonio  
Gerente General

Fecha emisión del Certificado: sábado 30 abril del 2022



La presente constancia tiene vigencia por 01 año a partir de la fecha de emisión indicada.



T&DCA-PT-0864C-2022

## CONSTANCIA

Otorgada a:

**CASTILLO HURTADO ELMER ANDRE**

por haber aprobado satisfactoriamente el curso:

**Aplicación del Estándar sobre Sistemas de Permisos de Trabajo y ART**  
( 4 horas)

Empresa: **AVN GROUP S.A.C.**  
Cargo: **SUPERVISOR**  
Emisión: **7 de Mayo de 2022**  
Válido hasta: **7 de Mayo de 2023**



**Ing. Licia Calixto Ayala**

Transporte & Distribución

