

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecatrónica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mejora del sistema de control de nivel de tanques
de agua en el Campamento Tunshuruco - Minera
Chinalco Perú**

Luis Alberto Aliaga Vicente

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecatrónico

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



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

TSP - ALIAGA VICENTE LUIS ALBERTO

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	2%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
4	cache.industry.siemens.com Fuente de Internet	2%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
9	www.lepsa.com Fuente de Internet	1%

10	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
12	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
20	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
21	www.universidadperu.com	

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to University of the Andes

Trabajo del estudiante

<1 %

23

media.automation24.com

Fuente de Internet

<1 %

24

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

25

controleselectricosfiqt2014.files.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

www.anla.gov.co:82

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad EAFIT

Trabajo del estudiante

<1 %

29

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

30

Submitted to Tecsup

Trabajo del estudiante

<1 %

31

armandofisica.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

32

steel.net.co

Fuente de Internet

<1 %

33

nuevempleo.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

34

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "DAAC Fundo Armonía 4-IGA0016374", R.D.G. N° 246-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022

Publicación

<1 %

35

INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "ITS del Proyecto Mejora Tecnológica en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), a Implementarse en la Planta Dedicada a la Actividad de Producción de Bebidas Alcohólicas-IGA0018511", R.D. N° 00584-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

<1 %

36

Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1 %

37

Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados

Trabajo del estudiante

<1 %

38

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "PAT de las Localidades Mapi LX y Mashira GX en el Lote 57-IGA0001958", R.D. N° 367-2019-MEM/DGAAH, 2020

Publicación

<1 %

39

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

40	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
41	www.imtactsac.com.pe Fuente de Internet	<1 %
42	CARLOS ALFREDO MACHICAO PEREYRA Y ASOCIADOS S.R.L.. "PAMA de Planta de Beneficio y Procesos de Rico Pollo-IGA0015873", R.D.G. N° 042-12-AG-DVM-DGAAA, 2022 Publicación	<1 %
43	Submitted to Systems Link Trabajo del estudiante	<1 %
44	mcfk406.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
46	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
47	www.camisea.com.pe Fuente de Internet	<1 %
48	archive.org Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

50

autoheater.es

Fuente de Internet

<1 %

51

www.doyabiologica.com

Fuente de Internet

<1 %

52

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC.
"EIA-D del Proyecto Desarrollo e Instalaciones
de Producción del Lote 131-IGA0001086", R.D.
N° 108-2017-SENACE/DCA, 2021

Publicación

<1 %

53

SNC LAVALIN PERU S.A.. "Tercera MEIA-D de
la Unidad Minera las Bambas-IGA0001512",
R.D. N° 016-2018-SENACE-PE/DEAR, 2020

Publicación

<1 %

54

www-org.mtas.es

Fuente de Internet

<1 %

55

www.dnic.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

56

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

57

Submitted to Corporación Universitaria del
Caribe

Trabajo del estudiante

<1 %

58

ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C.
"MEIA para la Implementación del Proyecto
Implementar Línea de Cal, Mejoras
Ambientales e Integración de Instrumentos

<1 %

Ambientales en la Planta Condorcocha-
IGA0006877", R.D. N° 081-2018-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

59

UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "ITS de la
Modificación de Sistemas de Tratamiento de
Agua Potable y Aguas Residuales Domésticas
Asociadas a los Campamentos y Casetas de
Control de la Central Hidroeléctrica Marañón-
IGA0015403", R.D.R. N° 128-2016-GR-
HUANUCO/DREMH , 2022

Publicación

<1 %

60

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS
CONSULTORES. "ITS de la Ampliación de
Componentes Auxiliares Temporales del
Proyecto Central Hidroeléctrica Cerro del
Águila-IGA0002902", R.D. N° 273-2015-MEM-
DGAAE, 2020

Publicación

<1 %

61

baixardoc.com

Fuente de Internet

<1 %

62

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

63

eduardo-fisica1.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

64

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

65	repositorio.pucesa.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.ulead.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
68	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
69	tinguablog.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
70	www.fondosunidos.com Fuente de Internet	<1 %
71	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
72	www.radioworld.com Fuente de Internet	<1 %
73	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

RESUMEN EJECUTIVO

Nombre del informe

“Mejora del sistema de control de nivel de tanques de agua en campamento Tunshuruco – Minera Chinalco Perú”

Objetivo

El objetivo del informe es mostrar y detallar las actividades profesionales realizadas por parte del bachiller como Electromecánico de PTAR y PTAP, en una empresa especializada en el tratamiento de agua, para el campamento Tunshuruco.

Ubicación

Las actividades profesionales se realizaron:

Planta de Tratamiento de Agua Potable del campamento Tunshuruco – Minera Chinalco Perú.

Modalidad de Contrato

La modalidad de Contrato para el desarrollo de actividades profesionales brindadas como Electromecánico en la empresa especializada LEPSA, es de contrato temporal con régimen atípico (14x7) en la unidad Minera Chinalco Perú.

Las actividades profesionales

- Mejora de control de nivel de agua de tanques pulmón y de almacenamiento mediante PLC SIEMENS S7-1200.
- Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los equipos y máquinas de las plantas PTAP como bombas centrifugas, verticales, bomba de retorno de lodos, bombas de hipoclorito de calcio, tableros eléctricos, sopladores.
- Realizar un informe Preventivo y Correctivo respectivamente según la actividad realizada en el día de trabajo.
- Realizar el requerimiento de repuestos e insumos consumibles para los mantenimientos del mes siguiente.
- Se recomienda a la empresa comprar un stock de emergencia necesario para mantenimientos inesperados.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de Actividades Profesionales brinda datos sobre las actividades desarrolladas y realizadas por el bachiller en Ingeniería Mecatrónica durante el tiempo de labor con el puesto de Electromecánico en la empresa LEPSA.

Las actividades profesionales requeridas por la empresa LEPSA para el puesto de Electromecánico, buscan que el profesional pueda ejecutar las siguientes actividades:

Realizar una mejora de nivel de los tanques de almacenamiento y pulmón mediante PLC, para evitar fallas no programadas a su vez realizar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos y maquinas en las plantas PTAP, tener conocimiento sobre bombas, tableros eléctricos y seguridad minera; así como mantener los equipos de las plantas en funcionamiento, lograr eficacia y eficiencia en el trabajo.

Las teorías aplicadas para el presente informe de trabajo de suficiencia profesional fueron: Automatización con PLC, Programación Ladder, Mantenimiento Preventivo de equipos, lectura de planos eléctricos en tableros, arranque de bombas, ensamble y desensamble de bombas y seguridad minera.

Dentro del presente trabajo se exponen los siguientes apartados desarrollados a continuación: Capítulo I Aspectos Generales de la Entidad, Capítulo II Aspectos Generales de las Actividades Profesional, Capítulo III Marco Teórico, Capítulo IV Descripción de las Actividades Profesionales, Capítulo V Resultados.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN	1
1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN	1
1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCION Y/O EMPRESA	1
1.3. RESEÑA HISTORICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA.....	2
1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCION Y/O EMPRESA	2
1.5. VISIÓN.....	2
1.6. MISIÓN	2
1.7. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS	3
1.8. DESCRIPCION DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	3
1.9. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	3
CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES ..	5
2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	5
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	6
2.3. PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	7
2.4. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD	7
2.5. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	8
2.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	8
2.6.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	8
2.6.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	8
2.7. RESULTADOS ESPERADOS.....	8
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO.....	9
3.1. BASES TEÓRICAS.....	9
3.1.1. IMPORTANCIA DEL AGUA.....	9
3.1.1.1. EL AGUA EN LA VIDA COTIDIANA	9
3.1.1.2. EL AGUA DENTRO DE LA UNIDAD MINERA	9
3.1.2. MECÁNICA DE FLUIDOS	9
3.2.1.1. TEOREMA DE PASCAL.....	9
3.1.2.2. TEOREMA DE BERNOULLI	11
3.1.2.3. TEOREMA DE TORRICELLI.....	12
3.1.2.4. CÁLCULOS TEÓRICOS.....	12

3.1.3. TRATAMIENTO DE AGUA	14
3.1.3.1. FLUJOGRAMA DE PLANTA DE AGUA POTABLE.....	14
3.1.3.2. TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	14
3.1.4. AUTOMATIZACIÓN	16
3.1.4.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	16
3.1.4.2. AUTÓMATA PROGRAMABLE.....	17
3.1.4.3. CONTROL ON/OFF	18
3.1.4.4. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	18
3.1.5. PROGRAMAS DE AUTOMATIZACIÓN	20
3.1.5.1. PLC SIEMENS S7-1200.....	20
3.1.5.2. PANELES HMI BASIC	22
3.1.5.3. FACTORY I/O.....	23
3.1.5.4. CONNECT I/O	24
3.1.6. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR EL DS 031-2010	25
3.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL CONTROL E INSPECCIÓN	28
3.2.1. LISTA DE NECESIDADES.....	28
3.2.2. MATRIZ MORFOLÓGICA	29
3.2.3. RESULTADO DE MATRIZ MORFOLÓGICA	31
3.2.4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS	32
3.2.5. LÓGICA DE CONTROL	36
3.6. GLOSARIO	37
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	38
4.1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	38
4.1.1. ENFOQUE DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	38
4.1.1.1. ASPECTO TÉCNICA-ECONÓMICA	38
4.1.1.2. ASPECTO SEGURIDAD.....	38
4.1.1.3. ASPECTO DE GESTIÓN Y CALIDAD DE PLANTEAMIENTO.....	38
4.1.2. ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	39
4.1.3. ENTREGABLES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	39
4.2. ASPECTOS TECNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	39
4.2.1. METODOLOGÍAS.....	39
4.2.2. TÉCNICAS	40
4.2.2.1. TRABAJO CON PREVENCIÓN.....	40
4.2.2.2. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN.....	40
4.2.2.3. TÉCNICA DE INTERNET	41
4.2.2.4. TÉCNICA DOCUMENTAL	41
4.2.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN	41

4.2.4. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.....	42
4.3. DESARROLLO	42
4.3.1 ACTIVIDADES EN CAMPO	42
4.4. DIAGRAMA DE CONTROL	51
4.4.1. SIMULACIÓN Y VINCULACIÓN DE PROGRAMAS.....	51
4.5. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	56
4.5.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS.....	56
4.5.2. PROCESO Y SECUENCIA OPERATIVA DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	56
4.5.2.1. INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PTAP TUNSHURUCO	56
4.5.2.2. PLAN DE TRABAJO.....	57
CAPITULO V: RESULTADOS	58
5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	58
5.2. LOGROS ALCANZADOS	58
5.2.1. EN EL ÁMBITO DE LA MEJORA	58
5.2.2. EN EL ÁMBITO PERSONAL.....	59
5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS	59
5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS	59
5.4.1. METODOLOGÍAS PROPUESTAS.....	59
5.4.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	60
5.5. ANÁLISIS	60
5.6. APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.....	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica	6
Ilustración 2. Plano de PTAP	7
Ilustración 3. Vasos Comunicantes.....	11
Ilustración 4. Flujograma de PTAP Tunshuruco	14
Ilustración 5. Ósmosis Inversa RO	15
Ilustración 6. Filtración y Tanques SCI	16
Ilustración 7. Control de Lazo Abierto	17
Ilustración 8. Control de Lazo Cerrado.....	17
Ilustración 9. Autómatas Programable.....	17
Ilustración 10: Control On/Off.....	18
Ilustración 11. Tabla de Verdad y Compuerta OR.....	19
Ilustración 12. Tabla de Verdad y Compuerta AND.....	19
Ilustración 13. Tabla de Verdad y Compuerta NOT	19
Ilustración 14. Tabla de Verdad y Compuerta NOR.....	19
Ilustración 15 de Verdad y Compuerta NAND.....	19
Ilustración 16. Símbolos de contacto y bobina	20
Ilustración 17. Diagrama Ladder	20
Ilustración 18. PLC S7-1200 y sus Partes.....	21
Ilustración 19. Panel SIMATIC HMI Basic.....	23
Ilustración 20. Factory IO	24
Ilustración 21. Connect IO	25
Ilustración 22: Análisis Técnico - Económico.....	31
Ilustración 23: Wincha Métrica	32
Ilustración 24. Sensor Radar Sitrans LR250.....	34
Ilustración 25. LED AV1	35
Ilustración 26. Grafcet de Control	36
Ilustración 27. Metodología de diseño VDI 2221	40
Ilustración 28: Tanque Pulmón	43
Ilustración 29: Recepción de Materiales	44
Ilustración 30: Personal Con Epps para Trabajo en Altura.....	45
Ilustración 31: Tanque con Sensor Radar.	45
Ilustración 32: Personal Subiendo al Tanque por Jaula.	46
Ilustración 33: Bloqueo y Etiquetado de Tablero Eléctrico	47
Ilustración 34. Diagrama de Control CADESIMU	48
Ilustración 35: Tablero Eléctrico Instalado.....	48
Ilustración 36. Programación Ladder en TIA PORTAL.....	52
Ilustración 37. Simulación Factory I/O	52
Ilustración 38. Alerta Nivel Alto Factory I/O	53
Ilustración 39. Nivel Alto Factory I/O	53
Ilustración 40. Alerta Nivel Alto CADESIMU.....	54
Ilustración 41: Alerta Baja Factory IO.....	54
Ilustración 42: Nivel Bajo Factory IO	55
Ilustración 43. Alerta Baja CADESIMU	55
Ilustración 44. Cronograma de Actividades.....	56
Ilustración 45. Datasheet de LED AV1	67
Ilustración 46. Datasheet de Sensor RADAR Sitrans LR 250 – Parte 1	68
Ilustración 47.. Datasheet de Sensor RADAR Sitrans LR 250 – Parte 2.....	69
Ilustración 48: OT de Instalación de Sensor Radar.....	69

Ilustración 49: IPERC CONTINUO de Instalación de Sensor Radar.....	70
Ilustración 50: IPERC CONTINUO de Instalación de Sensor Radar.....	70
Ilustración 51: PERMISO ESCRITO DE TRABAJO EN ALTURA.....	71
Ilustración 52: PERMISO ESCRITO DE TRABAJO EN ALTURA.....	71
Ilustración 53: FORMATO DE INSPECCIÓN DE ESCALERAS.....	72
Ilustración 54: CHECK LIST DE ARNÉS Y LINEA DE VIDA.....	72
Ilustración 55:PETAR DE TRABAJO CON ENERGIA ELECTRICA.....	73
Ilustración 56: PETAR DE TRABAJO CON ENERGIA ELECTRICA.....	73
Ilustración 57: PETAR BLOQUEO Y ETIQUETADO.....	74
Ilustración 58: PETAR BLOQUEO Y ETIQUETADO.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. LMP de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.....	26
Tabla 2. LMP de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.....	27
Tabla 3. Lista de Necesidades.....	28
Tabla 4. Matriz morfológica	29
Tabla 5: Valor Técnico	30
Tabla 6: Valor Económico	30
Tabla 7. Diferencia entre dispositivos PLC	33
Tabla 8. Sensor Radar Sitrans LR250 y características	34
Tabla 9. Estándar de Calidad Ambiental para Ruido.....	35
Tabla 10. Características de LED AV1.....	35
Tabla 11 de Requerimiento de Materiales	43
Tabla 12: Formato de Recepción de Materiales.....	44
Tabla 13: Formato de Instalación de Materiales	49
Tabla 14: Formato de Prueba	50
Tabla 15: Formato de Prueba.....	50
Tabla 16: Formato de Prueba.....	51
Tabla 17. Plan de Trabajo	57
Tabla 18: Resultados Cuantitativos y Cualitativos	58
Tabla 19. Elementos y Características del PLC.....	65
Tabla 20. Modelos de CPU.....	66

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN

1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN

LEPSA S.A.C., es una empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de equipos en plástico reforzado con fibra de vidrio y suministro, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua potable y residual, está comprometida con la satisfacción de sus clientes, ofreciéndoles productos y servicios de acuerdo a las especificaciones técnicas, requisitos aplicables y en los tiempos establecidos.

Mejoraremos continuamente la eficiencia y eficacia de nuestro sistema de gestión de calidad mediante su revisión, el cual se basará en la capacitación de nuestro personal, la interrelación permanente con nuestros proveedores externos y en la aplicación de procedimientos que aseguren los logros de los objetivos de calidad.

RUC: 20466477771

Razón Social: LEPSA S. A. C.

Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada

Condición: Activo

Fecha Inicio Actividades: 04 de abril / 2000

Actividades Comerciales: Actividad de Arquitectura e Ingeniería, Construcción de edificios completos

CIIU: 74218

Dirección Legal: Jr. Las Gardenias Mza D Lote 14

Distrito / Ciudad: Lurín / Lima

Departamento: Lima, Perú

1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

Actualmente, se encuentra como empresa especializada en tratamiento de Agua Potable y Agua Residual Doméstica, dentro de los campamentos de Tunshuruco, Tuctu y Nueva Ciudad dentro del proyecto minero Toromocho, CHINALCO.

Para lo cual se cuenta con diversas plantas para el proceso de tratamiento de agua, como Osmosis Inversa RO, Filtración y Tanques SCI de diferentes categorías de tratamiento de agua,

según el caudal de ingreso y salida, necesario para cada tipo de campamento ya mencionado en la parte anterior.

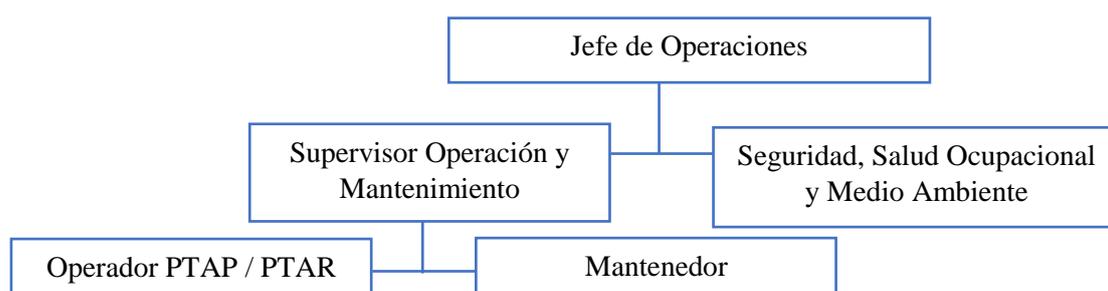
1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

LEPSA S.A.C. fue fundada en el año 2000, registrada con el RUC 20466477771, contando con una división de tratamiento de agua y efluentes (DTAE), la cual ha tenido un largo recorrido y crecimiento.

En el 2018 la dirección de Lepsa toma la decisión de convertir la DTAE en una empresa independiente con su propio capital accionario.

En marzo del 2019 se funda Aqualep S.A.C. para continuar con desarrollo de saneamiento a nivel nacional e internacional vía las sucursales de LEPSA en Bolivia y Chile.

1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA



1.5. VISIÓN

Ser una empresa líder, altamente rentable y reconocida por sus buenas prácticas sociales, ambientales y económicas, orientadas a satisfacer las necesidades de sus clientes con un equipo altamente competitivo.

1.6. MISIÓN

Brindar la mejor opción en equipos FRP con los más altos estándares de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente; facilitando a nuestros clientes, la logística para contribuir al éxito de sus proyectos y al desarrollo de sus operaciones.

Valores:

- Confianza.
- Transparencia y cultura.

- Responsabilidad.
- Integridad.
- Disponibilidad al cambio (Innovadores).
- Trabajo en equipo.
- Lealtad.
- Honestidad.

1.7. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS

Es una empresa especializada en el tratamiento de agua potable y residual, así mismo del mantenimiento y reparación de equipos eléctricos y mecánicos; también se realizan todas las labores dentro de la Unidad Minera Toromocho – Chinalco, que es la encargada de fiscalizar el trabajo de la empresa, a su vez los parámetros de las plantas de rigen a normas de tratamiento de agua potable como: Decreto Supremo N°031-2010-SA, Decreto Supremo N°002-2008-MINAM y el tratamiento de agua residual como: Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

1.8. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES

Las actividades profesionales se desarrollan en la Unidad Minera Toromocho – Chinalco se ubica en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín a una altitud de 4500 m.s.n.m., específicamente en el área de Mantenimiento de la empresa especializada de tratamiento de Agua Potable y Agua Residual Domestica LEPSA (área técnica).

La empresa especializada en mención tiene como jefe de operaciones al Ingeniero Cristian Osco Rivera, como supervisor al Ingeniero Jorge Meza, como SSOMA a la ingeniera Dennisse Huamán Parra.

1.9. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

El cargo ocupado es de “Electromecánico de PTAP – PTAR” y se tiene como responsabilidad lo siguiente:

Mejora de control de nivel de tanques pulmón y de almacenamiento mediante PLC SIEMENS S7-1200.

- Realizar mantenimientos preventivos a los equipos dentro de las plantas potable y residual, respectivamente.

- Realizar mantenimiento correctivo de bombas centrífugas, sumergibles, cloro, tuberías, rodajes dentro de las plantas ya mencionadas.
- Realizar informes de los trabajos ejecutados ya sean de carácter de mantenimiento preventivo o correctivo, respectivamente.
- Realizar control de voltaje, amperaje y continuidad dentro de los tableros eléctricos en ambas plantas.
- Realizar control de temperatura de bombas centrífugas de agua dentro de las plantas osmosis inversa y filtración.
- Realizar inspección de tuberías y cambio de ellas en caso de que se detecte una falla por congelamiento.
- Realizar inspección de válvulas check que trabajan con la solución de hipoclorito de calcio y las bombas de estas respectivamente.
- Inspeccionar el estado de los flujómetros instalados en ambas plantas para tener un control sobre el consumo de agua.
- Implementación y trenzado de cables para la instalación de tableros eléctricos, respectivamente.

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

LEPSA S.A.C, es una empresa que se especializa en la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua potable y agua residual, actualmente es parte del Proyecto Toromocho en la Unidad Minera Chinalco teniendo por objetivo abastecer el consumo humano y otros fines.

Minera Chinalco cuenta con 3 campamentos: Tuctu, Tunshuruco y Carhuacoto; el agua que se procesa proviene de un pozo subterráneo llamado RW3 el cual trabaja en intervalos de 3 horas de funcionamiento y 1 hora de descanso abasteciendo a 2 tanques pulmón que contienen agua cruda para después ingresar a los tratamientos correspondientes, estos tanques deben contar con un porcentaje de agua mayor a 30% para prevenir averías y mermar la posibilidad de que un activo falle, hoy en día LEPSA S.A.C brinda servicios en Tuctu y Tunshuruco.

En ambos campamentos se cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD).

En la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) se ejecuta dos procesos: El tratamiento de Ósmosis Inversa RO procesa 10m³/hora siendo conservados en 6 tanques de almacenamiento de 90m³ abasteciendo mediante una Cámara de Bombeo Osmosis a cocina y tópicos; y el Tratamiento de Agua RO filtración y tanques SCI procesa 35m³/hora siendo conservados en 11 tanques de almacenamiento de 90m³, abasteciendo mediante una Cámara de Bombeo Filtración a módulos y lavandería; la PTAP y los tanques de almacenamiento se acoplan mediante vasos comunicantes, de forma diaria se ejecuta el monitoreo de parámetros físicos y biológicos cumpliendo la calidad de agua para el consumo humano el D.S. N° 031-2010-SA.

Cumpliendo con los monitoreos de los parámetros que realiza la compañía Minera Chinalco de forma directa con frecuencia quincenal o mensual, teniendo en cuenta que se tiene Paradas de Planta (PDP) y la concurrencia de la fuerza laboral en los campamentos aumenta en un 35%, se debe abastecer con la PTAP; en promedio se abastece con 323m³ diario y con incremento de la Parada de Planta (PDP) se abastece con 436.05m³ diario.

Los parámetros dentro de los tanques de almacenamiento deben estar dentro de lo estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA, por lo tanto, es fundamental realizar el seguimiento correspondiente; al presente se realizan 4 monitoreos durante las 24 horas: 2 durante el periodo diurno y 2 durante el periodo nocturno; el proceso consta de tomar una muestra de 500 ml de ambos tratamientos y sus tanques de almacenamiento con una jarra, para después realizar el

monitoreo de los parámetros con: Multiparámetro (PH, Conductividad, Temperatura), Turbidímetro (Turbidez) y Colorímetro (Cloro).

Por las condiciones climáticas en el turno noche, los operadores con frecuencia tienden a enfermar y por consecuencia la fuerza laboral disminuye.

2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El asiento minero Toromocho pertenece al distrito de Morococha, provincia de Yauli y Departamento de Junín, situándose en las siguientes coordenadas:

- Coordenadas UTM

UTM 8716 931,81 N; 375818,94 E

- Coordenadas Geográficas

Latitud: 11°40'18.59"S Longitud: 76° 8'17.84"O



Ilustración 1. Ubicación geográfica

Fuente: Google Earth

2.3. PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

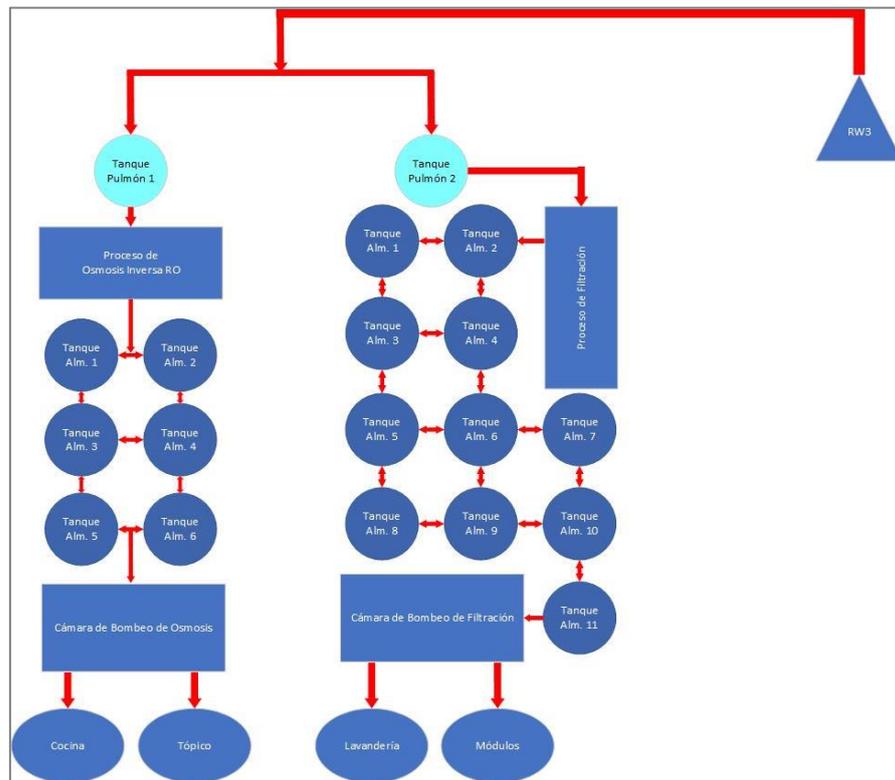


Ilustración 2. Plano de PTAP

Fuente: Elaboración Propia

2.4. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD

- La empresa LEPSA S.A.C. requiere de una mejora en el control de niveles de agua dentro de los tanques, para evitar fallas dentro de los equipos por falta de suministro para procesar.
- Empresa LEPSA S.A.C. requiere un programa de mantenimiento predictivo de sus equipos respecto a las tendencias de falla y mantenimiento preventivo ya existente.
- Empresa LEPSA S.A.C. tiene la necesidad de procesar más agua en paradas de planta (PDP) o eventos dentro de la minera.
- Empresa LEPSA S.A.C. requiere de una automatización en nivel y parámetros físicos del agua para procesar mayor cantidad y abastecer las paradas de planta (PDP).
- Empresa LEPSA S.A.C. requiere de alarmas de prevención cuando los tanques se encuentren con bajo nivel de agua.

2.5. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar los sistemas de medición de nivel automático de los tanques de agua.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificación de instrumentos de automatización.
- Lógica de control.
- Tablero de control PLC.

2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.6.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La participación como profesional en la presente mejora, permite desarrollar cualidades profesionales que fueron adquiridas durante la etapa universitario como, por ejemplo, mecánica de fluidos, diseño de dispositivos mecatrónicos, automatización industrial, dispositivos de interconexión.

Este proyecto se desarrolla a través de un conocimiento teórico y práctico dentro del proyecto con un control de calidad efectivo.

2.6.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Se obtuvo información del monitoreo teniendo en cuenta el criterio que consta de predecir el nivel del agua mediante el sonido, como consecuencia existe un margen de error elevado para la ejecución de la actividad hasta la actualidad, con este proyecto se busca mejorar el sistema de control de nivel de tanques de agua para el abastecimiento al campamento Tunshuruco mermando el margen de error y disminuir las fallas en los equipos.

2.7. RESULTADOS ESPERADOS

- Mejorar el control del nivel de los tanques de agua para el abastecimiento al campamento Tunshuruco – Minera Chinalco.
- Disminuir el margen de error para el control de los niveles de tanques de agua.
- Alarmar el bajo nivel de agua, reduciendo fallas dentro de los equipos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. BASES TEÓRICAS

3.1.1. IMPORTANCIA DEL AGUA

3.1.1.1. EL AGUA EN LA VIDA COTIDIANA

El agua es uno de los recursos más importantes para los seres vivos, debido a que no se utiliza solamente para beberlo o hidratarse, también regula los ecosistemas terrestres, para poder mantener un equilibrio en la flora y fauna [1].

La importancia del agua para el ser humano es evidente debido a su alta presencia en el cuerpo humano, alcanzando las dos terceras partes de este, por lo que no se podría sobrevivir más de 3 o 4 días sin este componente.

A su vez, el agua contribuye en actividades del ser humano, como agricultura, ganadería, industria y uso doméstico.

3.1.1.2. EL AGUA DENTRO DE LA UNIDAD MINERA

Tiene usos industriales y domésticos, debido a que para poder procesar el mineral, ya sea por flotación o lixiviación, es necesario una cierta cantidad de agua y otros químicos, para poder realizar un correcto tratamiento del cobre y quitar las impurezas que este pueda presentar [2].

En fines domésticos el agua es utilizado dentro de cocina, tópicos, módulos y lavandería, cada uno con parámetros normados según la ley, por lo que la empresa LEPSA S.A.C. se encarga del tratamiento del agua potable a través de 2 diferentes plantas, ósmosis antigua y multitech, a si abasteciendo de este recurso muy importante al campamento Tunshuruco de la Minera Chinalco, las 24 horas del día.

3.1.2. MECÁNICA DE FLUIDOS

3.2.1.1. TEOREMA DE PASCAL

El científico Blaise Pascal en su teorema hace referencia a la presión del agua o cualquier fluido que no puede ser comprimido, en depósitos sólidos no deformables.

Para entender mejor el teorema de Pascal primero es importante saber las propiedades de los fluidos:

- Densidad:

Se define a la densidad como la masa por unidad de volumen, unidad según sistema internacional (kg/ m³).

Para el agua la densidad no varía de un punto a otro y puede definirse como:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- **Peso Específico:**

El peso específico se define como peso por unidad de volumen, unidad según sistema internacional (N/ m³)

Para el agua por ser un fluido homogéneo se puede definir como:

$$\gamma = mg/V$$

- **Volumen Especifico:**

Se denomina volumen específico al volumen ocupado por unidad de masa, unidad según sistema internacional (m³/kg).

Para el agua por ser un líquido homogéneo se define como:

$$v = 1/\rho$$

- **Viscosidad:**

Caracteriza la resistencia del movimiento del fluido, o rozamiento al movimiento dentro de un sólido, la viscosidad siempre está presente tanto en fluidos compresibles como incompresibles, pero en fluidos perfectos como el agua no es tan tomado en cuenta debido a que su efecto es muy pequeño.

Los fluidos compresibles son aquellos que se expanden o comprimen dependiendo de la presión ejercida dentro de estos, los gases son fluidos compresibles por experiencia.

Los fluidos incompresibles son aquellos que no cambian su volumen por efectos de presión, los líquidos y sólidos son incompresibles.

- **Presión:**

Se define como el valor absoluto de la fuerza por unidad de superficie a través de una pequeña superficie que pasa por ese punto, su unidad en el sistema internacional es Pascal (1Pa=1 N/ m²).

En un fluido incompresible, las variaciones locales de presión se transmiten íntegramente a todos los puntos del fluido y en todos los sentidos, así como a las superficies en contacto con el fluido, es decir que, si realizas una presión en cualquier punto de la superficie, esta misma presión afectará a todos los puntos del líquido dentro del recipiente.

La diferencia de presiones entre dos puntos determinados depende únicamente de la Δh para un fluido [3].

3.1.2.2. TEOREMA DE BERNOULLI

Cuando se ponen en comunicación dos depósitos o tanques que contengan el mismo líquido que a un inicio pueden estar a distinta altura de niveles, el nivel de uno de estos tiende a bajar para compensar el otro y se consiga la igualdad entre ambos, la carga se transfiere a través del conductor de un tanque a otro hasta que se consiga la igualdad.

Este principio de vasos comunicantes es consecuencia de una ecuación fundamental de la hidrostática, debido a que, si tenemos dos tanques 1 y 2, situados en el mismo nivel, las presiones hidrostáticas de estos serán las mismas:

$$P_1 = P_2$$

Este principio se explica debido a que la presión atmosférica y gravedad dentro de los recipientes van a ser constantes, por lo que la presión hidrostática va a ser siempre la misma, gracias a esto las alturas también deberían ser iguales:

Ejemplo:

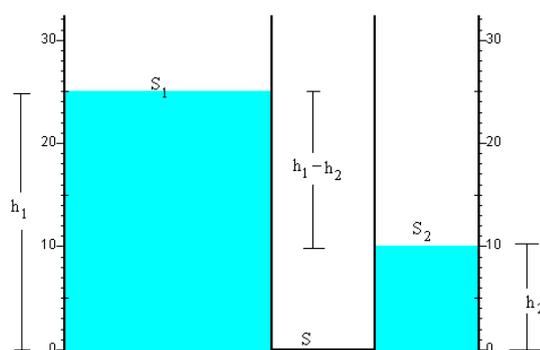


Ilustración 3. Vasos Comunicantes

Fuente: SC EHU

Donde $h_1 > h_2$, y se apertura la comunicación entre ambas la h_1 se reduce y la h_2 se incrementa para poder obtener una altura igual sin cambiar la cantidad de flujo inicial.

$$s_1 h_1 + s_2 h_2 = (s_1 + s_2) h_{eq}$$

Donde h_{eq} es la altura final en equilibrio.

El físico Suizo Daniel Bernoulli (1700-1782), al estudiar los comportamientos de los líquidos, descubre que:

La presión de un líquido que fluye dentro de una tubería es baja si la magnitud de su velocidad baja, por tanto, la ley de la conservación de la energía cumple en líquidos en movimiento, en

un líquido ideal la suma de las energías cinéticas, potencial y de presión en un punto del líquido es la misma en la suma de cualquier otro punto.

- Energía Cinética:

Se genera con la velocidad y la masa del líquido:

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2$$

- Energía Potencial:

Se genera con la altura del líquido respecto a un punto de referencia:

$$Ep = mgh$$

- Energía de Presión:

Se genera por la presión de las moléculas del líquido que ejercen entre sí:

$$E_{presion} = P \cdot \frac{m}{\rho}$$

Como la suma energías en un punto del fluido es igual a la suma en cualquier otro punto, se llega a la conclusión de que la fórmula de Bernoulli es:

$$\frac{V_1^2}{2} + gh_1 + \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{V_2^2}{2} + gh_2 + \frac{P_2}{\rho_2}$$

3.1.2.3. TEOREMA DE TORRICELLI

Una de las más importantes aplicaciones del teorema de Bernoulli es para poder calcular la velocidad de salida de un líquido en un orificio de un recipiente o tanque, a esta aplicación se le conoce como teorema de Torricelli.

El físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647), enunció el teorema explicando que la velocidad con la que un líquido sale por un orificio es igual a la del cuerpo que se dejaría caer desde la superficie hasta la altura del agujero dentro del tanque.

La ecuación desarrollada es:

$$v = \sqrt{2gh}$$

3.1.2.4. CÁLCULOS TEÓRICOS

- Cálculo para el radio del tanque:

$$V = h * A$$

$$V = h * (\pi * r^2)$$

$$90m^3 = 10m * (\pi * r^2)$$

$$r = 1,6925m$$

- Cálculo para corroborar el teorema de vasos comunicantes:

$$s_1 h_1 + s_2 h_2 = (s_1 + s_2) h_{eq}$$

$$10m^2 * 6m + 15m^2 * 5m = (10 + 15)h_{eq}$$

$$5.4m = h_{eq}$$

- Cálculo para saber el tiempo de equivalencia de altura:

$$v1 = \sqrt{2gh}$$

$$v1 = \sqrt{2 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 6m}$$

$$v1 = 10,84 \frac{m}{s}$$

3.1.3. TRATAMIENTO DE AGUA

3.1.3.1. FLUJOGRAMA DE PLANTA DE AGUA POTABLE

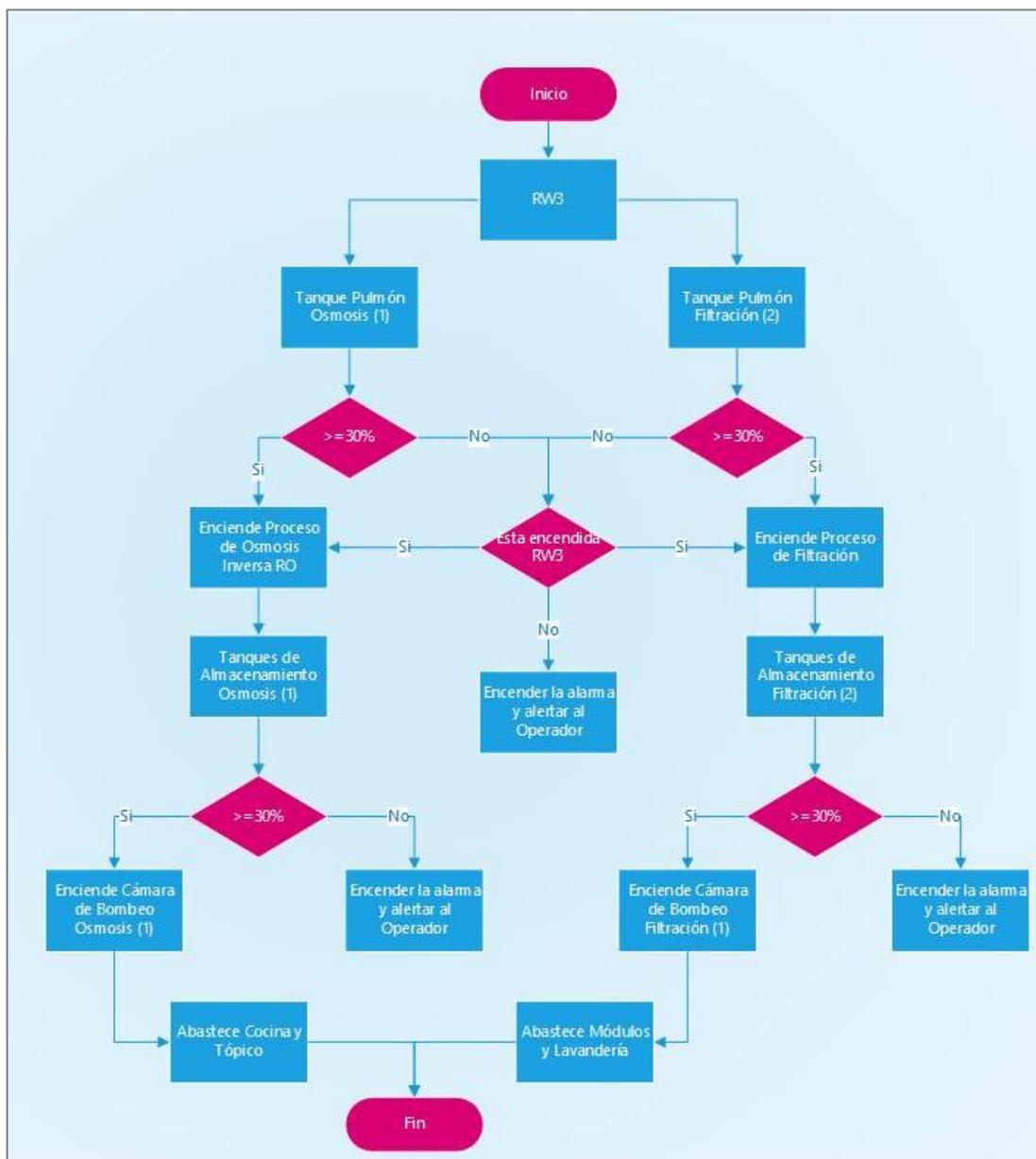


Ilustración 4. Flujograma de PTAP Tunshuruco

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2. TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

En la empresa Chinalco se cuenta con dos tipos de tratamientos de agua con diferentes usos:

- TRATAMIENTO DE AGUA POR OSMOSIS INVERSA RO

Dentro de este proceso se procura obtener mejores parámetros físicos como PH, Conductividad Eléctrica, Metales Totales, Dureza, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales (TDS), Salinidad, Color, Alcalinidad y otros parámetros. Es tecnología que a través de un tratamiento

fisicoquímico elimina las impurezas del agua debido a que el agua procesada atraviesa membranas semipermeables.

Este procedimiento se produce por la diferencia de presión hidrostática [4].

Para poder purificar el agua es necesario vencer la presión Osmótica, debido a que el agua tiende a atravesar tuberías, mallas y filtros con una presión elevada, la cual permite eliminar partículas disueltas del agua atrapándolas en los filtros o membranas.

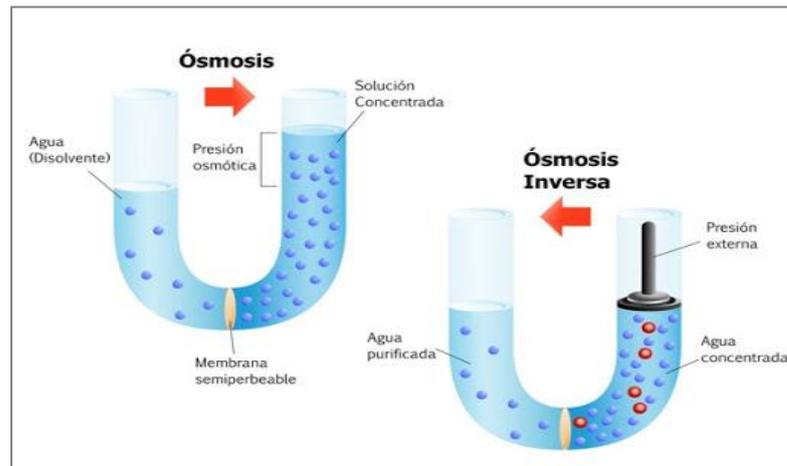


Ilustración 5. Ósmosis Inversa RO

Fuente: Carbotecnia

- **TRATAMIENTO DE AGUA POR FILTRACIÓN Y TANQUES SCI**

Es el encargado de hacer pasar el agua a través de tuberías y filtros granulares, carbón activado y cartuchos, para poder mejorar los parámetros físicos del agua, debido a que los filtros granulares consta de un medio filtrante el cual consta de:

- Filtro de arena, se ejecuta mediante una corriente de aire húmedo filtrante, la cual mediante arena retiene partículas del agua menores a la de la arena.
- Filtro de grava de cuarzo, se ejecuta de la misma forma que el filtro de arena, con la diferencia de atrapar partículas de menor tamaño que la grava.
- Filtro de zeolita, es mayormente utilizada para poder reducir la turbiedad del agua debido a que las partículas se adhieren a la superficie de zeolita.
- Filtros de cartucho, son cartuchos de ciertas longitudes las cuales evitan el paso de sólidos y limo en suspensión, destruyendo algunos patógenos.
- Filtro de carbón activado, es utilizado mayormente para quitar el olor al agua después de pasar el proceso.



Ilustración 6. Filtración y Tanques SCI

Fuente: PureWater

3.1.4. AUTOMATIZACIÓN

3.1.4.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Desde el inicio de la época industrial, la automatización se ha convertido en un mecanismo para poder reducir tiempos en producción, realizar tareas complejas, aumentar la rentabilidad y calidad de los productos, lo cual genera una mayor competencia en el mercado.

La real academia de ciencias físicas y naturales ha definido a la automática como el estudio de métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un ordenador artificial [5].

Como en todo proceso es muy difícil para el ser humano poder monitorear muchos procesos en las diferentes condiciones en sus centros de labor, se optó por la creación de equipos capaces de procesar y memorizar datos o variables físicas.

La mayoría de los procesos industriales pueden automatizarse, este proceso puede dividirse en 2 partes: una parte física, que realiza los procesos o decepciona los mismos y la otra la parte de control o programación, la cual es la encargada de mediante sensores y equipos programables, ordenar las funciones a realizar, estas son dirigidas mediante microcontroladores [6].

Actualmente, existen dos formas comunes para poder automatizar, estas son definidas como control de lazo cerrado y abierto:

- **Control de Lazo Abierto:**

Un control de lazo abierto se caracteriza por no contar con un sistema de medición para evaluar la salida, o en algunos casos se mide, pero no influye en el valor de la entrada.

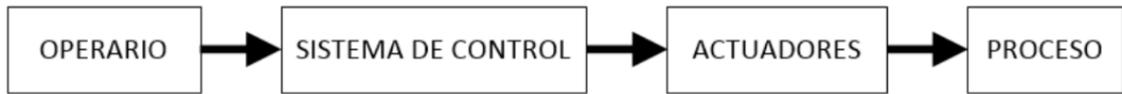


Ilustración 7. Control de Lazo Abierto

Fuente: Romera J. Pedro

- El control de Lazo Cerrado:

Se caracteriza por el uso de sensores dentro del proceso, corrigiendo los errores o desviaciones en el sistema constantemente. Esto se realiza gracias a un automatismo o procesador el cual evalúa los valores del sensor y busca regularlo. [7]

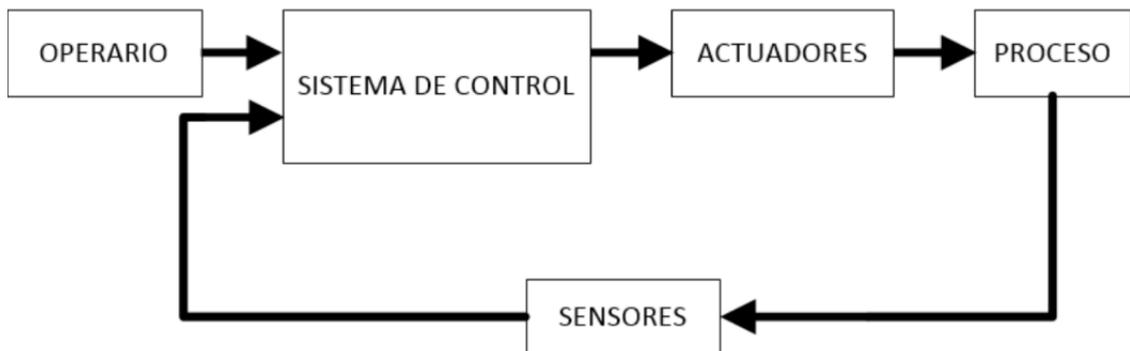


Ilustración 8. Control de Lazo Cerrado

Fuente: Romera J. Pedro

3.1.4.2. AUTÓMATA PROGRAMABLE

Es la unidad de control, generado a través de un microcontrolador, encargado de controlar en tiempo real procesos secuenciales, almacenando todas las interfaces y datos generados en el campo.

Al conjunto de señales de consigna y de realimentación que ingresan de forma constante al autómata se llama entradas y al conjunto de señales de control se denomina salidas.

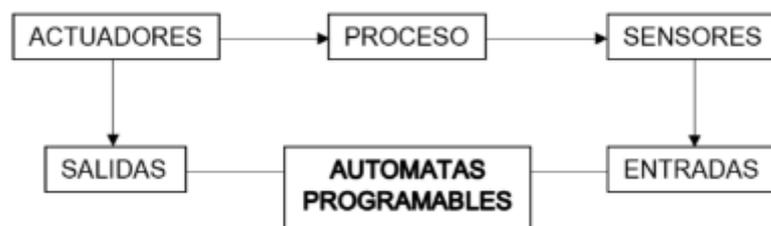


Ilustración 9. Autómatas Programable

Fuente: Romera J. Pedro

Los autómatas presentan dos tipos de variables:

- Variables Externas:

Variable Todo/Nada: Son variables que entregan señal en dos estados, 1 y 0.

Variabes Analógicas: Son variables que entregan señal de tensión suministrada mediante un variador.

- Variables Internas: Estas son variables que vienen dentro del microcontrolador como las operaciones lógicas o aritméticas que se modifican dentro de la programación del microcontrolador.

3.1.4.3. CONTROL ON/OFF

Es un tipo de controlador económico, que utiliza un algoritmo simple, capaz de detectar si la variable en estudio está por encima o debajo del setpoint determinado o programado, en palabras técnicas es un controlador cambiante entre On u Off [8], sin la presencia de intermedios como se muestra en la Ilustración 10.

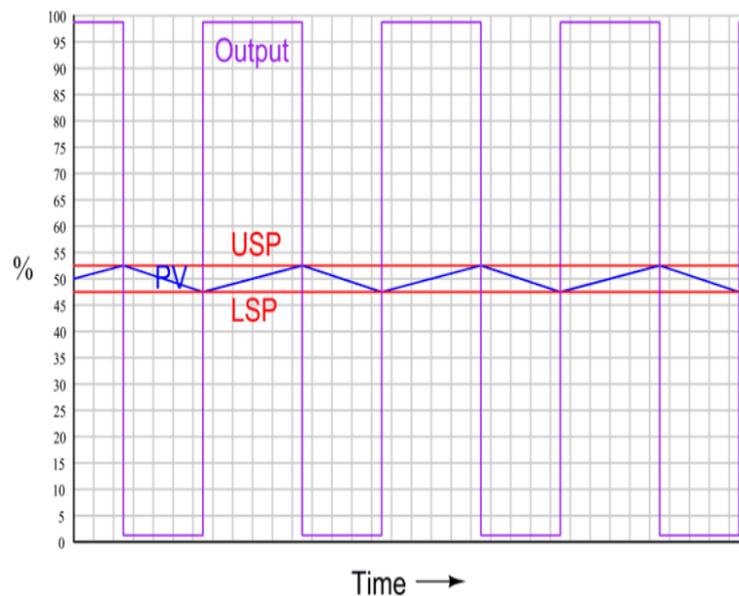


Ilustración 10: Control On/Off

Fuente: Instrumentación y Control

En el presente proyecto se utilizará un sistema de lazo cerrado con controlador On y Off debido a la necesidad de encender las alarmas sonoras y visuales en los casos en los cuales el tanque se encuentre a más del 90% o en el caso donde este por los 30% de su capacidad máxima.

3.1.4.4. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Es una estructura la cual da indicaciones a un programa, normalmente se le conoce como algoritmo debido a que son un conjunto de instrucciones o reglas definidas por el programador, para realizar una acción mediante pasos sucesivos.

- COMPUERTAS LÓGICAS Y ALGEBRA BOOLEANA

Las compuertas lógicas son circuitos lógicos fundamentales que para poder operarse es necesario el uso de algebra Booleana.

Las compuertas lógicas son:

A	B	$X=A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

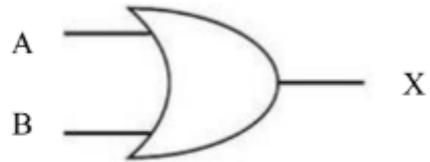


Ilustración 11. Tabla de Verdad y Compuerta OR

Fuente: Sistemas Digitales

A	B	$X=AB$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

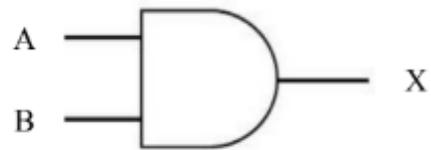


Ilustración 12. Tabla de Verdad y Compuerta AND

Fuente: Sistemas Digitales

A	$X=A$
0	1
1	0

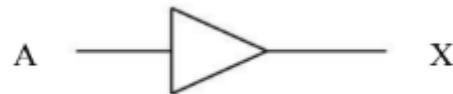


Ilustración 13. Tabla de Verdad y Compuerta NOT

Fuente: Sistemas Digitales

A	B	$X=A+B$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

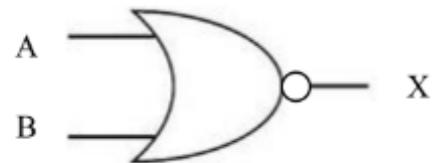


Ilustración 14. Tabla de Verdad y Compuerta NOR

Fuente: Sistemas Digitales

A	B	$X=AB$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

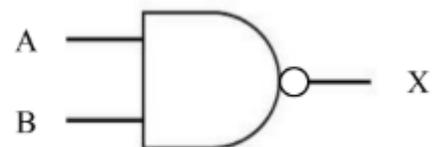


Ilustración 15 de Verdad y Compuerta NAND

Fuente: Sistema Digitales

- LENGUAJE LADDER

Es un lenguaje gráfico, generado del lenguaje de relés, se utilizan símbolos que representan contactos y bobinas, se basa en esquemas eléctricos de control clásicos, en un lenguaje estandarizado IEC-61131-3 (Norma por la comisión electrónica internacional, estandariza los autónomos programables).

Los símbolos que representan contactos y bobinas son:

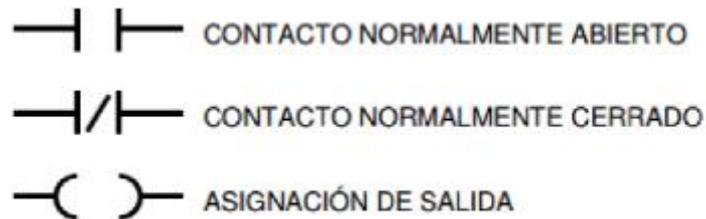


Ilustración 16. Símbolos de contacto y bobina

Fuente: Electrotecnia

Este lenguaje utiliza diagramas de líneas verticales la cual representa la tensión al lado izquierdo y la tierra al lado derecho.

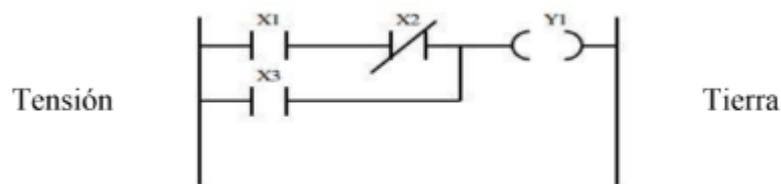


Ilustración 17. Diagrama Ladder

Fuente: Electrotecnia

- GRAFCET

Es un diagrama funcional utilizado para demostrar el proceso de la automatización, indicando la acción que se realiza en el proceso e informaciones, a su vez facilita el dialogo entre personas con grados de instrucción técnicas diferentes, tanto al momento de analizar el proceso a automatizar y detectar las posibles fallas que puedan registrarse en un futuro.

3.1.5. PROGRAMAS DE AUTOMATIZACIÓN

3.1.5.1. PLC SIEMENS S7-1200

El controlador PLC S7-1200 de la marca SIEMENS, ofrece una gran flexibilidad y potencia para poder controlar dispositivos en las diferentes escalas de automatización.

EL CPU es una caja compacta y contiene: Un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, Profinet incorporado y E/S de Motion Control rápidas.

La automatización mediante el PLC se basa en la lógica cargada en la CPU, la cual se encarga de controlar las salidas mediante las entradas conectadas y programadas las cuales pueden ser lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, motion control [9].

La CPU incorpora un puerto PROFINET para su comunicación, también cuenta con módulos adicionales para la comunicación a través de redes y protocolo como los siguientes:

- PROFIBUS
- GPRS
- LTE
- WAN
- RS485
- RS232
- RS422
- CEI
- DNP3
- USS
- MODBUS

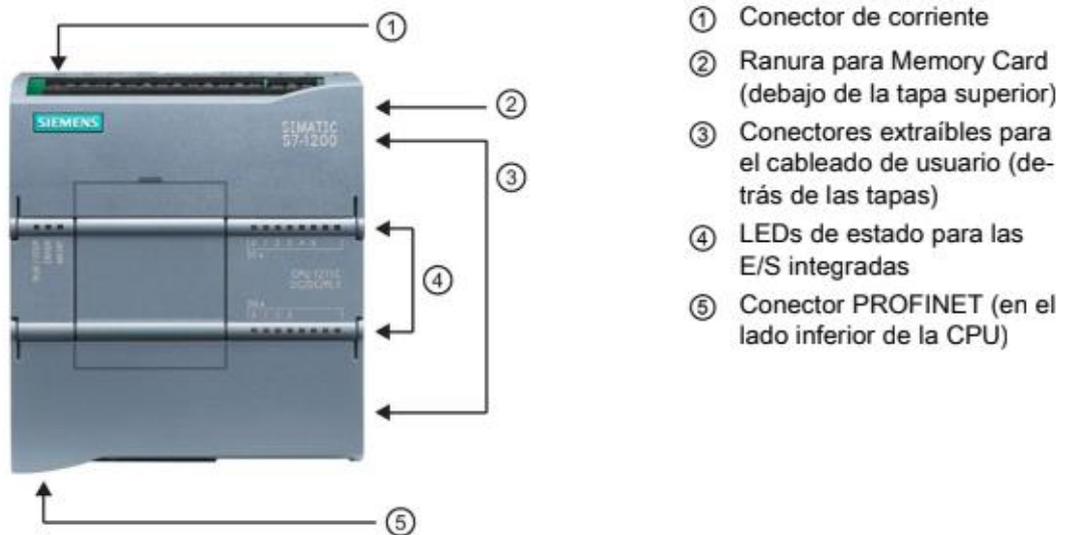


Ilustración 18. PLC S7-1200 y sus Partes

Fuente: Siemens S7-1200

Dentro de la versión S7-1200 se cuenta con diferentes modelos de CPU los cuales ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas en los diferentes casos de automatización, los cuales serán detallados en la tabla N°14.

El PLC S7-1200 y sus modelos de CPU cuentan con diferentes modelos para cada automatización a realizar, los cuales serán detallados en la tabla N°15.

3.1.5.2. PANELES HMI BASIC

Los paneles SIMATIC HMI Basic incorporan una pantalla táctil para el control básico por parte del operador y tareas de control automatizadas. Todos los paneles y en sus diferentes versiones cuentan con el grado de protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y Nema 4x.

Los paneles HMI son:

- KTP KTP400 Basic: pantalla táctil de 4 pulgadas con 4 teclas configurables, resolución de 480 x 272 y 800 variables.
- KTP700 Basic: pantalla táctil de 7 pulgadas con 8 teclas configurables, resolución de 800 x 480 y 800 variables.
- KTP700 Basic DP: pantalla táctil de 7 pulgadas con 8 teclas configurables, resolución de 800 x 480 y 800 variables.
- KTP900 Basic: pantalla táctil de 9 pulgadas con 8 teclas configurables, resolución de 800 x 480 y 800 variables.
- KTP1200 Basic: pantalla táctil de 12 pulgadas con 10 teclas configurables, resolución de 800 x 480 y 800 variables.
- KTP 1200 Basic DP: pantalla táctil de 12 pulgadas con 10 teclas configurables, resolución de 800 x 400 y 800 variables [9].

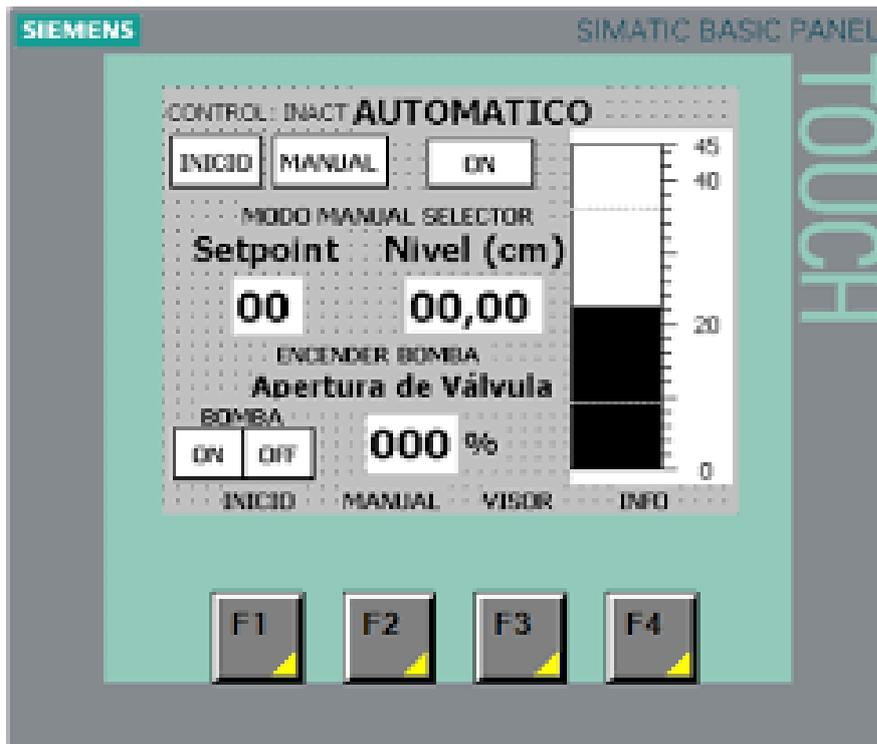


Ilustración 19. Panel SIMATIC HMI Basic

Fuente: Siemens HMI

3.1.5.3. FACTORY I/O

Es un software que simula en tiempo real sistemas industriales en 3D, teniendo interconexión con diferentes dispositivos, como Arduino UNO, PLC Siemens.

Contiene una amplia biblioteca de piezas y componentes funcionales que representan equipos industriales, a su vez contiene escenarios de plantas comunes, actualmente se puede interconectar con diferentes tecnologías de automatización gracias a los siguientes drivers:

- Open (SDK)
- Advantech USB-4704
- Advantech USB-4750
- Automgen TCP/IP Server
- MHJ
- ModbusTCP/IP Client
- Modbus TCP/IP Server
- ¡Siemens LOGO! 0BA7 TCP/IP
- ¡Siemens LOGO! 0BA8 TCP/IP
- Siemens S7-300 TCP/IP

- Siemens S7-400 TCP/IP
- Siemens S7-1200 TCP/IP
- Siemens S7-1500 TCP/IP
- Siemens S7-PLCSIM

El software es diseñado por la empresa real games; los cuales han desarrollado más plataformas virtuales, útiles en la automatización como lo es: Home I/O el cual demuestra una simulación domótica.

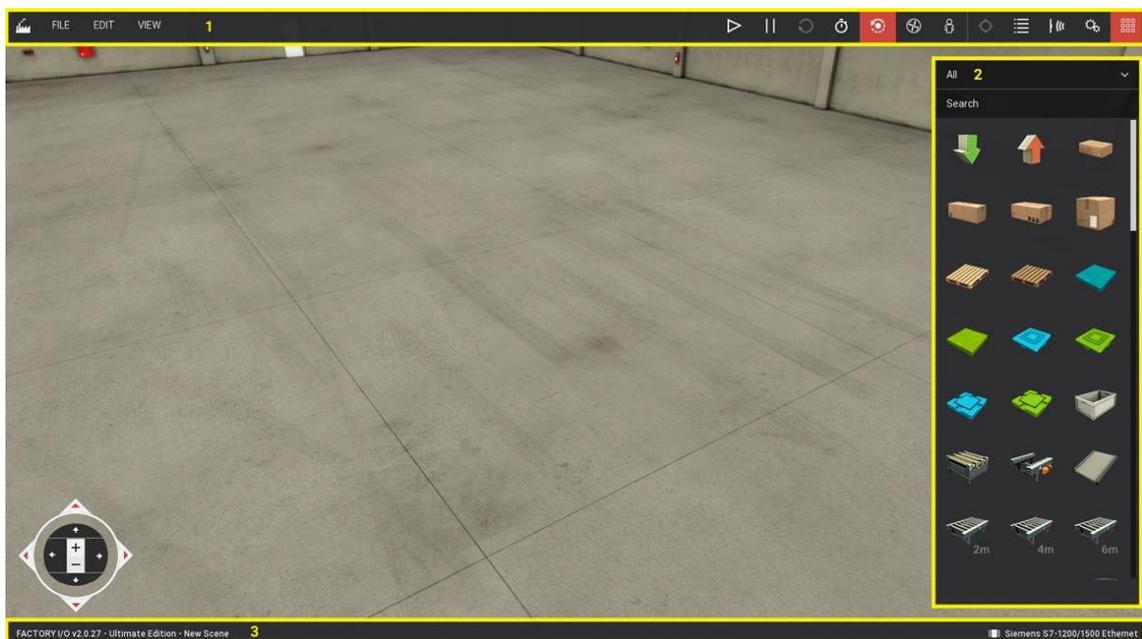


Ilustración 20. Factory IO

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5.4. CONNECT I/O

Es una herramienta de programación que proporciona el Software Factory I/O, para poder tener interconexión directa con los drivers ya mencionados, la programación dentro de esta herramienta se basa en controladores lógicos programables y en la lógica de circuitos combinatorios, compuertas lógicas, temporizadores, contadores, bits de memoria, etc.

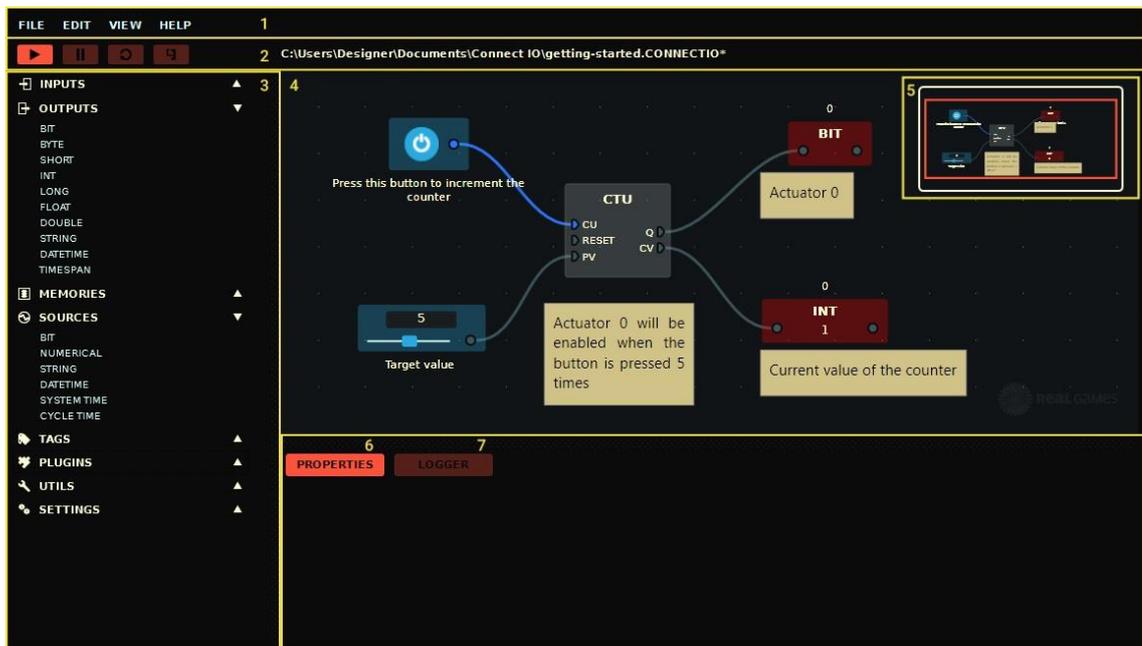


Ilustración 21. Connect IO

Fuente: Elaboración Propia

3.1.6. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR EL DS 031-2010

Según el Decreto Supremo 031-2010 MINSA, artículo del 59 a 63 se establece que:

Toda agua inocua para la salud debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento [10].

Toda agua destinada al consumo humano, como se indica en la imagen 18 debe estar exenta de:

- Bacterias coliformes totales, termo tolerantes y Escherichia Coli.
- Virus.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarias, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos.
- Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500UFC/ml a 35°C.

Tabla 1. LMP de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100 mL a 35oC	0 (*)
E. Coli	UFC/ 100 mL a 44.5oC	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/ 100 mL a 44.5oC	0 (*)
Bacteria Heterotróficas	UFC/ 100 a 35oC	500
Huevos y larvas de Helmitas quistes y coquistes de protozoarios patógenos	No org/L	0
Virus	UFC/ mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, remátodos en todos sus estados evolutivos.	No org/L	0

Fuente: DS 031-2010 MINSA

A su vez los parámetros de control obligatorios para todos los proveedores de agua deben ser los siguientes:

- Coliformes totales
- Coliformes termo tolerantes
- Color
- Turbiedad
- Residual de desinfectante
- Ph

Tabla 2. LMP de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de PH	6,5 a 8,5
Conductividad	µmho/cm	1 500
Solidos Totales disueltos	mgL-1	1 000
Cloruros	mg Cl L-1	250
Sulfatos	mg SO4 L-1	250
Dureza Total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4
Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	Mg Na L-1	200

Fuente: DS 031-2010 MINSA

3.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN EL CONTROL E INSPECCIÓN

3.2.1. LISTA DE NECESIDADES

Tabla 3. Lista de Necesidades

LISTA DE EXIGENCIA		Pág. 1 de 1
		Ed: 001
PROYECTO:	Mejora de control de nivel de tanques de agua	
CLIENTE:	Minera Chinalco Perú	
		Elaborado: Luis Aliaga Vicente
DESEO O EXIGENCIA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
GENERALES		
Exigencia	FUNCIÓN PRINCIPAL	El control se debe realizar de manera constante para evitar que este se quede sin agua.
Deseo	FUNCIÓN	Se buscará que el sistema sea resistente a ruido, funcional y económico.
Exigencia	GEOMETRÍA	Se debe implementar para tanques con una altura de 10m.
Deseo	CONECTIVIDAD	Debe existir comunicación del sensor, PLC y alarmas ubicadas dentro de la planta para alertar al operador.
ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA		
Exigencia	ENERGÍA	El sensor debe trabajar entre los 12-24v en corriente continua la cual debe ser generada por otro dispositivo
Exigencia	FUNCIÓN PRINCIPAL	Para el control del sistema la mejora debe ser controlada mediante un dispositivo rudo y capaz de soportar climas adversos y ruido.
Exigencia	GEOMETRÍA	Las dimensiones del dispositivo a controlar deben ser regular para poder implementar dentro de la planta.

Fuente: *Elaboración Propia*

El dispositivo requiere de estar encendido permanentemente por lo que es necesario contar con una alimentación constante.

Se requiere de un dispositivo de automatización capaz de soportar frio extremo, calor y tenga compatibilidad con sensores mayores a 10m de longitud.

Se requiere sensores capaces de detectar el nivel de agua a una altura dentro del tanque de 10m, sin importar los picos generados por el golpe del agua.

Se requiere tener una comunicación robusta, para monitoreo continuo.

Tipo de alerta en caso de tanques por debajo del 30%.

3.2.2. MATRIZ MORFOLÓGICA

Tabla 4. Matriz morfológica

Funciones Parciales	Portadores de Funciones			
	1	2	3	4
Alimentación	 Baterías	 Energía Eléctrica	 Energía Eólica	
Dispositivo de Automatización	 PLC	 Raspberry	 Arduino	 RTU
Nivel de Tanque	 Sensor Ultrasónico	 Sensor de Radar	 Manos	 Regla
Comunicación	ModBus/RTU	RS-485	Ethernet	Bluetooth
Alerta	 Bocina	 Luces	 LED y Bocina	

Fuente: Elaboración Propia

En donde:

- Solución 1: 
- Solución 2: 
- Solución 3: 

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

Teniendo en cuenta las características descritas en cada concepto de solución, es posible estimar datos de factores que influyen tanto en aspectos técnicos del sistema, como en aspectos económicos del mismo. La evaluación de alternativas resaltadas en la matriz morfológica se realizará mediante la norma VDI 2225.

De acuerdo a la norma VDI 2225, se deben establecer criterios de evaluación tanto técnicos como económicas de manera separada y se asigna un peso a cada criterio, de acuerdo a cada alternativa se le otorga un puntaje de 1 al 4 a cada una de ellas, donde el puntaje 0 significa que no satisface el criterio y 4 que lo satisface muy bien.

- Valor Técnico

Tabla 5: Valor Técnico

Variantes del Concepto			Solución 1		Solución 2		Solución 3		S. Ideal	
N°	Criterio	G	P	G*P	P	G*P	P	G*P	P	G*P
1	Resistencia y durabilidad	1	3	3	1	1	3	3	4	4
2	Facilidad de Montaje	1	3	3	3	3	3	3	4	4
3	Margen de Error en Censado	2	3	6	2	4	2	4	4	8
4	Factibilidad de Programación	1	3	3	3	3	2	2	4	4
5	Dimensiones de Componentes	0.5	3	1.5	2	1	2	1	4	2
6	Comunicación	0.5	3	1.5	1	0.5	2	1	4	2
7	Facilidad de Uso de Componentes	0.5	3	1.5	3	1.5	2	1	4	2
8	Facilidad de Detección de Errores	1.5	3	4.5	2	3	2	3	4	6
9	Facilidad de Mantenimiento	1	3	3	3	3	2	2	4	4
10	Seguridad	1	3	3	2	2	3	3	4	4
Valor Máximo		10	30	30	22	22	23	23	40	40
Valor Técnico			0.75	0.75	0.55	0.55	0.575	0.575	1	1

Fuente: Elaboración Propia

La tabla de valor técnico representa la relación existente de la calificación que obtiene cada concepto con relación a una solución ideal, en los diferentes criterios que satisfagan al cliente.

En la tabla N°5 se colocó con mayor criterio de calificación al margen de error del censado, esto debido a que dicho criterio nos brindara la mayor verificación de datos que podamos obtener, el siguiente criterio fue la factibilidad de detección de errores, ya que puede a ver momentos donde el sistema cuente con algún error por lo que será necesario su detección rápida, también se tomó en consideración criterios como resistencia y durabilidad, facilidad de montaje, facilidad de mantenimiento, programación y seguridad, debido a que como es una zona minera el sistema debe ser resistente y soportar climas adversos mayores a los 4000 m.s.n.m., a su vez debe ser factible su instalación porque se realizara en tanques con altura mayor a 10 metros.

- Valor Económico

Tabla 6: Valor Económico

Variantes del Concepto			Solución 1		Solución 2		Solución 3		S. Ideal	
N°	Criterio	G	P	G*P	P	G*P	P	G*P	P	G*P
1	Material de Sistema	0.5	2	1	2	1	2	1	4	2
2	Instalación de Sistema	0.5	2	1	1	0.5	2	1	4	2
3	Sistema de Censado	2	3	6	2	4	3	6	4	8
4	Componentes	2	3	6	1	2	2	4	4	8

5	Alarmas	1	1	1	1	1	1	1	4	4
6	Comunicación	0.5	2	1	1	0.5	1	0.5	4	2
7	Programación	0.5	1	0.5	2	1	2	1	4	2
Valor Máximo		7	14	16.5	10	10	13	14.5	28	28
Valor Técnico		0.35	0.4125	0.25	0.25	0.325	0.3625	0.3625	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla N°6 el criterio con mayor peso es el sistema de censado y los componentes electrónicos a utilizar debido a la importancia del censado y su reducido margen de error, como también la calidad, certificación y seguridad de los componentes, en los criterios importantes también podemos observar las alarmas debido a que estas son vitales para informar al operador, como menor puntaje de criticidad se le coloco a los materiales de instalación, comunicación y programación, debido a que estos no tendrían en su mayoría un costo absoluto ya que el personal electromecánico se encargaría de su programación e implementación.

Mediante las tablas ya mencionadas anteriormente se obtiene un diagrama de evaluación mostrado en la ilustración N° 22, según la norma es preferible utilizar la solución que presente mayor valor técnico y económico, por lo que en nuestro caso se desarrollaría la solución N°1.

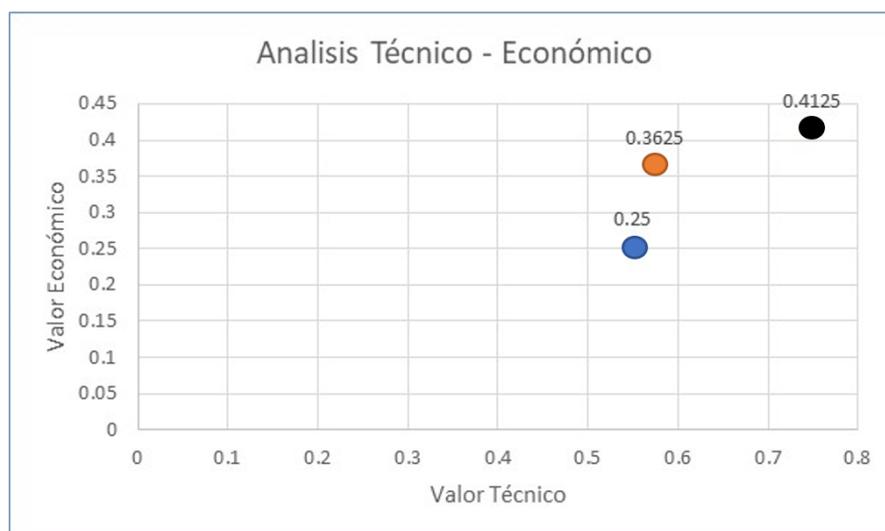


Ilustración 22: Análisis Técnico - Económico

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. RESULTADO DE MATRIZ MORFOLÓGICA

Se optó por utilizar energía eléctrica como fuente de alimentación para el sistema debido a la necesidad de tener energía constante y permanente, a su vez debido a que se encuentran tableros eléctricos cerca de los puntos.

A su vez se utilizará un PLC debido a que es el que se adapta de mejor manera al sistema de mejoramiento en los tanques, es un producto robusto capaz de soportar una temperatura de -

10°C a 40°C, resistente al ruido existente dentro de la PTAP y a su vez soportar un nivel mayor a los 4500 msnm.

Para poder medir los niveles en tiempo real y constante se utilizará un Sensor de tipo Radar de la marca Siemens para poder tener un control constante del agua almacenada, debido a que este sensor es diseñado para trabajar en zonas industriales y mineras con una profundidad de hasta 20 metros.

Para la comunicación entre el dispositivo se utilizará una comunicación por RS-485 para poder obtener una mejor conexión, debido a que este tipo de conexión nos es posible alcanzar amplias distancias como de 1200 metros, y a su vez se puede implementar otros dispositivos de censado que funcionen de manera analógica dentro de toda la red de comunicación.

Como medio de alarma se utilizará un led con bocina incluida para alertar al operador cuando los niveles están bajos.

3.2.4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- WINCHA MÉTRICA

La cinta métrica, flexómetro es un instrumento que consta de una cinta flexible grabada, enrollable, pudiendo hacer el trabajo sea más fácil y accesible al momento de poder realizar mediciones.

Con este instrumento se puede medir tanto superficies curvas como lineares, por lo que el proyecto se utilizó para poder medir el diámetro del tanque de agua



Ilustración 23: Wincha Métrica

Fuente: Promart

- ESPECIFICACIONES DE REQUERIMIENTO DE PLC

Requisitos técnicos:

- Funcionar con programación Ladder, de acceso libre.
- Comunicación a HMI, Display, entradas y salidas analógicas y digitales.
- Utilizar marca SIEMENS por políticas de empresa.

Requisitos de Seguridad y Certificación:

- Debe tener certificación.
- Debe contar con Manual de Instrucción de Instalación.
- Garantía no menor a 1 año.

- PLC SIEMENS S7-1200

Tabla 7. Diferencia entre dispositivos PLC

PLC (Controlador Lógico Programable)	RTU (Unidad Terminal Remota)	PAC (Controlador Automatizado Programable)	DCS (Sistema de Control Distribuido)
Es un dispositivo capaz de trabajar a cortas distancias, resistente al ruido y vibración, trabaja con HMI y Scada, por separado, cuenta con entradas y salidas limitadas.	Es un dispositivo capaz de trabajar a distancias largas, se utiliza para enviar y recibir información a controladores, cuenta con entradas y salidas limitadas.	Es un dispositivo moderno y mejorado, trabaja con variadores de frecuencia cuenta con entradas y salidas ilimitadas.	Se utiliza mayormente para centrar puntos de información enviados por PLC, RTU o PAC, distribuidos a lo largo del campo, entradas y salidas ilimitadas.
Se programa mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Ladder • Texto Estructurado 	Se programa mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Ladder • Texto Estructurado 	Se programa mediante: <ul style="list-style-type: none"> • C • C# 	Se programa mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de bloques • Texto Estructurado

Fuente: Elaboración Propia

La versión S7-1200, es una versión que a comparación de la S7-300, S7-400 cuenta con mayor cantidad de operaciones lógicas, funciones matemáticas, conversión y comparación de datos, a su vez es una versión más comercial, también nos ayuda con la protección de la programación a través de contraseñas, los S7-1200 contienen cantidades diferentes de entradas y salidas analógicas y digitales respecto a sus CPU, a su vez nos facilita la creación de librerías para poder realizarlas futuramente en otros proyectos dentro de la misma planta.

Se optó por utilizar un controlador PLC S7-1200 con un CPU 1211C, debido a que este tipo de PLC nos ofrece Flexibilidad, estabilidad, disponibilidad, seguridad y protección de la automatización, a su vez no requiere de una fuente de alimentación propia por lo que se puede instalar con cualquier fuente de 24 V o 220V, a su vez por lo que se utiliza 6 entradas y 4 salidas digitales con posibilidad a ampliación con acoples, también 2 entradas analógicas para el trabajo con señales analógicas de sensores en un futuro, facilidad de acceso a licencias y software, también por la integración dentro de la minera y los estándares puestos por la empresa,

debido a que actualmente se realiza un control ON/OFF, pero se espera una lectura a tiempo real del nivel y cantidad de contenido en un display o una pantalla HMI, a su vez cuenta con compatibilidad con el Sensor Radar debido al protocolo de comunicación en PROFIBUS que ambos tienen con un cableado de tipo RS-485.

- **SENSOR RADAR SITRANS LR250**

Se optó por utilizar el transmisor de nivel de tipo radar a un sensor ultrasónico por el costo de ambos sensores y la utilidad que tiene cada uno con los materiales a trabajar, el alcance del sensor radar llega hasta 20 metros, utilizados con mayor frecuencia en líquidos y lodos, también cumple con las características deseadas en el proyecto de minería, es un equipo certificado, vigente y disponible dentro del mercado peruano.

Cuenta con compatibilidad con el PLC S7-1200 en el tipo de comunicación lo cual nos ayuda en la reducción de costos de equipos para la comunicación.



Ilustración 24. Sensor Radar Sitrans LR250

Fuente: Siemens

Tabla 8. Sensor Radar Sitrans LR250 y características

SITRANS LR250	
Longitud y Utilidad:	Transmisor de nivel por radar: continuo, sin contacto, alcance de 20 m (66 pies), para líquidos y lodos.
Peso Neto:	10 kg.
Comunicación:	HART, PROFIBUS PA, FOUNDATION
Materiales de trabajo:	Polipropileno, PTFE, PP o acero inoxidable 316L.

Fuente: *Elaboración Propia*

- **DIFUSOR DE ALARMA SONORA LED AV1**

Es una alarma sonora y visual usados para detectar niveles bajos de agua dentro de los tanques pulmón y almacenamiento, según el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido, DS 085-2003 PCM donde nos especifica la exposición al ruido que se debe presentar en zonas industriales, como es el caso de la minería donde se requiere mayor capacidad sonora debido al ruido presente, dentro de las mismas.

Tabla 9. Estándar de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: *DS 085-2003 PCM*



Ilustración 25. LED AV1

Fuente: *Federal Signal*

Tabla 10. Características de LED AV1

LED AV1	
Nivel sonoro:	85 dB – 95 dB
Ciclo de Vida:	50000 horas
Compatible:	PLC
Repuestos	El lente de giro es de fácil acceso en caso de cambio de repuesto

Fuente: *Elaboración Propia*

3.2.5. LÓGICA DE CONTROL

GRAF CET

GRAF CET

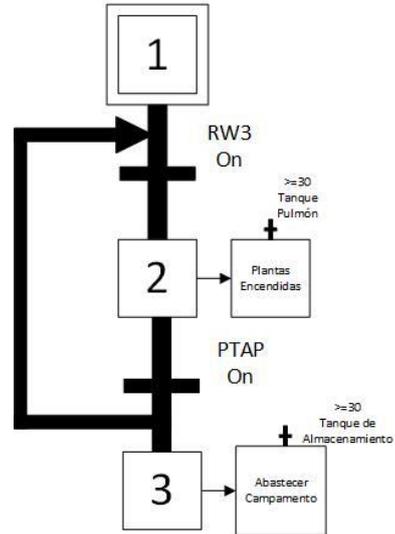


Ilustración 26. Grafcet de Control

Fuente: Elaboración Propia

3.6. GLOSARIO

- PLC – Dispositivo Controlador Lógico Programable, capaz de realizar acciones automáticas mediante programación ya establecida.
- DS – Decreto Supremo del Estado Peruano.
- dB – Decibeles
- HMI – Interfaz entre maquina procesadora y operador
- SCADA – Herramienta de automatización y control industrial en los procesos productivos para poder control y monitorear todo desde una pantalla HMI o una computadora.
- LMP – Límites Máximos Permisibles establecidos por el decreto supremo del Perú.
- MINSA – Ministerio de Salud del Estado Peruano.
- LADDER – Programación escalera utilizada como un diagrama eléctrico de forma horizontal en PLC.
- OSMOSIS INVERSA RO – Es un tratamiento que se realiza para poder purificar el agua mediante membranas.
- SCI – Tanques de aceros utilizados para almacenar agua.
- On/Off – Es un tipo de control que cumple la función como interruptor de encendido y apagado.
- SetPoint – Es un valor establecido o programado como punto de referencia para realizar un control.

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1.1. ENFOQUE DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

El informe de suficiencia profesional está basado en el cumplimiento de la mejora de control de niveles de tanques de agua como Electromecánico, tanto involucrado en la parte de técnica-económica, seguridad, gestión y calidad de planeamiento.

4.1.1.1. ASPECTO TÉCNICA-ECONÓMICA

- Analizar y elaborar los formatos de procedimiento e instrucciones de trabajo.
- Realizar requerimiento de dispositivos necesarios para la mejora en los tanques de agua.
- Programación de PLC Siemens S7-1200 en Tia Portal y simulación con Factory IO.
- Recepción de dispositivos y verificación del estado previa a la instalación.
- Instalación de dispositivos en los puntos ya establecidos.
- Prueba de funcionamiento del sensor, PLC y alarmas instaladas en los puntos.

4.1.1.2. ASPECTO SEGURIDAD

- Cumplir con los estándares de seguridad establecidos en la Ley N°29783.
- Cumplir con los procedimientos escritos en el ATS generado para la actividad.
- Uso correcto de arnés de seguridad y de Epps establecidos para la actividad a desempeñar.

4.1.1.3. ASPECTO DE GESTIÓN Y CALIDAD DE PLANTEAMIENTO

- Elaborar y revisar la planificación de la implementación del sistema de gestión de calidad de mejora.
- Coordinar la implementación del sistema con los responsables de la empresa.
- Participar en la divulgación de charlas de seguridad de 5 minutos diarias, inducción y capacitación.
- Coordinar la implementación de acciones correctivas y preventivas dentro de la mejora.

4.1.2. ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

Mediante el presente trabajo se pretende mejorar el control de los niveles de agua dentro de los tanques pulmón y de almacenamiento, debido a que previo a la mejora existía un margen de error muy amplio sobre el nivel actual del tanque, generando fallas inesperadas dentro de los equipos de los diferentes tipos de tratamiento de agua. Esta investigación plantea la reducción del error y la seguridad de los equipos, debido a que la mayor parte de los tratamientos de agua se encuentran automatizados y presentan con el cuello de botella en la medición del nivel de agua, como también evitar quedar sin agua en los tanques para abastecer a el campamento Tunshuruco.

4.1.3. ENTREGABLES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

Se desarrollo formatos y entregables para cada actividad del mejoramiento de los tanques.

Como resultado de las actividades profesionales se entregó:

- Formato de Requerimiento de Materiales
- Formato de Recepción de Materiales
- Formato de Instalación de Materiales
- Formato de Prueba
- Herramientas de Gestión en Seguridad

4.2. ASPECTOS TECNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

4.2.1. METODOLOGÍAS

La metodología aplicada en el presente trabajo de suficiencia es la metodología de VDI2221.

La norma de diseño VDI 2221 fue creada en Alemania por “La sociedad de ingenieros profesionales”, tomando en consideración en enfoque sistemático del problema.

“El proceso de diseño, como parte de la creación del producto, se subdivide en fases de trabajo en general, por lo que el diseño presente un enfoque transparente, racional e independiente de una rama específica de la industria” [11].

El diseño de la norma VDI 2221 se basa en 7 etapas, la primera y la más importante ya que se refiere al requisito de diseño, la cual será modificada a lo largo del proyecto muchas veces.

En la segunda etapa se debe realizar un diagrama de funciones y subfunciones del sistema. En la tercera etapa se busca realizar una matriz morfológica con todas las posibles soluciones.

La cuarta etapa se debe dividir el proceso de diseño en módulos realizables, como en este caso es una mejora mecatrónica se debe implementar electrónica y control. En la quinta etapa es donde se realizan los bosquejos o diagramas preliminares, los cuales serán terminados en la etapa 6. La etapa 7 hace referencia a la documentación del producto, construcción y pruebas del mismo.

En la siguiente figura se podrá apreciar las 7 etapas de la metodología de diseño VDI 2221.

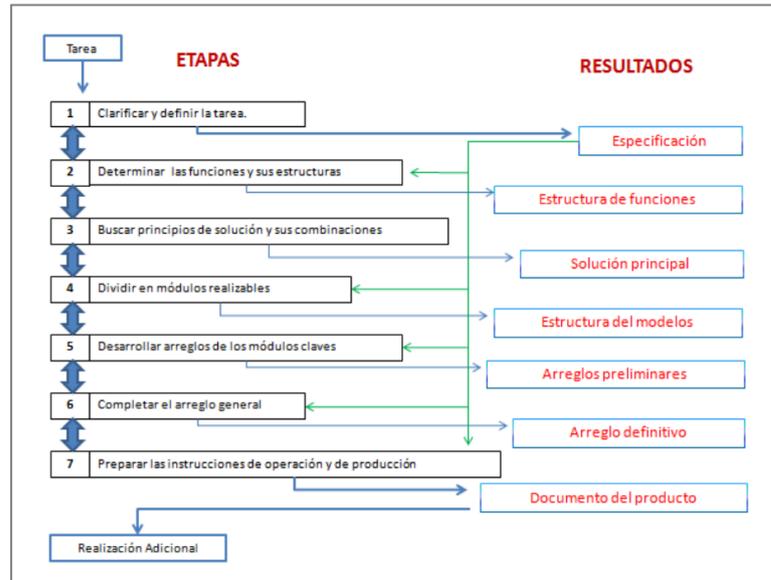


Ilustración 27. Metodología de diseño VDI 2221

Fuente: Wiley

4.2.2. TÉCNICAS

En la realización de la mejora se revisó y recogió los dispositivos para la implementación. Algunos de los métodos usados fueron:

4.2.2.1. TRABAJO CON PREVENCIÓN

El tiempo que se debe trabajar y exponer a contacto con la energía eléctrica se debe utilizar el EPP completo dieléctrico. A su vez como se realizará un trabajo de altura mayor a 1.8 metros, se debe usar de manera correcta el arnés de seguridad con su respectiva línea de vida para así poder cumplir la ley de seguridad y evitar accidentes o incidentes dentro de la mejora.

4.2.2.2. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

En esta técnica se debe definir diferentes etapas desde el inicio de la mejora hasta termino de esta, en este punto se analizó y observo todo lo referente a la obra.

- Ubicación del área de trabajo

- Riesgos y controles que se puedan observar en el área
- Accesos y delimitaciones del área de trabajo
- Concentración al realizar trabajo crítico

4.2.2.3. TÉCNICA DE INTERNET

Esta técnica nos permite recabar información que nos pueda ayudar en nuestra mejora, en nuestro caso nos dará ayuda en la simulación y vinculación de programas para poder verificar el funcionamiento antes de la instalación de los equipos dentro de campo.

4.2.2.4. TÉCNICA DOCUMENTAL

En esta técnica usaremos documentos impresos que se necesitara para la mejora, podemos citar algunos de estos documentos que son factibles para el correcto desarrollo del informe.

- Cronograma de actividades
- Requerimiento de materiales
- Procedimiento de trabajo
- Inspección de trabajo
- Permisos de trabajo

4.2.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

Son los mecanismos usados para poder registrar la información de la mejora dentro de la minera:

- Plano de Ubicación Geográfica
- Evidencia de Tanques
- Requerimiento de Materiales
- Recepción de Materiales
- Cronograma
- Permisos de gestión de seguridad
- ATS
- IPERC
- PETAR

- Check list de herramientas
- Formato de implementación
- Formato de prueba de funcionamiento

4.2.4. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

- Tablero Eléctrico
- Cables de Conexión
- PLC Siemens
- Sensor Radar
- Difusor de Alarma Sonora
- Desarmador
- Alicates
- Hexagonales
- Arnés con línea de vida
- Pinza Amperimétrica
- Laptop
- Epp's

4.3. DESARROLLO

4.3.1 ACTIVIDADES EN CAMPO

- REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Se realizó el requerimiento de materiales, después de realizar las mediciones e identificar los puntos para realizar la instalación de los componentes dentro de la planta PTAP como se muestra en la ilustración 27, también se después de realizar la tabla de necesidades y matriz morfológica se optó por utilizar ciertos componentes que se acoplan mejor a la mejora que se realizara, las cuales están detalladas dentro del formato de requerimiento de materiales, descritos en tabla 11.



Ilustración 28: Tanque Pulmón

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 de Requerimiento de Materiales

		Formato de Requerimiento de Materiales		Código:	LEP-REQ-02-08
				Versión:	2
				F. Vigencia:	30-02-2023
Fecha de Solicitud:	15/11/2022	Encargado de Solicitud:	Jefe de Operaciones		
Área de Solicitud:	Mantenimiento	Nombre de Solicitante:	Mantenimiento-Luis Aliaga		
N°	Nombre de Producto	Especificación (Marca)	Cant.	UM	
1	Tablero Electrico	Tamaño 45cmx45cmx15cm	1	Und	
2	Cables de conexión	Cable Monopolar Flexible, calibre de 14	50	Metro	
3	PLC Siemens	PLC SIEMENS S7-1200	1	Und	
4	Sensor Radar	Siemens SITRANS LR250	1	Und	
5	Difusor de Alarma Sonora	LED AV1 FEDERAL SIGNAL, Rojo, Amarillo	2	Und	
6					
7					
8					
9					
10					
Autorizado por: Jefe de Operaciones			Firma: Jorge M.		

Fuente: Elaboración Propia

- RECEPCIÓN DE MATERIALES

Se realizó la recepción de materiales, los cuales fueron entregados en el campamento de Tuctu, debido a que ahí se cuenta con el almacén más grande, una vez trasladado los materiales hacia la PTARD de Tunshuruco, el encargado de logística procede a entregar los componentes y a su vez revisar su estado y si eran los que se pidieron con las marcas establecidas, los cuales fueron debidamente verificados en la tabla 12.



Ilustración 29: Recepción de Materiales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Formato de Recepción de Materiales

		Formato de Recepción de Materiales		Código:	LEP-REC-01-05
				Versión:	2
				F. Vigencia:	15/03/2023
Fecha de Entrega:	20/12/2022	Encargado de Entrega:	Logística		
Área de Entrega:	Mantenimiento	Nombre de Receptorista:	Mantenimiento-Luis Aliaga		
N°	Nombre de Dispositivo:	Cant.	Estado		
1	Tablero Electrico	1	✓		
2	Cables de conexión	50	✓		
3	PLC Siemens	1	✓		
4	Sensor Radar	1	✓		
5	Difusor de Alarma Sonora	2	✓		
6					
7					
8					
9					
10					
Entregado por: Logística - Jhojany Arias		Recibido por: Mantenimiento - Luis Aliaga			

Fuente: Elaboración Propia

- TRASLADO DE MATERIALES A PTAP TUNSHURUCO

Después de verificar el estado de los materiales se procede a trasladar todos los componentes a instalar y equipos de protección personal para trabajos en altura a la planta PTAP TUNSHURUCO, se tuvo una demora debido a la presencia de otras actividades de mantenimiento correctivo realizadas en la planta PTARD; por esa razón no se tuvo la presencia de movilidad para el traslado de materiales.

- IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES Y ALARMAS

Antes del inicio de implementación se realizó el llenado de las herramientas de gestión para realizar los trabajos de Electricidad y trabajo en altura, por ser trabajos críticos dentro de la compañía, deben presentar documentos de gestión más específicos: PETAR, PETS, IPERC,

Check List de Arnés, Inspección de Escaleras, OT, ATS, estos deben ser llenados el día de la implementación y con un supervisor operativo y SSOMA (Revisar Anexos).

Llenadas las herramientas de gestión se procede a colocar correctamente todos los EPP's necesarios para realizar la actividad: casco de seguridad, ropa de trabajo, zapato de seguridad dieléctrico, guantes dieléctricos, lentes de seguridad, arnés de seguridad, línea de vida.



Ilustración 30: Personal Con Epps para Trabajo en Altura.

Fuente: Elaboración Propia

Posterior a ello, se procedió a subir al tanque mediante la jaula de protección para evitar caídas, subir los componentes y herramientas, se utilizó sogas para subir las cosas dentro de un recipiente (balde), una vez estén todos los componentes y herramientas en la parte superior, se procede a anclarse a una baranda rígida para evitar caídas a desnivel.



Ilustración 31: Tanque con Sensor Radar.

Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 32: Personal Subiendo al Tanque por Jaula.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se realiza la instalación del sensor radar en la parte superior del tanque utilizando pernos de ajuste para soportar el peso del mismo y anular el riesgo de caída con la presión que se genera cuando el agua ingresa por la tubería.

- COLOCADO DE TABLERO ELÉCTRICO

Primero se realizan las herramientas de gestión teniendo mayor énfasis en trabajo con energía eléctrica, IPERC, OT, PETAR CON ENERGIA ELECTRICA, PETAR DE BLOQUEO Y ETIQUETADO, se espera la aprobación de supervisión operativa y SSOMA, los cuales se encuentran en la parte de Anexos.

Después de realizar los 5 pasos de bloqueo de energía:

- Informar
- Aislar fuentes de energía
- Bloquear y etiquetar
- Disipar energías residuales
- Verificar no funcionamiento



Ilustración 33: Bloqueo y Etiquetado de Tablero Eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

Verificado y cumplido todos los pasos de bloqueo de energía, se instaló y realizó el cableado en el tablero con energía eléctrica, luego se conectó el sensor con el PLC con sus respectivas alarmas sonoras y visuales, el cual se muestra en la siguiente imagen.

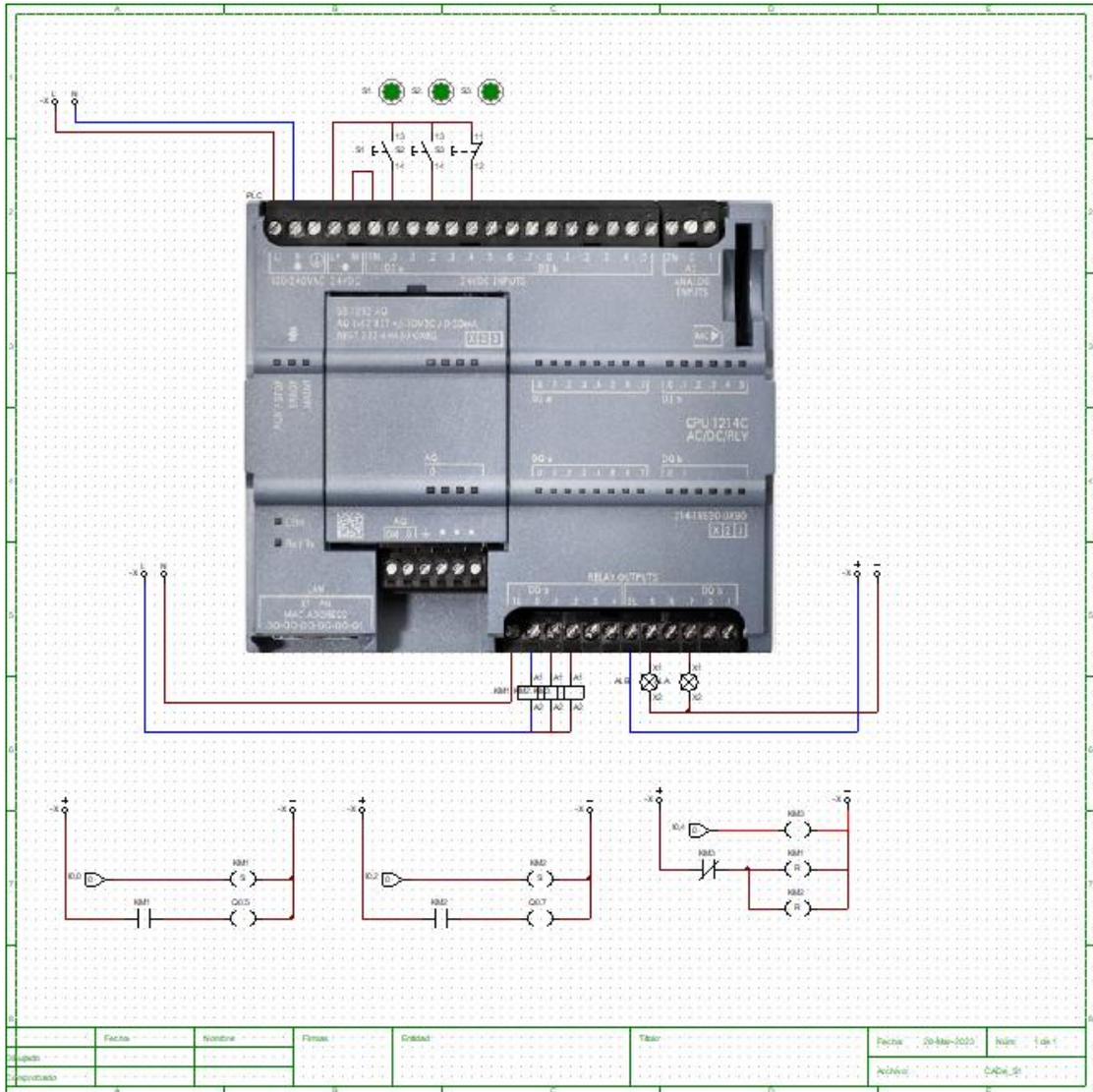


Ilustración 34. Diagrama de Control CADESIMU

Fuente: Cadesimu



Ilustración 35: Tablero Eléctrico Instalado

Fuente: Elaboración Propia

Una vez terminada la instalación del tablero eléctrico se procedió a encender la energía con los 5 pasos para restablecer la energía:

- Retirar herramientas y materiales
- Comunicar a todo el personal
- Verificar que todos los equipos estén apagados
- Retirar dispositivos de bloqueo
- Re-energización del equipo

Se terminó la instalación utilizando el formato correspondiente de materiales para poder verificar y corroborar con la supervisión que todos los dispositivos han sido colocados en los puntos identificados antes de la implementación, los cuales son detallados en la tabla 13.

Tabla 13: Formato de Instalación de Materiales

		Formato de Instalación de Materiales		Código:	LEP-INS-01-04
				Versión:	1
				F. Vigencia:	15/03/2023
Fecha de Instalación:		25/12/2022	Encargado de Instalación:		Mantenimiento
Área de Instalación:		PTAP - Tunshuruco	Nombre de Profesional:		Luis Aliaga
N°	Nombre de Dispositivo				Estado
1	Tablero Electrico				Inst.
2	Cables de conexión				Inst.
3	PLC Siemens				Inst.
4	Sensor Radar				Inst.
5	Difusor de Alarma Sonora				Inst.
6					
7					
8					
9					
10					
Instalado por: Mantenimiento - Luis Aliaga				Supervisado por: Jefe de Operaciones - Jorge M.	

Fuente: Elaboración Propia

- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Teniendo la energía en funcionamiento y con todos los componentes ya listos, se procedió a realizar 3 pruebas de funcionamiento en horarios diferentes con la supervisión para verificar el estado del sensor y alarmas:

La primera prueba se detalla en el formato de la tabla 14, la cual se realizó el día 25.

Tabla 14: Formato de Prueba

	Formato de Prueba			Código:	LEP-PRU-02-03
				Versión:	1
				F. Vigencia:	15/03/2023
Fecha de Prueba:	25/12/2022	Encargado de Prueba:	Mantenimiento-Luis Aliaga		
Área de Prueba:	PTAP - Tunshuruco	Supervision de Prueba:	Jefe de Operaciones-Jorge M.		
N°	Dispositivos	Prueba arranque:	Prueba de Tensión:	Prueba de Funcionamiento:	Estado
1	PLC	✓	✓	✓	✓
2	SENSOR RADAR	✓	✓	✓	✓
3	ALARMAS	NA	✓	✓	✓
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Encargado por: Mantenimiento - Luis Aliaga		Supervisado por: Jefe de Operaciones - Jorge M.			

Fuente: *Elaboración Propia*

La segunda prueba se detalla en el formato de la tabla 15, la cual se realizó el día 26

Tabla 15: Formato de Prueba

	Formato de Prueba			Código:	LEP-PRU-02-03
				Versión:	1
				F. Vigencia:	15/03/2023
Fecha de Prueba:	26/12/2022	Encargado de Prueba:	Mantenimiento-Luis Aliaga		
Área de Prueba:	PTAP - Tunshuruco	Supervision de Prueba:	Jefe de Operaciones-Jorge M.		
N°	Dispositivos	Prueba arranque:	Prueba de Tensión:	Prueba de Funcionamiento:	Estado
1	PLC	✓	✓	✓	✓
2	SENSOR RADAR	✓	✓	✓	✓
3	ALARMAS	NA	✓	✓	✓
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Encargado por: Mantenimiento - Luis Aliaga		Supervisado por: Jefe de Operaciones - Jorge M.			

Fuente: *Elaboración Propia*

La tercera prueba se detalla en el formato de la tabla 16, la cual se realizó el día 27

Tabla 16: Formato de Prueba

		Formato de Prueba		Código:	LEP-PRU-02-03
				Versión:	1
				F. Vigencia:	15/03/2023
Fecha de Prueba:		27/12/2022	Encargado de Prueba:		Mantenimiento-Luis Aliaga
Área de Prueba:		PTAP - Tunshuruco	Supervisión de Prueba:		Jefe de Operaciones-Jorge M.
N°	Dispositivos	Prueba arranque:	Prueba de Tensión:	Prueba de Funcionamiento:	Estado
1	PLC	✓	✓	✓	✓
2	SENSOR RADAR	✓	✓	✓	✓
3	ALARMAS	NA	✓	✓	✓
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Encargado por: Mantenimiento - Luis Aliaga			Supervisado por: Jefe de Operaciones - Jorge M.		

Fuente: Elaboración Propia

A su vez antes de realizar la instalación correspondiente se realizaron pruebas dentro de simuladores con el Tia Portal, Factory IO y PLC SIM, detallados a continuación:

4.4. DIAGRAMA DE CONTROL

4.4.1. SIMULACIÓN Y VINCULACIÓN DE PROGRAMAS

La programación del PLC se realizó mediante el programa Tia Portal, el cual es demostrado en la ilustración número 36, dentro de la programación se puede observar 2 segmentos de programación en Ladder.

En el primer segmento se puede visualizar que es un bloque de función generado para poder realizar la vinculación de programas, el Tia Portal con el Factory IO mediante el PLCSIM.

En el segundo segmento también es un bloque de función llamado Tanque, el cual es el encargado de mostrarnos el nivel actual del agua dentro del tanque y encender o apagar las alarmas en caso se presente alguna de sus acciones, como nivel bajo o nivel alto dentro del tanque, a su vez este nos realizara la conversión de datos para no solamente saber el nivel en porcentaje actual, si no que podamos saber cuántos litros tenemos en total dentro del tanque a cierto nivel de agua.

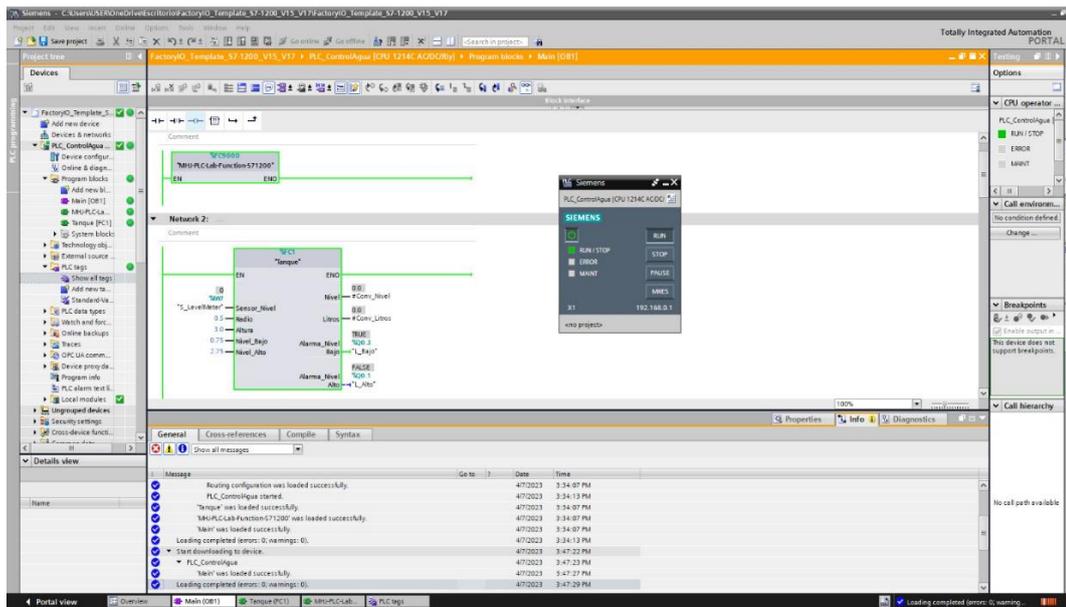


Ilustración 36. Programación Ladder en TIA PORTAL

Fuente: Tia Portal

Dentro del Software Factory IO se puede observar en la ilustración 37 que el nivel actual dentro de la captura tomara es 4.9 metros, por lo que ninguna alarma dentro del tablero se activa, a su vez dentro del tablero se puede observar un display, el cual nos estará mostrando la cantidad en litros que contiene el tanque todo el tiempo, este cálculo se realiza gracias a los datos ya introducidos anteriormente en el bloque Tanque creado en el Tia Portal.



Ilustración 37. Simulación Factory I/O

Fuente: Factory I/O

En la ilustración 38 y 39 se puede observar mediante la interfaz del software Factory IO, el nivel alto dentro del tanque de agua, por lo que se enciende el led de color ROJO con la bocina

incluida, alertando al operador de turno, que su tanque está rebalsando o a punto a rebalsar y tiene que solicitar que se apague la RW3, también se puede visualizar de mejor manera en el display, la cantidad de litros que se presenta al momento en el tanque de agua.



Ilustración 38. Alerta Nivel Alto Factory I/O

Fuente: Factory I/O

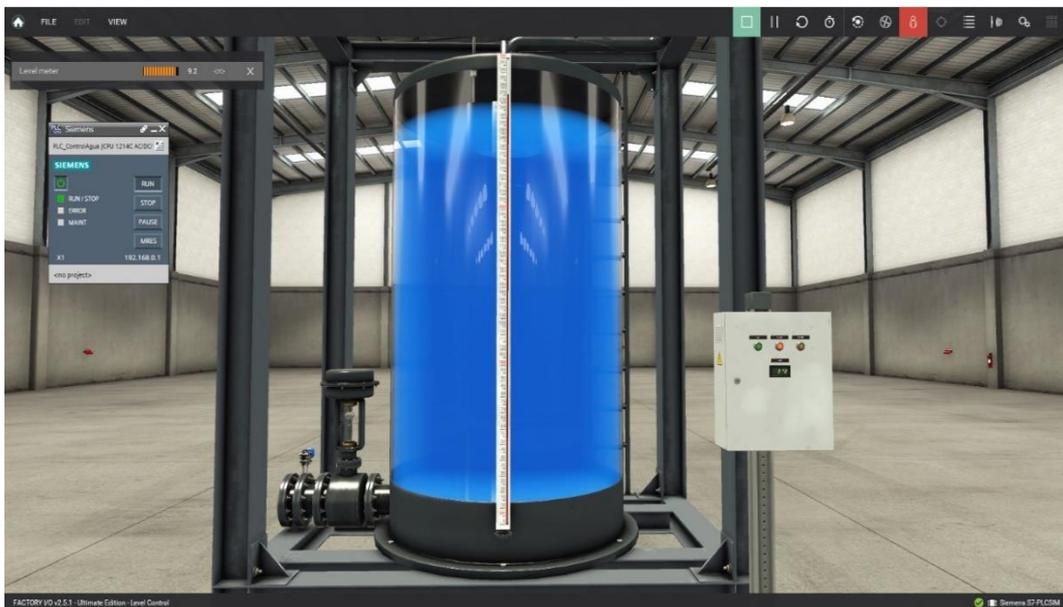


Ilustración 39. Nivel Alto Factory I/O

Fuente: Factory I/O

En la ilustración número 40 se realizó una preprueba de instalación del PLC con su sensor y actuador en el caso en el cual el nivel del agua sea mayor a 90% por lo que se enciende la alarma de alerta, la cual la podemos simbolizar con el color ROJO de la LED encendida.

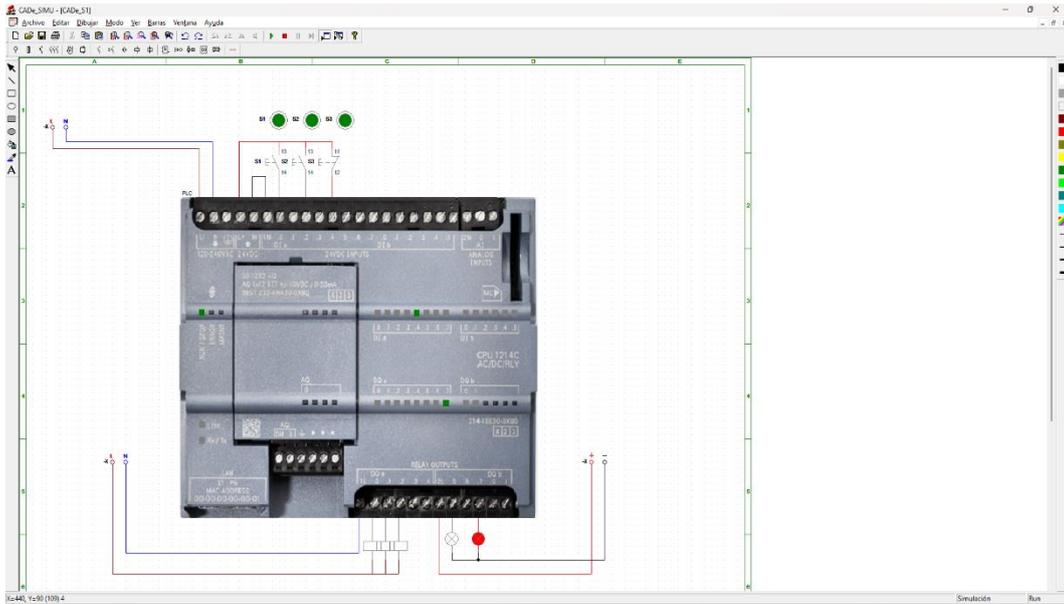


Ilustración 40. Alerta Nivel Alto CADESIMU

Fuente: CADESIMU

En la ilustración 41 y 42 se puede visualizar mediante la interfaz del software Factory IO, el nivel bajo dentro del tanque de agua, por lo que se enciende el led de color AMARILLA con la bocina incluida, alertando al operador de turno, que su tanque está vacío o a punto a vaciarse por completo y tiene que solicitar que se encienda la RW3 o de lo contrario apagar el tratamiento de agua de manera preventiva, también se puede visualizar de mejor manera en el display, la cantidad de litros que se presenta al momento en el tanque de agua.



Ilustración 41: Alerta Baja Factory IO

Fuente: Factory I/O



Ilustración 42: Nivel Bajo Factory IO

Fuente: Factory I/O

En la ilustración número 43 se realizó una preprueba de instalación del PLC con su sensor y actuador en el caso en el cual el nivel del agua sea menor a 30% por lo que se enciende la alarma de alerta, la cual la podemos simbolizar con el color rojo de la AMARILLA encendida.

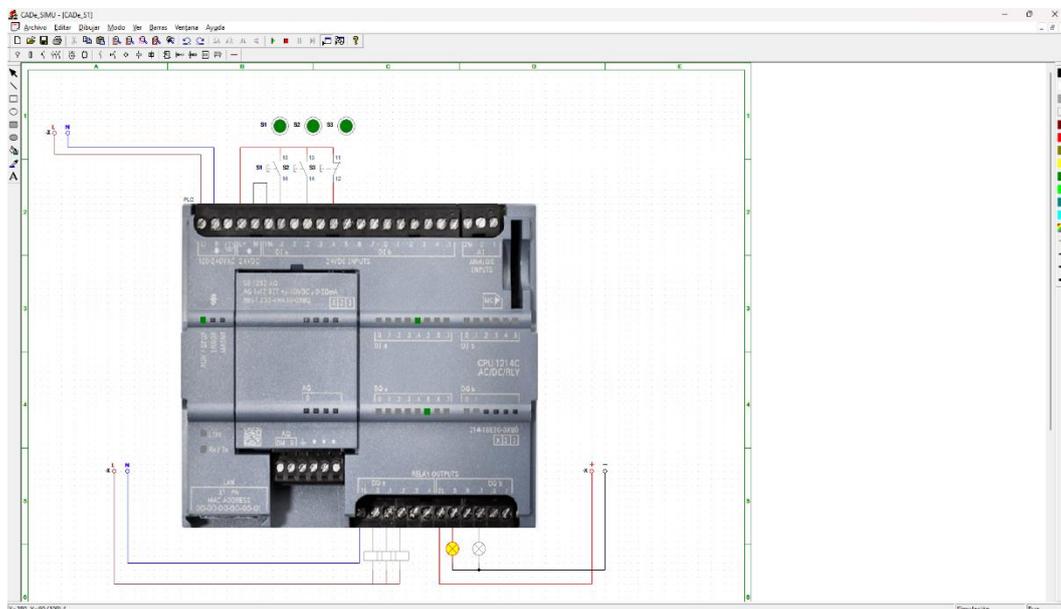


Ilustración 43. Alerta Baja CADESIMU

Fuente: CADESIMU

4.5. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.5.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	tri 4, 2022			tri 1, 2023	
						oct	nov	dic	ene	feb
1										
2	★	1 Mejora de Control de tanques de agua	1 mes 12 días	mar 15/11/22	mar 27/12/22					
3	★	1.1 Actividades de Campo	31 días	mar 15/11/22	mar 27/12/22					
4	★	1.1.1 Requerimiento de materiales	3 días	mar 15/11/22	jue 17/11/22					
5	★	1.1.2 Envío de materiales	23 días	jue 17/11/22	lun 19/12/22					
6	★	1.1.3 Recepción de materiales en Almacén	3 días	lun 19/12/22	mié 21/12/22					
7	★	1.1.4 Traslado de materiales a PTAP Tunshuruco	2 días	mié 21/12/22	jue 22/12/22					
8	★	1.1.5 Implementación de sensor y alarmas	3 días	jue 22/12/22	sáb 24/12/22					
9	★	1.1.6 Colocado de tablero eléctrico	2 días	sáb 24/12/22	dom 25/12/22					
10	★	1.1.7 Conexión de cables	1 día	dom 25/12/22	dom 25/12/22					
11	★	1.1.8 Pruebas de funcionamiento	3 días	dom 25/12/22	mar 27/12/22					
12	★	1.2 Programación y Simulación	12 días	vie 18/11/22	lun 5/12/22					
13	★	1.2.1 Programación de PLC	6 días	vie 18/11/22	vie 25/11/22					
14	★	1.2.2 Diseño en Factory I/O	2 días	sáb 26/11/22	lun 28/11/22					
15	★	1.2.3 Simulación de program	5 días	mar 29/11/22	lun 5/12/22					
16	★	1.3 Permisos de Seguridad	3 días	jue 22/12/22	lun 26/12/22					
17	★	1.3.1 Llenado de herramientas de gestión	3 días	jue 22/12/22	dom 25/12/22					
18	★	1.3.2 Bloqueo de energía	2 días	sáb 24/12/22	dom 25/12/22					
19	★	1.3.3 Desbloqueo de energía	1 día	dom 25/12/22	dom 25/12/22					

Ilustración 44. Cronograma de Actividades

Fuente: Project

4.5.2. PROCESO Y SECUENCIA OPERATIVA DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.

4.5.2.1. INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PTAP TUNSHURUCO

Se realizó una inspección del área de trabajo para determinar y elaborar un correcto plan de trabajando tomando en cuenta los riesgos o condición climática presente en la Unidad Minera.

Incluyendo las actividades críticas a realizar dentro de la mejora, como el trabajo en altura, bloqueo y etiquetado.

4.5.2.2. PLAN DE TRABAJO

Tabla 17. Plan de Trabajo

Fecha:	Mejora de control de Nivel de Agua				TOTAL HORAS	Observaciones
	Hora	Descripción de Tarea	Personal Involucrado	Personal Supervisor		
22-Dic	08:30 - 12:30	Implementacion de Sensor y Alarmas	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	10 horas y media	Precencia de Tormenta Electrica.
23-Dic	14:30 - 16:30					Actividad Imprevista.
24-Dic	08:30 - 13:00					-
24-Dic	09:00 - 13:00	Colocado de Tablero Electrico	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	5 horas	Precencia de Tormenta Electrica.
25-Dic	14:00 - 15:00					Precencia de Neblina densa en la mañana.
25-Dic	15:00 - 18:30	Conexión de Cables	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	3 horas y media	-
25-Dic	19:00 - 20:00	Prueba de Funcionamiento	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	4 horas	-
26-Dic	09:00 - 11:00					-
27-Dic	15:00 - 16:00					-
24-Dic	09:00	Bloqueo de Energía	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	30 horas y media	Bloqueo de Energía Según Estandar.
25-Dic	15:30					
25-Dic	15:30 - 16:30	Desbloqueo de Energía	1 Operador 1 Electromecánico	1 Sup Operativo 1 Sup Sssoma	1 hora	Desbloqueo de Energía Según Estandar.

Fuente: *Elaboración Propia*

Dentro de plan de trabajo, se consideran las herramientas de gestión como PETS, ATS, IPERC, PETAR y OT, aparte de capacitación y aprobación en los cursos críticos dentro de la actividad, como el Trabajo Altura y Bloqueo y Etiquetado de Energía.

Consiguiente a este llenado diario, se implementa y monta los dispositivos electrónicos en los lugares ya establecidos, como el sensor en la parte superior del tanque, las alarmas dentro del tablero eléctrico, la instalación del tablero eléctrico en un lugar estratégico, debido a la presencia de tormentas eléctricas que son muy frecuentes en la temporada de invierno dentro de la Unidad Minera, se retrasó la labor debido a que se debe permanecer en un refugio con pozo a tierra, también se tuvo imprevistos por actividades inesperadas, como mantenimiento correctivo en la bomba de la planta PTARD.

Se realizó pruebas de funcionamiento en horarios y caudales de ingreso diferentes, para poder corroborar la lectura del sensor y encendido de las alarmas en caso de que surja una emergencia o alerta de nivel bajo o elevado del tanque.

Para poder realizar las actividades ya mencionadas era importante cumplir con el Estándar EST-SSO-004 de Bloqueo y Etiquetado, en donde detalla los pasos que se debe cumplir para realizar bloqueo y desbloqueo de energía.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Como resultado de la mejora del control de nivel se podrá tener un mejor control de agua dentro de los tanques, así evitar fallas dentro de los equipos de los tratamientos de agua.

Se logró finalizar la mejora en el tiempo estipulado por la empresa sin daños personales o materiales dentro de la minera.

La programación realizada en el PLC se dejará de manera abierta para poder verificar fallas futuras o a su vez implementar más sensores dentro del mismo.

Con la mejora se priorizó el cuidado de los operadores de la Planta PTAP tanto en el turno día como noche, debido a la presencia de climas adversos dentro de la minera y en algunos casos la presencia de tormenta eléctrica.

Como resultados cuantitativos y cualitativos se pudo observar que:

Tabla 18: Resultados Cuantitativos y Cualitativos

Antes	Después
<ul style="list-style-type: none">- Se utilizaba un método poco funcional para saber el nivel del tanque.- Existía un margen de error de +/- 10% al momento de saber el nivel actual del agua dentro del tanque.- Fallas dentro de los equipos de los tratamientos de agua por trabajar sin agua.- Desperdicio de agua en caso el tanque este lleno y la RW3 siga encendida.	<ul style="list-style-type: none">- Se utiliza un sensor de nivel para obtener el nivel del tanque.- Existe un margen de error de +/- 1% debido a la información del sensor, al momento de saber el nivel actual del agua dentro del tanque.- Reducción de fallas en equipos debido a la alerta generada por las alarmas sonoras visuales.- Se optimiza el agua y se utiliza lo necesario para procesar.

Fuente: Elaboración Propia

5.2. LOGROS ALCANZADOS

5.2.1. EN EL ÁMBITO DE LA MEJORA

- Se culminó con la mejora aplicando la gestión de seguridad sin incidentes ni accidentes.

- Se realizó una prueba de funcionamiento con todos los dispositivos ya instalados en el campo.
- Se entregó la programación realizada en el PLC a supervisión.
- Se logró cumplir con las actividades programadas en el tiempo estipulado por la empresa.
- Se logró evitar fallas dentro de los equipos de los diferentes tratamientos de agua dentro de la PTAP de Tunshuruco.

5.2.2. EN EL ÁMBITO PERSONAL

- Ser participe y encargado de la programación me ayudo a ampliar más mis conocimientos adquiridos dentro de la Universidad.
- La responsabilidad de realizar un seguimiento de los dispositivos solicitados, así como asegurar que los colaboradores que participaran en la implementación de los dispositivos cumplan con los estándares de seguridad.

5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS

- El clima en la zona minera era radicalmente variable por lo que se tuvo horas perdidas cuando se estaba por empezar con la implementación.
- Las tormentas eléctricas en la zona eran muy continuas por la época de invierno, lo cual imposibilitaba salir a campo por horas.
- El proveedor demoro más de lo debido en la entrega de los dispositivos para la implementación.
- El internet dentro de la Unidad Minera es un poco escasa en momentos por lo que demoro en la instalación de los Software.
- Tuberías y escaleras congeladas por problemas de caída de hielo dentro de la Unidad Minera.
- Demora en la aprobación de la propuesta por parte de la directiva de la empresa LEPSA SAC.

5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS

5.4.1. METODOLOGÍAS PROPUESTAS

En el presente trabajo se propone aplicar lo siguiente:

- Plan de mantenimiento preventivo

- Plan de calibración del sensor

5.4.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

Se propone desarrollar un plan de mantenimiento preventivo a los equipos eléctricos dentro del tablero, para evitar sobrecargas, fallas dentro de las alarmas, la cual tendrá como objetivo reducir pérdidas en los equipos electrónicos instalados.

A su vez realizar un plan sobre la calibración del sensor, debido a que es importante verificar que el equipo este brindando información real y con el menor margen de error posible.

5.5. ANÁLISIS

Durante el desarrollo de mis actividades como Electromecánico dentro de la empresa especializada en tratamiento de agua LEPSA SAC, se analiza que se cumple con el programa de mantenimiento preventivo establecido dentro de la empresa, a su vez se cumple con tener una mejora continua dentro de la empresa debido a la oportunidad que se brindó para poder mejorar el control de nivel de agua dentro de los tanques en la PTAP de Tunshuruco.

5.6. APOORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN

- Como profesional de la carrera de ingeniería Mecatrónica se aportó al proyecto para mejorar el control de niveles de tanques de la siguiente manera:
- Se realizó un trabajo concienzudo, dedicado y organizado con los operadores, ya que son involucrados directamente con el proyecto de mejora.
- Realizar un control automático de lazo cerrado que ayude a monitorear el nivel del agua dentro del tanque permanentemente, controlado mediante un PLC Siemens S7-1200 y un sensor Radar.
- Realizar un sistema de alerta para que el operador este más pendiente de los niveles del agua y así evitar fallas futuras dentro de los equipos en los tratamientos de agua.
- Reportar cualquier acontecimiento o dificultad generada a supervisión para el soporte inmediato.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de los tableros y equipos dentro de los tratamientos, para poder tener un trabajo continuo y sin paradas inesperadas.
- En el aspecto actitudinal el bachiller apporto actitudes como liderazgo y trabajo en equipo, obteniendo mayor experiencia en tema de programación y a la vez fortaleciendo sus conocimientos adquiridos dentro de la etapa universitaria.

CONCLUSIONES

- Se verificó e instaló los equipos según manual de SIEMENS y normas proporcionadas por el proveedor, para poder obtener mejores resultados y evitar el 100% fallas al momento de la implementación o programación dentro de los diferentes dispositivos, para así poder tener un mejor control de los niveles de agua en los tanques.
- Se realizó la implementación del sensor RADAR SITRANS LR250 que minimizó el margen de error de un 10% a 1%, al momento de saber el nivel actual del agua dentro del tanque, con 10 metros de altura y 1.69 m de radio, de esta forma se obtuvo resultados satisfactorios en el cuidado de dispositivos como bombas dentro de los tratamientos de agua en la PTAP TUNSHURUCO.
- Se optimizó el tiempo invertido por el operador en la verificación de nivel de agua dentro del tanque y el error posible existente en la PTAP mediante alarmas sonoras y visuales, también la reducción económica invertida en un operador de turno día y noche, por un sensor capaz de monitorear el nivel del agua de manera remota.
- Se implementó un tablero de control de 45 cm x 45 cm dentro del Tratamiento de Filtración, para prevenir fallas del sensor o cualquier otro tipo de falla dentro del tablero, para que así el operador pueda apagarlo y alertar al electromecánico de una revisión del equipo o tablero.

RECOMENDACIONES

- Para tener un mejor desempeño en el mantenimiento a los sensores radar de nivel, el personal a intervenir debe ser calificado e instruido.
- Antes de realizar el mantenimiento de sensores, como es un trabajo realizado a más de 10 metros de altura, es importante el correcto llenado de las herramientas gestión, como el IPERC, PETAR, OT, CHECK LIST DE HERRAMIENTAS y utilizar los EPP's correctos para realizar la labor.
- Optimizar el tiempo de mantenimiento de los equipos, aprovechando los tiempos muertos de la empresa o cuando se presente poco consumo e ingreso de agua.
- Realizar una verificación del nivel de agua mediante ondas sonoras para cerciorarnos de la medición exacta del sensor.
- Realizar la instalación de sensores de parámetros físicos del agua dentro de los tanques, para poder tener un mejor control del tipo de agua procesada y enviada al campamento Tunshuruco.
- Implementar HMI o display dentro del tablero para poder obtener un mejor monitoreo del nivel actual de agua y la cantidad en galones dentro de los tanques de almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aquaefundation, «Aquaefundation,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.fundacionaquaefundation.org/wiki/importancia-del-agua/amp/>. [Último acceso: 2023].
- [2] M. Santander, «Flotación de una Mena Compleja de Cobre,» 2007.
- [3] A. M. Domingo, Apuntes de Mecánica de Fluidos, USA, 2011.
- [4] E. D. y. L. Giorno, Operación de las Membranas, Italia: Wiley-VCH, 2016.
- [5] J. A. L. Godoy, Automatización, España: Paraninfo, 1994.
- [6] J. D. R. Ferrer, *Automatizacion Industrial*, Tunja, 2015.
- [7] Sinadrives, «Sinadrives,» Direct Drive Experts, 06 2021. [En línea]. Available: <https://sinadrives.com/es/control-de-maquinaria-control-en-lazo-abierto-cerrado/#:~:text=El%20control%20en%20lazo%20abierto,los%20resultados%20de%20mediciones%20previas..> [Último acceso: 01 2023].
- [8] S. A. I. Kure, Fundamentos Basicos de Instrumentación y Control, Primera ed., Ecuador: UPSE, 2017, p. 127.
- [9] SIMATIC, *Controlador Programable S7-1200*, vol. 4.2.3, Alemania: Siemens AG, 2018.
- [10] MINSA, *Reglamento de Calidad Para Consumo Humano*, Lima: Minsa, 2010.
- [11] N. Cross, *Engineering Design Methods*, Wiley, 2008.

ANEXOS

Tabla 19. Elementos y Características del PLC

Función		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
Dimensiones físicas (mm)		90 x 100 x 75		110 x 100 x 75	130 x 100 x 75	150 x 100 x 75
Memoria de usuario	Trabajo	50 KB	75 KB	100 KB	125 KB	150 KB
	Carga	1 MB	2 MB	4 MB		
	Remanente	10 KB				
E/S locales integradas	Digital	6 entradas/ 4 salidas	8 entradas/ 6 salidas	14 entradas/ 10 salidas		
	Analógico	2 entradas			2 entradas/2 salidas	
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entradas (I)	1024 bytes				
	Salidas (Q)	1024 bytes				
Área de marcas (M)		4096 bytes		8192 bytes		
Ampliación con módulo de señales (SM)		Ninguna	2	8		
Signal board (SB), Battery Board (BB) o Communication Board (CB)		1				
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3				
Contadores rápidos	Total	Se han configurado un máximo de 6 para usar cualquier entrada integrada o de SB.				
	1 MHz	-				De Ib.2 a Ib.5
	100/80 kHz	De Ia.0 a Ia.5				
	30/20 kHz	--	De Ia.6 a Ia.7	De Ia.6 a Ib.5		De Ia.6 a Ib.1
	200 kHz ³					
Salidas pulsadas ²	Total	Se han configurado un máximo de 4 para usar cualquier salida integrada o de SB				
	1 MHz	--				De Qa.0 a Qa.3
	100 kHz	De Qa.0 a Qa.3				De Qa.4 a Qb.1
	20 kHz	--	De Qa.4 a Qa.5	De Qa.4 a Qb.1		--
Memory Card		SIMATIC Memory Card (opcional)				
Registros (Data logs)	Número	Como máximo 8 abiertos a la vez				
	Tamaño	500 MB por registro o limitado por la memoria de carga máxima disponible				
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		20 días típ. /12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)				
Puerto de comunicación Ethernet PROFINET		1			2	

Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	2.3 μ s/instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,08 μ s/instrucción

Tabla 20. Modelos de CPU

Elemento		Descripción					
Bloques	Tipo	OB, FB, FC, DB					
	Tamaño	Modelo de CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
		Bloques lógicos	50KB	64KB	64KB	64KB	64KB
		Bloques de datos enlazados ¹	50KB	75KB	100KB	125KB	150KB
	Bloques de datos no enlazados ²	256KB	256KB	256KB	256KB	256KB	
	Cantidad	Un total de hasta 1024 bloques (OB + FB + FC + DB)					
	Profundidad de anidamiento	16 desde el OB de ciclo o arranque; 6 desde cualquier OB de evento de alarma ³					
	Observar	Se puede observar a la vez el estado de 2 bloques lógicos					
OB	Ciclo del programa	Varios					
	Arranque	Varios					
	Alarmas de retardo	4 (1 por evento)					
	Alarmas cíclicas	4 (1 por evento)					
	Alarmas de proceso	50 (1 por evento)					
	Alarmas de error de tiempo	1					
	Alarmas de error de diagnóstico	1					
	Enchufe o desenchufe de módulos	1					
	Fallo de rack o estación	1					
	Hora	Varios					
	Estado	1					
	Actualizar	1					
	Perfil	1					
	Temporizadores	Tipo	CEI				
Cantidad		Solo limitada por el tamaño de la memoria					
Almacenamiento		Estructura en DB, 16 bytes por temporizador					
Contadores	Tipo	CEI					
	Cantidad	Solo limitada por el tamaño de la memoria					

Almacenamiento	Estructura en DB, tamaño dependiente del tipo de contaje • SInt, USInt: 3 bytes • Int, UInt: 6 bytes • DInt, UDInt: 12 bytes
----------------	---

LUZ ELECTRARAY® CON LED PARA ÁREAS PELIGROSAS (225XL)

ESPECIFICACIONES		CÓMO ORDENAR
Duración de la lámpara*:	60,000 horas	60,000 horas
Estilo de lámpara:	Lámpara a base de LEDs	Lámpara a base de LEDs
Temperatura de operación:	-58°F a 150°F	-50°C a 66°C
Peso neto:	3.2 libras	1.5 Kg
Peso de embarque:	4.0 libras	1.8 Kg
Altura:	7.5"	190.5 mm
Diámetro:	5.5"	139.7 mm

* Horas de duración óptima bajo condiciones ideales.

• Especifique modelo, voltaje y color
 • Consulte el Índice de números de modelo 225XL al inicio de la página 372

COMPONENTES DE REEMPLAZO

<u>Descripción</u>	<u>Número de parte</u>	<u>Descripción</u>	<u>Número de parte</u>
Domo externo, transparente	K8444D219C-04	Conjunto de placa de circuito impreso, 24VCA/CC	K2005455A
Lente interno, ámbar	K8550292A-02	Conjunto de placa de circuito impreso, 120/240VCA	K2005416A
Lente interno, azul	K8550292A-01	Lámpara LED, ámbar	K147169A-06
Lente interno, rojo	K8550292A-03	Lámpara LED, azul	K147169A-07
Lente interno, transparente	K8550292A	Lámpara LED, rojo	K147169A-09
Lente interno, verde	K8550292A-04	Lámpara LED, transparente	K147169A-10
		Lámpara LED, verde	K147169A-08

Ilustración 45. Datasheet de LED AV1

Level measurement			
Continuous level measurement			
Radar level transmitters			
SITRANS LR250 Horn Antenna			
Technical specifications			
Mode of operation		Power supply	
Measuring principle	Radar level measurement	4 ... 20 mA/HART	Nominal 24 V DC (max. 30 V DC) with max. 550 Ω
Frequency	K-band (25.0 GHz)	PROFIBUS PA	<ul style="list-style-type: none"> • 15 mA • Per IEC 61158-2
Minimum measuring range	50 mm (2 inch) from end of antenna	Certificates and approvals	
Maximum measuring range	20 m (65 ft), antenna dependent	General	cCSA _{US} , CE, UKCA, FM, RCM
Output		Radio	FCC, Industry Canada, RED, RCM
HART	Version 5.1	Hazardous	
<ul style="list-style-type: none"> • Analog output • Accuracy • Fail-safe 	4 ... 20 mA ± 0.02 mA <ul style="list-style-type: none"> • Programmable as high low or hold (loss of echo) • NE 43 programmable 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion Proof (Brazil) • Increased Safety (Brazil) • Intrinsically Safe (Brazil) • Explosion Proof (Canada/USA) • Intrinsically Safe (Canada/USA) • Non-incendive (Canada/USA) • Flame Proof/Increased Safety (China) • Intrinsically Safe (China) • Non-sparking (China) • Intrinsically Safe (EU) • Intrinsically Safe (UK) • Intrinsically Safe (International) • Increased Safety - Zone 2 (EU) • Increased Safety - Zone 2 (UK) • Non-sparking (EAC) • Flameproof (EU) • Flameproof (UK) • Flameproof (International) • Increased Safety - Zone 1 (EU) • Increased Safety - Zone 1 (UK) • Increased Safety - Zone 1 (International) • Explosion Proof (Russia/Kazakhstan) • Increased Safety (Russia/Kazakhstan) • Intrinsically Safe (Russia/Kazakhstan) • Marine • Functional Safety 	INMETRO Ex d ia mb IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da INMETRO Ex e ia mb IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da INMETRO Ex ia IIC T4 Ga, Ex ia ta IIIC T100 °C Da CSA/FM Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D; Class II, Div. 1, Groups E, F, G; Class III T4 CSA/FM Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D; Class II, Div. 1, Groups E, F, G; Class III T4 CSA/FM Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D T5 NEPSI Ex d ia mb IIC T4 Ga/Gb, Ex e ia mb IIC T4 Ga/Gb, Ex ia d ID A20 IP67 T100 °C; NEPSI Ex ia IIC T4 Ga, Ex ia d ID A20 IP67 T100 °C; NEPSI Ex nA IIC T4 Gc; ATEX II 1G Ex ia IIC T4 Ga, ATEX II 1D Ex ia ta IIIC T100 °C Da; UKEX II 1G Ex ia IIC T4 Ga, UKEX II 1D Ex ia ta IIIC T100 °C Da; IECEx Ex ia IIC T4 Ga, IECEx Ex ia ta IIIC T100 °C Da; ATEX II 3G Ex ec IIC T4 Gc UKEX II 3G Ex ec IIC T4 Gc; EAC Ex 2Ex nA IIC T4 Gc; ATEX II 1/2 GD, 1D, 2D, Ex db mb ia IIC Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da; UKEX II 1/2 GD, 1D, 2D, Ex db mb ia IIC Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da; IECEx Ex db mb ia IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da; ATEX II 1/2 GD, 1D, 2D, Ex eb mb ia IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da; UKEX II 1/2 GD, 1D, 2D, Ex eb mb ia IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da; IECEx Ex eb mb ia IIC T4 Ga/Gb, Ex ia ta IIIC T100 °C Da EAC Ex d EAC Ex e EAC Ex ia <ul style="list-style-type: none"> • Lloyd's Register of Shipping • ABS Type Approval • Bureau Veritas SIL-2 suitable in accordance with IEC 61508/61511
Performance (according to reference conditions IEC60770-1)			
Maximum measured error	3 mm (0.118 inch)		
Influence of ambient temperature	< 0.003 %/K		
Rated operating conditions			
Installation conditions			
<ul style="list-style-type: none"> • Location 	Indoor/outdoor		
Ambient conditions (enclosure)			
<ul style="list-style-type: none"> • Ambient temperature • Storage temperature • Installation category • Pollution degree 	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F) -40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F) I 4		
Medium conditions			
Dielectric constant ε _r	> 1.6, antenna and application dependent		
Process temperature	-40 ... +200 °C (-40 ... +392 °F) (at process connection with FKM O-ring) -20 ... +200 °C (-4 ... +392 °F) (at process connection with FFKM O-ring)		
Process pressure	Up to 40 bar g (580 psi g), process connection and temperature dependent. See Pressure/Temperature curves for more information		
Design			
Enclosure			
<ul style="list-style-type: none"> • Material • Cable inlet 	Aluminum, polyester powder-coated 2 x M20 x 1.5 or 2 x 1/2" NPT		
Degree of protection	Type 4X/NEMA 4X, Type 6/NEMA 6, IP67, IP68		
Weight	< 3 kg (6.6 lb) 3.75 mm (1 1/2 inch) threaded connection with 1 1/2" horn antenna		
Display (local)	Graphic local user interface including quick start wizard and echo profile display		
Antenna			
<ul style="list-style-type: none"> • Material • Dimensions (nominal horn sizes) 	316L stainless steel Standard 1.5 inch (40 mm), 2 inch (48 mm), 3 inch (75 mm), 4 inch (95 mm) horn, and optional 100 mm (4 inch) horn extension		
Process connections			
<ul style="list-style-type: none"> • Process connection 	1 1/2", 2" or 3" NPT [(Taper), ASME B1.20.1] R 1 1/2", 2" or 3" [(BSPT), EN 10226] G 1 1/2", 2" or 3" [(BSPP), EN ISO 228-1] 2", 3", 4" (ASME 150, 300 lb), 50, 80, 100 mm (PN 16, 40, JIS 10K)		

Ilustración 46. Datasheet de Sensor RADAR Sitrans LR 250 – Parte 1

Level measurement
Continuous level measurement
Radar level transmitters

SITRANS LR250 Horn Antenna

Programming	
Intrinsically Safe Siemens handheld programmer	Infrared receiver
• Approvals for handheld programmer	IS model: ATEX II 1 GD Ex ia op is IIC T4 Ga ATEX II 1 GD Ex ia op is IIC T135°C Da UKEX II 1 GD Ex ia op is IIC T4 Ga UKEX II 1 GD Ex ia op is IIC T135°C Da Ta = -20 ... +50°C CSA/FM Class I, II, III, Div. 1, Groups A, B, C, D, E, G, T6 Ta = 50°C IEEx SIR 09.0073
Handheld communicator	HART communicator 375/475
PC	<ul style="list-style-type: none"> • SIMATIC PDM • Emerson AMS • SITRANS DTM (for connection into FDT such as PACTware or Fieldcare)
Display (local)	Graphic local user interface including quick start wizard and echo profile displays

Ilustración 47.. Datasheet de Sensor RADAR Sitrans LR 250 – Parte 2

LEPSA				ORDEN DE TRABAJO			
Área: <i>Servicios Generales</i>		Guardia:		Día <input checked="" type="checkbox"/>		Noche	
Ubicación: <i>PRAD TUSHUAYUCO</i>				Fecha: <i>23-12-2022</i>			
Empresa: <i>LEPSA SAC</i>				Actividad: <i>Instalación de sensor Radar</i>			
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A EJECUTARSE COMO PARTE DE LA ACTIVIDAD							
- <i>Instalación de sensor</i>							
- <i>Ajustes de sensor</i>							
CRUCIOS DEL LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA ACTIVIDAD							
SUPERVISOR A CARGO DEL TRABAJO							
Nombres y Apellidos		Hora		Empresa		Firma	
<i>Vera Ruiz y Rosa Marina</i>		<i>07:30</i>		<i>LEPSA</i>		<i>[Signature]</i>	

Ilustración 48: OT de Instalación de Sensor Radar

LEPSA		IPERC CONTINUO		Código: FOR-SSO-048 Versión: 8 Página: 1 de 2																																									
NOMBRE LA ACTIVIDAD: <i>Instalación de Sensor</i>		ÁREA: <i>Servicios Generales</i>		FECHA: <i>23/03/2022</i>																																									
EQUIPO TAREA VA A LLEVAR A CABO:		CLASIFICAR LA TAREA: <input type="checkbox"/> RUTINARIA, <input type="checkbox"/> NO RUTINARIA, <input type="checkbox"/> CRITICA		Indicar el PETS: <i>REP - OPE - SSOA - 010</i>																																									
ORDEN DE TRABAJO: <i>(Si cuenta con OT digital adjuntarla)</i>		¿SE REVISÓ LA MATRIZ IPERC?		Además del PETS requiere PETAR: <input checked="" type="checkbox"/> SI, <input type="checkbox"/> NO																																									
SUPERVISOR RESPONSABLE: <i>Verge Yera Saña</i>		FIRMA: <i>[Firma]</i>		LUGAR: <i>PIAP - TUNSHURUCO</i>																																									
ENCARGADO RESPONSABLE: <i>Luis Aliaga Vicente</i>		FIRMA: <i>[Firma]</i>		Hora de Inicio: <i>14:00</i> Hora de Terminar: <i>18:30</i>																																									
EQUIPOS: <i>- Sensor Radar</i>		HERRAMIENTAS MANUALES/ELECTRICAS: <i>- Llave mixta, - Desarmadores</i>		MATERIALES/PRODUCTOS QUÍMICOS:																																									
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	Frecuencia (veces / tiempo)	SEVERIDAD	MEASURAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	Riesgo Residual																																								
<i>- Sars covid 19</i>	<i>Exposición y contacto con superficies y rontomimodes</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Comer con vejunas frente a covid, cumplir los 10 reglas frente a la covid, uso de doble mascarilla, uso de botanides y guantes de protección, uso de batas y lentes de vista, limpieza de herramientas de gestión.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>																																								
<i>- Trabajo en altura</i>	<i>Caídas a des nivel</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Uso de detector de rayos, redes de refugio temporal, uso de ropa termita y los guantes saler y resillar peses activos de 10 minutos.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>																																								
<i>- Tormenta eléctrica</i>	<i>Exposición a tormenta eléctrica</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Uso de guantes de mamiole.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>																																								
<i>- Cambios climáticos</i>	<i>Exposición a calor solar y frío extremo</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>																																								
<i>- Sobrees fuerzo</i>	<i>Males posturas</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>																																								
<i>- Manipulación de herramientas</i>	<i>Golpes, cortes, pellizcos</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>																																								
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL NIVEL DE RIESGO																																													
<ol style="list-style-type: none"> <i>Comer con vejunas frente a covid.</i> <i>Uso de botanides y guantes de protección, detector de rayos.</i> <i>Capacitación y señaléticas.</i> <i>Uso correcto de EPPs.</i> 																																													
NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCIÓN		PROBABILIDAD																																									
BAJO		Riesgo Tolerable		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Categoría</th> <th colspan="2">Ha sucedido</th> <th colspan="2">Frecuencia</th> <th rowspan="2">Puntuación</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Suscepto</th> <th>Alta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Catastrófica</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Significativa</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>9</td> <td>13</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Temperal</td> <td>4</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Menor</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>19</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Categoría	Ha sucedido		Frecuencia		Puntuación	A	B	Suscepto	Alta	Catastrófica	1	2	4	7	14	Grave	3	5	8	12	16	Significativa	4	6	9	13	17	Temperal	4	10	14	16	20	Menor	5	15	19		
Categoría	Ha sucedido		Frecuencia		Puntuación																																								
	A	B	Suscepto	Alta																																									
Catastrófica	1	2	4	7	14																																								
Grave	3	5	8	12	16																																								
Significativa	4	6	9	13	17																																								
Temperal	4	10	14	16	20																																								
Menor	5	15	19																																										
MEDIO		Riesgo Tolerable: Iniciar medidas para eliminar o reducir el riesgo, evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata.																																											
ALTO		Riesgo Intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paraliza los trabajos.																																											

Ilustración 49: IPERC CONTINUO de Instalación de Sensor Radar

Comprendo la instrucción y soy responsable de cumplir con lo indicado para esta actividad.				Página 2 de 2	
Datos de los Trabajadores		Carga		Firma	
Nombres y Apellidos		Carga		Firma	
<i>Luis Alberto Aliaga Vicente</i>		<i>Electromecánico</i>		<i>[Firma]</i>	
Área		Firma			
<i>5566</i>		<i>[Firma]</i>			
Datos de los Supervisores		Medida Correctiva		Firma	
Hora		Medida Correctiva		Firma	
<i>07:30</i>				<i>[Firma]</i>	
Cuidado de Manos		Área de trabajo		PETAR	
Superficies calientes		Altura		Casco	
Superficies filosas		Esp. Confinado		Lentes de seguridad	
Superficies punzantes		Excavación		Tapón de oídos	
Puntos de petisco		Izaje		Respirador	
Puntos atrapamiento		Fuentes radiactivas		Ropa de trabajo	
Productos químicos		Voladura		Guantes	
Energía eléctrica		Explosivos		Arnés	
Otros:		Tarea crítica del área		Caretá	
		Otros:		Zapato de seguridad	
				Otros:	
Andamios		Izajes de cargas		Sustancias químicas	
Estandarizados		Plán de izaje		Hojas MSDS	
Horizontalidad		Rigger certificado		Bandejas antiderrame	
Verticalidad		Eslingas		Código NFPA 704	
Tarjeta de operación		Grilletes		Kit antiderrame	
Check List		check List Grúa		Ventilación	
Rodapiés		Otros:		Extintores cercanos	
Herramientas atadas				Otros:	
Escaleras		Manejo de vehículos		Emergencias	
Buenos peldaños		Conductor descansado		CECOM	
Escalera adecuada		Check List		7086088 Anexo 116	
Uso de arnés		Balsa operativa		Cel: 986874667	
Escalera con inspección		Perliga operativa		Radio: Emergencias	
Buenos apoyos		Extintor		Diga "Esta llamada es una emergencia" e identifique.	
Inclinación correcta		Botiquín		-Indique el tipo de emergencia	
Otros:		Cinturón de seguridad		-Indique su ubicación.	
		Perroto interno			
		Otros:			

Ilustración 50: IPERC CONTINUO de Instalación de Sensor Radar

LCPSA PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO TRABAJO EN ALTURA

Trabajo a realizar: Instalación de scanner robótico

Lugar de trabajo: MAR TUBISHIANDO Entre: Servicios Generales

Fecha: 23-12-2012 Hora Inicio: 14:00 Hora Fin: 18:30

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
Instalación de scanner robótico en 10 partes superior de 1 Torre de altura.

EVALUACIÓN DE LOS DOCUMENTOS:

1- El personal que va a realizar el trabajo a sido capacitado en Trabajo en Altura?
2- Se recibió el IPERC CONTINGUO para este trabajo y se encuentra correctamente firmado por los responsables?
3- El trabajo cuenta con un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS), autorizado?
4- Los trabajadores fueron instruidos en el desarrollo del PETS para realizar el trabajo?
5- Los trabajadores cuentan con el examen médico para trabajo en altura (> 1.80 mts)?
6- Se llenaron los formatos de pre uso diario de las escaleras contra caídas?
7- Se llenaron los formatos de pre uso diario de las escaleras?
8- Se llenaron los formatos de pre uso diario del marfil?
9- Se llenaron los formatos de pre uso diario de las andamios?

EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA CAÍDAS:

1- Se verificó que las líneas y puntos de anclaje son capaces de resistir la caída del trabajador?
2- Para trabajos con desplazamiento se utilizó anillo con doble línea de vida?
3- Se cuenta con barreras rígidas, banderas para el tránsito de personal en altura?
4- Es necesario el uso de red para contener caídas de personal?
5- Las esquivas de proyección contra caídas se encuentran configuradas?
6- El punto y/o línea de anclaje se encuentra por encima de la cabeza?
7- El anillo cuenta con correa anti trauma?
8- La línea de vida ha sido ensuciada antes de ser usada?

EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO:

1- Todas las herramientas a utilizarse sido inspeccionadas?
2- Las herramientas se encuentran bien sujetadas o amarradas para evitar su caída?
3- Es necesario colocar lona para evitar la caída de herramientas y proteger al personal del ruido inferior?
4- Se inspeccionaron las escaleras, andamios y plataformas de trabajo?
5- Se usó alfombra para el trabajo, el operador se encuentra debidamente certificado y habilitado?
6- Está demarcado el área inferior y cuenta con señales de advertencia?
7- La iluminación es apropiada para el trabajo que se está realizando?

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS:

1- Se encuentra alejado de líneas eléctricas?
2- Se encuentra el área inferior correctamente demarcando con barreras rígidas y cuenta con un señal de vida?
3- Se evalúa las condiciones climáticas, viento, radiación solar, humedad y temperatura eléctrica?
4- Existe la información de los responsables del trabajo para las comunicaciones?
5- Se cuenta con un supervisor permanente de trabajo en altura cuando el trabajo es mayor a 4 mts?
6- Se evalúa la interferencia del viento y se operará que está en menor a 250m/h?
7- La iluminación es apropiada para el trabajo que se está realizando?

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

1- Casco
2- Bataquigo
3- Tapón de oídos interno
4- Tapón de oídos de copa
5- Respirador
6- Lentes de seguridad
7- Cuernos de cuero
8- Cuernos de piel
9- Zapatos de seguridad
10- Arnés de seguridad
11. Línea de anclaje
12. Línea de vida
13. Línea vertical
14. Absorbedor de impacto
15.

HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIA:
Linea de vida, DCSER mecánica, Ml cable, scanner robótico

PROCEDIMIENTO Y/O ESTÁNDAR:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

PREP: [Firma] PREP: [Firma] Observaciones y/o Comentarios de tipo: [Firma]

Nombre y Apellido: [Firma] Supervisador responsable del trabajo. Supervisador de alta del área: [Firma] V.º P.º, Seguridad de Especificidad

Ilustración 51: PERMISO ESCRITO DE TRABAJO EN ALTURA

LCPSA PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO TRABAJO EN ALTURA

Representante del Trabajo:

Nº	Identificación	Organización	Fecha Inicio	Fecha Fin	Fecha de Salida
01	Alfonso Viced Jara	Electromecánica	14:00	18:30	[Firma]
02	Rodrigo Falcón Jara	Electromecánica	14:00	18:30	[Firma]

Este formato está de acuerdo a lo establecido en el Anexo 11º del Reglamento de seguridad y salud ocupacional aprobado por el D.S. 024.2010 E.M.

Ilustración 52: PERMISO ESCRITO DE TRABAJO EN ALTURA

LEPSA FORMATO DE INSPECCIÓN DE ESCALERAS Código: FORM-SSD-090 Versión: 2

Líder del Trabajo: Andrés Vicuña Firma: [Firma]
 Código de la Escalera: ESC-FJ-EP-012 Fecha: 23-12-2012 Nombre del Supervisor: Vilge
 Área: Servicios Generales Firma del Supervisor: [Firma]
 Empresa: LEPSA SAC Ubicación: PIP-TUNSHAUCO
 Trabajo a Realizar: Inspección de sensor

N°	DESCRIPCIÓN	Condición		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Aspectos Generales				
1	La escalera se encuentra debidamente certificada y etiquetada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	La escalera se encuentra libre de aceites, grasas y otros materiales que disminuyan el funcionamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	En caso de trabajo con electricidad la escalera a usar es dieléctrica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Las partes que están expuestas deben estar en su lugar.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Estado de:			
6	Plataformas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Barandales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Componentes Mecánicos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Escaleras Portátiles				
9	Presenta asentamientos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Está extendida.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	La escalera cuenta con el material antideslizante.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	El usuario cuenta con el entrenamiento o trabajos en altura.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	El usuario cuenta con todo el EPP necesario para su trabajo con escalera.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Escaleras Fijas				
14	Para el caso de escaleras extensibles, los peldaños o niveles de seguridad están en su lugar.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Las escaleras están puestas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Los peldaños están correctamente alineados sobre el larguero.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	La escalera de un solo suelo no mide más de 6.0 m.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	El ancho de la escalera no es menor a 0.45 m, ni mayor a 0.45 m.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	La escalera extendida no es mayor a 11.0 m, en su extensión mínima.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Escalera Tejera				
20	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
31	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
32	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
33	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
34	Escalera de tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Comentarios:

Ilustración 53: FORMATO DE INSPECCIÓN DE ESCALERAS

LEPSA CHECK LIST DE ARNÉS Y LINEA DE VIDA Código: FORM-SSD-135 Versión: 0 Fecha: 10/01/2017

Gerencia / Área: Servicios Generales
 Proyecto / Actividad: Inspección de sensor Fecha: 23-12-2012
 Código de arnés: ARN-TUN3-003 Modelo: 3M
 Código de línea de vida: LV-TUN3-003 Circ:

Componentes	Condición / Falta a ser revisada	SI	NO
Cintas del arnés	Se encuentra en buen estado (roturas, cortes, desgarraduras)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Abrasion especialmente en zonas de contacto con superficies	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Contaminación excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ganchos (mosquetones)	Daños por contacto con calor, sustancias corrosivas o solventes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Existe alguna línea de seguridad en el arnés	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Habilas	Se encuentran en perfecto estado (roturas, rasguños, daño por calor)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Daños en arneses o equipos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resacas soltas, desgastadas o fuera de lugar (si fuera posible comparar con un gancho nuevo)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D- Rings	Libre de deformación o daño físico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Operación o daño físico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Roturas o daños permanentes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costuras	Lenguetas deformadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Falta de ajuste	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linea de vida	Roturas, especialmente en la intersección de la parte redonda y plana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Daños o daño físico en el D-ring	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amortiguador de impactos	Exceso de desgaste de la sección por uso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Costuras soltas o irregulares	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impactos	Costuras o debilitamiento de costuras debido a contacto con el calor, elementos corrosivos o enroscamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cortes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amortiguador de impactos	Roturas o debilitamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Daños por podredumbre, enroscamiento o exposición ultravioleta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impactos	Verificar indicaciones de sobrecargas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Protector del amortiguador de impactos en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impactos	El arnés cuenta con la certificación ANSI Z 359.1-2007?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Luego de esta evaluación se considera el arnés y la línea de anclaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Operador	Supervisor
<u>Andrés Vicuña</u> NOMBRE Y APELLIDO	<u>Vilge</u> NOMBRE Y APELLIDO
<u>[Firma]</u> FIRMA	<u>[Firma]</u> FIRMA

Ilustración 54: CHECK LIST DE ARNÉS Y LINEA DE VIDA

LCPSPA PERIODO ESPECÍFICO DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO **TRABAJO CON ENERGÍA** Código: FCH-880-006 Versión: 4

INFORMACIÓN GENERAL Y PRIMAS DE AUTORIZACIÓN

IMPORTE INICIAL, CONTRATISTA, EMPRESAS O CONTRATISTA CONDESA: **LCPSPA SAC**

SUPERVISOR RESPONSABLE DEL TRABAJO: **Vilma María Ruiz** (Nombre), **Sup. Operativa** (Cargo)

RESPONSABLE O JEFE RESPONSABLE DEL AREA: **Vilma María Ruiz** (Nombre)

INGENIERO DE BDO (Solo contratistas): **Dennis Alejandro Perre** (Nombre)

DESIGNACIÓN DEL TRABAJO: **Instalación de tablero eléctrico** N° DE T.O.S.

GENERICIA O REPRESENTANTE DONDE SE REALIZAN LOS TRABAJOS: **Servicios Generales** FECHA DE TERMINO: **24-12-2022**

LUGAR EXACTO DONDE SE REALIZAN LOS TRABAJOS: **PRAP-TUMSHURICO** HORA INICIO: **03:00 p.m.**

HORA FINAL: **06:30 p.m.**

EVALUACIÓN PROFESIONAL

	SI	NO	NA
1. ¿Adecuación los equipos de trabajo al sistema o equipo importante (como vertedero, sistema control mundo, entre otros) de planta o proceso?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se reportaron todos los equipos a utilizar (solo EPP)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Los EPP cumplen con las especificaciones y cuentan con sus respectivos certificados vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Los equipos son de material certificado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿El área de trabajo está libre de obstrucciones?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se reportaron a las autoridades involucradas y personal NO CALIFICADO que está trabajando cerca de las líneas energéticas de operación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Se preparó PETB para cada trabajo con equipos energéticos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Es el PETB apropiado para las condiciones de trabajo y el nivel de voltaje involucrado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿El personal involucrado en la tarea ha sido entrenado en el PETB?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ¿El PETB incluye la protección necesaria del personal calificado contra el contacto directo y/o indirecto con partes energéticas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ¿Se cuenta con personal capacitado en Primeros Auxilios y RCP y está actual en materia de 4 años?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Indice los EPP a utilizar durante el trabajo.

1. Casco	<input checked="" type="checkbox"/>	a. Tapón de oídos	<input type="checkbox"/>	b. Cinturón de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Guantes de aislador	<input type="checkbox"/>	c. Respirador	<input type="checkbox"/>	11. Vestimenta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Casaca térmica	<input type="checkbox"/>	d. Botas de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	12.	<input type="checkbox"/>
4. Lentes anti-impacto	<input type="checkbox"/>	e. Cuernavaca de cuero	<input type="checkbox"/>		

7. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIA:
Usar motor, pizarra, 2m parámetros.

8. PROCEDIMIENTO DE ESTADIOS:
EST-550-007

9. ENLACEAR OTROS PRECALIFICACIONES QUE CONSIDERE PERTINENTES

Ilustración 55: PETAR DE TRABAJO CON ENERGIA ELECTRICA

LCPSPA PERIODO ESPECÍFICO DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO **TRABAJO CON ENERGÍA** Código: FCH-880-006 Versión: 4

Procedimiento del trabajo:

N°	Apellido y Nombre	Ocupación	Hora Inicio	Fin del Inicio	Hora Salida	Fin del Salida
01	Vilma María Ruiz	Sup. Operativa	03:00 p.m.	03:30 p.m.	10:30	11:30
02	Dennis Alejandro Perre	Ingeniero de BDO	03:00 p.m.	03:30 p.m.	10:30	11:30

Este formato es de acuerdo a lo establecido en el Anexo 14° del Reglamento de seguridad y salud ocupacional aprobado por el D.S. 014-2018-EF.

Ilustración 56: PETAR DE TRABAJO CON ENERGIA ELECTRICA

LEPSA PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO BLOQUEO Y ETIQUETADO Código: FOM-330-004

Trabajo a realizar: Instalación de Tablero eléctrico Guardia: _____

Lugar de trabajo: PIAP-TUNJUNABO Equipo a bloquear: _____

Fecha de inicio: 24-12-2012 Fecha de término: 25-12-2012 Jefatura: Servicios Comarcales

BREVE DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO DEL TRABAJO A REALIZAR
Bloqueo y etiquetado de Tablero eléctrico principal, para implementación otro Tablero.

EVALUACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

1- ¿Los colaboradores cuentan con capacitación vigente en el estándar EST-330-004 Bloqueo y etiquetado?

2- ¿Se realizó el IPERC de línea base para este trabajo y se encuentra debidamente aprobado?

3- ¿El trabajo a realizar es rutinario? (cuando se repite y es usual)

4- ¿El trabajo a realizar es no rutinario? (cuando no se repite o se desarrolla en caso de emergencia)

5- ¿De ser un trabajo rutinario cuenta con un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS), autorizado?

6- ¿Las instrucciones fueron instruidas en el desarrollo del PETS para realizar el trabajo?

7- ¿De ser un trabajo no rutinario se desarrolló un ATS y esta se encuentra autorizada?

8- ¿Se realizó el IPERC continuo y se encuentra debidamente liberado y firmado por todos los colaboradores?

EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA PELIGROSA A BLOQUEAR

1- ¿El tipo de bloqueo o supervisor: cuáles los puntos de aislamiento del equipo o sistema?

2- ¿El tipo de bloqueo a emplear es bloqueo personal?

3- ¿El personal colaborador cuenta con los dispositivos de bloqueo, candado y tarjeta personal?

4- ¿El tipo de bloqueo a emplear es grupal y se cuenta con la caja de bloqueo grupal?

5- ¿Se cuenta con candado y tarjeta de bloqueo grupal del equipo o sistema debidamente identificado?

6- ¿Se coordinó con el personal de MOP responsable, el bloqueo del equipo o sistema?

LISTA DE EQUIPOS Y SISTEMAS BLOQUEADOS Y ETIQUETADOS

Nº	Equipo / maquinaria / sistema	Identificación	Punto de Bloqueo	Instrucción de Aislamiento	Verificación
1	Tablero principal PIAP	IEP-PIAP-01	A1-001	Caja de electricidad	SI
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

INDICAR LOS PASOS DE BLOQUEO Y ETIQUETADO

1- **PREPARAR:** Se comunicó al responsable del equipo o sistema del aislamiento y bloqueo.

2- **ASISLAR:** Se identificaron todos los puntos de aislamiento y se anotaron en la lista de verificación.

3- **BLOQUEAR Y ETIQUETAR:** Se verificó que todo el personal, bloqueo y etiquetó correctamente en cada punto.

4- **DISPARAR:** Se realizó la liberación de energía remanente en el equipo o sistema. (Cero, Tierra a tierra, Transmisión, Cero)

5- **VERIFICAR:** Se accionó el equipo y este no produjo movimiento alguno. (solo en casos especiales de equipo o sistema)

Lider de bloqueo: Andrés Alberto de la Cruz Cargo: Electromecánico Firma: _____

INDICAR EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

1- Cascos <input checked="" type="checkbox"/>	7- Traje tipo G <input checked="" type="checkbox"/>	13. Respirador Full Face <input checked="" type="checkbox"/>
2- Lentes <input checked="" type="checkbox"/>	8. Ropa anti llama <input checked="" type="checkbox"/>	14. Zapatos de seguridad <input checked="" type="checkbox"/>
3- Tapones de oído interno <input checked="" type="checkbox"/>	9. Guantes de cuero <input checked="" type="checkbox"/>	15. Candado para bloqueo <input checked="" type="checkbox"/>
4- Tapones de oído externo <input checked="" type="checkbox"/>	10. Guantes para químicos <input checked="" type="checkbox"/>	16. Tarjetas de bloqueo <input checked="" type="checkbox"/>
5- Careta <input checked="" type="checkbox"/>	11. Guantes antiestrés <input checked="" type="checkbox"/>	17. <input checked="" type="checkbox"/>
6. Chaleco reflectivo <input checked="" type="checkbox"/>	12. Respirador media cara <input checked="" type="checkbox"/>	18. <input checked="" type="checkbox"/>

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

FRMA: _____ FRMA: _____ FRMA: _____

Responsable del trabajo: _____ Representante a Jefe del Área de MOP: _____ V.P. Representante de Seguridad: _____

Ilustración 57: PETAR BLOQUEO Y ETIQUETADO

LEPSA PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO BLOQUEO Y ETIQUETADO Código: FOM-330-004

Nº	Apellido y Nombre	Comenzación	Fin de turno	Firma de inicio	Fin de turno	Firma de salida
1	Alfonso Viscaino	18:00	18:30	_____	_____	_____
2	Rodrigo Fabian	18:00	18:30	_____	_____	_____
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

El presente formato debe de usarse en la modalidad de Bloqueo y Etiquetado de alta tensión y para el personal autorizado para el 23 de Julio 2012 y modificaciones.

Ilustración 58: PETAR BLOQUEO Y ETIQUETADO