



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
NIVEL EN LAS POZAS DE AGUA RECICLADA PARA LA
PLANTA CONCENTRADORA DE LA SOCIEDAD MINERA
EL BROCAL S.A.A.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
CÉSAR DAVID VALVERDE HURTADO**

**ASESOR
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

LIMA – PERÚ, JULIO 2022



DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza de concluir este trabajo, permitiendo lograr mis objetivos y darme salud.

A mi esposa Amalia y mis adoradas hijas Alejandra y Flavia.

A mis padres, que son la fuerza y motivo de seguir adelante.

A las personas que creyeron en mi capacidad, demostrando que no se equivocaron.





AGRADECIMIENTO

En especial, al Mg. Ing. Rogelio Alexander López Rodas, por la asesoría prestada para la elaboración del Trabajo de Suficiencia Profesional.

A mis profesores de la universidad por sus enseñanzas, apoyo y comprensión, dispuestos siempre a ayudar y siendo parte de este logro, esperando que este trabajo de suficiencia profesional refleje el empeño y esfuerzo recibido por parte de ellos.





INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad económica importante para el desarrollo del Perú, en este sentido es necesario conocer la complejidad y los desafíos que representa esta actividad. La Sociedad Minera el Brocal es una empresa que en conjunto con otras desarrolla interesantes e importantes aportes para esta actividad económica, como bachiller de la carrera de ingeniería industrial presento el siguiente proyecto referente a la “Implementación de un sistema de control de nivel en las pozas de agua reciclada para la planta concentradora de la Sociedad Minera el Brocal S.A.A.”.

Con la implementación de este sistema obtendremos un mejor control de abastecimiento de agua hacia la planta concentradora, aporte importante en la gestión del uso eficiente de los recursos naturales, tal como se menciona en la política de responsabilidad social y en la política de seguridad, salud ocupacional y del ambiente, alineando sus operaciones con los principios de desarrollo sostenible empresarial. Por tal motivo, de manera mensual, se envían a la ALA Pasco los resultados del uso de agua, tanto minero como poblacional y energético, según corresponda, además se reciben fiscalizaciones no programadas de las autoridades ALA-Pasco y OEFA. La empresa es consiente que el agua utilizada proviene de las lagunas de propiedad del Estado peruano, por esta razón se tiene resoluciones emitidas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la cual otorga la licencia del uso del agua con fines energéticos, poblacionales y minero metalúrgico.

El óptimo consumo de energía en la estación de bombeo de agua reciclada es otro aporte importante en la administración de generación y compra de energía eléctrica, controlando el uso de energía eléctrica garantizando su disponibilidad y uso adecuado. Evitar derrames que causan impacto al medio ambiente, los cuales conllevan a la aplicación de sanciones y/o multas para la empresa, del total de agua captada y utilizada para el procesamiento de minerales, el 77.54% es recuperada y reciclada (11'768,152.48 m³ /año), lo que implica un tratamiento físico en pozas de sedimentación y uso de productos químicos (peróxido de hidrogeno) para mejorar la calidad del agua.





RESUMEN

El proyecto desarrollado tiene como objetivo principal optimizar el abastecimiento de agua reciclada a Planta Concentradora, esto debido a que la estación de bombeo trabaja las 24 horas del día sin ningún tipo de monitoreo y control de los niveles de las pozas de agua reciclada, el arranque y parada de la estación de bombeo dependía de la disponibilidad del operador el cual por la distancia y trabajo en las canchas de relave no se daba tiempo para la operación de la estación de bombeo, generando un abastecimiento discontinuo de agua reciclada a planta concentradora, produciendo alteraciones en el proceso de planta concentradora.

Se realizó la evaluación de la problemática del proceso de abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, identificando un ineficiente monitoreo y control de nivel de la poza de agua reciclada de planta concentradora y como consecuencia más relevante el alto costo de consumo de energía. Por lo tanto, el proyecto de mejora a implementar es un sistema de control de nivel por radiofrecuencia en la poza de agua reciclada de planta concentradora, para lo cual se plantearon alternativas de solución mediante comunicación alámbrica e inalámbrica, evaluando ambas opciones consideramos que la inalámbrica sería la más adecuada para este tipo de aplicación debido a la distancia de 4 Km aproximadamente.

Adicionalmente se planteó la opción de monitoreo remoto desde la sala de control ubicada en Planta. Al finalizar la implementación del proyecto obtendremos un óptimo abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, así como un considerable ahorro de energía, logrando monitorear y controlar el proceso desde una sala de control (SCADA).





ABSTRACT

The main objective of the developed project is to optimize the supply of recycled water to the Concentrator Plant, due to the fact that the pumping station works 24 hours a day without any type of monitoring and control of the levels of the recycled water pools, the start-up and shutdown of the pumping station depended on the availability of the operator who, due to the distance and work in the tailings fields, did not have time to operate the pumping station, generating a discontinuous supply of recycled water to the concentrator plant, producing alterations in the concentrator plant process.

An evaluation of the problem of the recycled water supply process to the concentrator plant was carried out, identifying an inefficient monitoring and control of the level of the recycled water pool of the concentrator plant and, as a more relevant consequence, the high cost of energy consumption. Therefore, the improvement project to be implemented is a radiofrequency level control system in the recycled water pool of the concentrator plant, for which solution alternatives were proposed through wired and wireless communication, evaluating both options, we consider that the wireless would be the most suitable for this type of application due to the distance of approximately 4 km.

Additionally, the option of remote monitoring from the control room located in the Plant was proposed. At the end of the implementation of the project we will obtain an optimal supply of recycled water to the concentrator plant, as well as considerable energy savings, managing to monitor and control the process from a control room (SCADA).



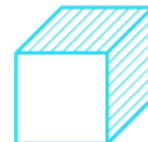


TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
INDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	4
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	5
1.3.1. Misión	6
1.3.2. Visión	6
1.3.3. Objetivos.....	6
1.3.4. Valores.....	7
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	8
1.4.1. Organigrama del área a desarrollar el proyecto.....	12





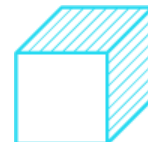
1.5.	DESCRIPCION DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	15
1.5.1.	Entorno general	16
1.5.2.	Entorno competitivo	19
1.5.3.	Análisis PORTER de las cinco fuerzas	21
CAPÍTULO II.....		23
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....		23
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	24
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	27
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	43
2.4.	OBJETIVO DEL PROYECTO	43
2.4.1.	Objetivo general	43
2.4.2.	Objetivos específicos	44
CAPÍTULO III.....		45
DESARROLLO DEL PROYECTO.....		45
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	46
3.2.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.2.1.	Factibilidad técnica	47
3.2.2.	Factibilidad operativa	48
3.2.3.	Factibilidad económica	48
3.3.	BASES TEÓRICAS	49
3.4.	BASES NORMATIVAS	54





3.5.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	55
3.5.1.	Filosofía de control.....	60
3.5.2.	Arquitectura del sistema	62
3.5.3.	Lista de equipos.....	66
3.6.	COSTOS DEL PROYECTO.....	66
3.6.1.	Evaluación de costos de inversión	66
3.6.2.	Evaluación de beneficios.....	72
3.6.3.	Evaluación económica	74
3.7.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	80
3.8.	CONCLUSIONES	82
3.9.	RECOMENDACIONES	82
CAPÍTULO IV	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
CAPÍTULO V	86
GLOSARIO DE TÉRMINOS	86
CAPÍTULO VI	89
ANEXOS	89





INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de SMEBSAA	11
Figura 2 Organigrama del Área a Desarrollar el Proyecto.....	14
Figura 3 Análisis PORTER de las Cinco Fuerzas	22
Figura 4 Diagrama de Flujo Abastecimiento de Agua	26
Figura 5 Análisis con el Diagrama de Pareto	30
Figura 6 Diagrama Causa - Efecto N°1	32
Figura 7 Diagrama Causa - Efecto N°2	36
Figura 8 Diagrama Causa - Efecto N°3	40
Figura 9 La Metodología y el Ciclo Deming.....	47
Figura 10 Ubicación Reciclaje - Planta Concentradora	57
Figura 11 Diagrama del Sistema a Implementar	59
Figura 12 Estrategia de Control.....	60
Figura 13 Lazo de Control a Implementar	61
Figura 14 Leyenda del Control a Implementar	61
Figura 15 Topología del Proyecto	62
Figura 16 Diagrama del Proyecto en el SCADA.....	65





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz FODA SMEBSAA	17
Tabla 2 Análisis PESTEL SMEBSAA.....	20
Tabla 3 Causas Evidenciadas en un Mes.....	28
Tabla 4 Frecuencia y Porcentaje Acumulado	29
Tabla 5 Cuadro de Ponderación N°1	33
Tabla 6 Análisis Klein N°1.....	34
Tabla 7 Cuadro de Ponderación N°2	37
Tabla 8 Análisis Klein N 2	38
Tabla 9 Cuadro de Ponderación N°3	41
Tabla 10 Análisis Klein N°3.....	42
Tabla 11 Evaluación de Alternativas Tecnológicas.....	49
Tabla 12 Comparación Técnica de Radios Modem	51
Tabla 13 Bandas de Frecuencia	54
Tabla 14 Niveles de Trabajo Poza de Agua Reciclada.....	64
Tabla 15 Equipos a Implementar	66
Tabla 16 Costo de Equipos Para el Proyecto	67
Tabla 17 Costo de Materiales	68
Tabla 18 Costo de Instalación y Comisionamiento	70
Tabla 19 Costo de Mantenimiento	71
Tabla 20 Costo Total del Proyecto.....	71





Tabla 21 Costo Consumo de Energía 2 Bombas.....	73
Tabla 22 Costo de Energía con el Proyecto	75
Tabla 23 Datos Calculo VAN / TIR.....	76
Tabla 24 Flujo de Caja.....	77
Tabla 25 Cálculo del VAN del Proyecto.....	78
Tabla 26 Calculo TIR	79
Tabla 27 Cronograma de Trabajo.....	81

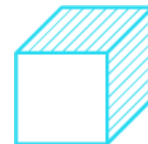




ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado ISO 9001 de la Empresa	90
Anexo 2 Certificado ISO 45001 de la Empresa 1 de 1	91
Anexo 3 Certificado ISO 45001 de la Empresa 1 de 2	92
Anexo 4 ISO 45000:2018 Sistema de Gestión de la SST	93
Anexo 5 Certificado ISO 14001 1 de 1	94
Anexo 6 Certificado ISO 14001 1 de 2	95
Anexo 7 Certificado ISO 14001 1 de 2	96
Anexo 8 Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1.....	97
Anexo 9 Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2.....	98
Anexo 10 Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2.....	99
Anexo 11 Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1.....	100
Anexo 12 Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2.....	101
Anexo 13 Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 3.....	102
Anexo 14 Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1.....	103
Anexo 15 Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1.....	104
Anexo 16 Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1.....	105
Anexo17 Lista de Equipos DEL Proyecto.....	106
Anexo 18 Lista de Materiales del Proyecto	107
Anexo 19 Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 1	108
Anexo 20 Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 1	109





Anexo 21 Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 2.....	110
Anexo 22 Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 3.....	111
Anexo 23 Ficha técnica PLC MicroLogix 1100 1 de 1	112
Anexo 24 Ficha técnica PLC MicroLogix 1100 1 de 1	113
Anexo 25 Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 1	114
Anexo 26 Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 2	115
Anexo 27 Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 3	116





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA





1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Los orígenes de la empresa yacen desde la época preincaica. Se sabe que la tribu de los Tinyahuarcos, extraían la plata de las faldas del cerro ubicado frente a Puntac-Marca, que por poseer abundancia y calidad desde aquellos tiempos era conocido como GOLGUE (plata), JIRCA (cerro), hoy Colquijirca, es decir “cerro de la plata”.

La historia nos cuenta que cuando hubo que pagar el rescate del Inca Atahualpa, se recibió la orden de enviar a Cajamarca toda la existencia almacenada de minerales preciosos que se tenían en Golguejirca; gracias a estos importantes antecedentes nuestra evolución siempre estuvo orientada hacia el crecimiento de la empresa y se fue dando de la siguiente manera:

- 1549, llegan los españoles a la zona y comienzan a trabajar en las minas de Golguejirca.
- 1880, la mina Colquijirca, propiedad del ciudadano español Manuel Clotet, fue cedida a su yerno, Eulogio Fernandini.

1886, se inician los trabajos del socavón principal de Colquijirca que posteriormente se llamó el “Socavón Fernandini”. La ejecución de la obra de 900 metros de longitud tomó 13 años llegando por fin con tenacidad y esfuerzo a encontrar vetas de plata, plomo y zinc.

- 1889, se tenía instalada la Fundición de Huaraucaca, para la producción de barras de plata, cuya instalación y manejo estuvo a cargo del ingeniero Antenor Rizo Patrón.
- 1921, la empresa, Negociación Minera Eulogio E. Fernandini, decidió cerrar la fundición y reemplazarla por una planta de flotación ubicada en el mismo lugar.
- 1938, se modificó el nombre de la empresa por “Negociación Fernandini Clotet Hermanos” que incluía tanto negocios mineros como agrícolas.





- El 7 de mayo de 1956, se registró como “Sociedad Minera El Brocal S.A.”
- 1960, se instala el primer molino de barras e inicia su crecimiento
- 1973, se inicia los trabajos de tajo abierto “Mercedes-Chocayoc”, mientras en la zona de Marcapunta se explotaba por método subterráneo
- 1974, se paraliza la explotación subterránea convencional, y se intensifica el desbroce del tajo abierto, elevando la producción a 580 y posteriormente hasta las 1,000 TMD
- Entre 1980 y 1981, se incrementan las actividades en el tajo abierto, lográndose producir 1,500 TMD de mineral
- En 1990 y 1991, se tratan 1,750 TMD y 2,000 TMD de mineral respectivamente, proveniente de los tajos Principal y Mercedes-Chocayoc
- 1994, se inicia un programa agresivo de exploraciones a través de perforaciones diamantinas, lo cual permitió identificar y cuantificar los Proyectos San Gregorio y Marcapunta.
- En noviembre de 1996, la planta concentradora de Huaraucaca comienza con la flotación selectiva de zinc, plata y plomo. Al mismo tiempo, la producción llega hasta 2,200 TMD
- El 14 de abril del 2003, la empresa se convirtió en Sociedad Anónima Abierta y su razón social se modificó a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- 2007, la capacidad instalada de la planta concentradora Huaraucaca es de 5,500TMD.
- 2009-2014, El Programa de ampliación de operaciones aprobado en agosto del 2008 por el Directorio, consistente en incrementar la





capacidad de producción de mineral a 18,000 TMD, empezó a desarrollarse en el año 2009, consolidándose en el 2014 la operación de la Planta 1 a niveles de 7,000 TMD y de la Planta 2 a 11,000 TMD, contando con una capacidad instalada de 18,000 toneladas métricas por día.

Asimismo, debemos destacar que una de las actividades más importantes, fue la elaboración y ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), entre los años 1996 y 2001, cuyo cumplimiento mereció el reconocimiento y aprobación del Ministerio de Energía y Minas a través de la R.D. N° 306-2002-EM/DGM, el 08 de noviembre del 2002, luego de una rigurosa Auditoría Especial. Paralelamente la producción de la empresa se incrementó progresivamente hasta llegar a 3300 TMD en el año 2003.

A fines del año 2002, luego de adecuarse a la legislación ambiental, la empresa toma la decisión de implementar un Sistema Integrado de gestión en Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SIGMASS), con el objetivo de mostrar su compromiso voluntario por la mejora continua en cuanto al cuidado del medio ambiente y la integridad física de su personal, lo cual obligó a la elaboración, cumplimiento y seguimiento de políticas, manuales, procedimientos, instrucciones, etc.; del sistema, para luego ser sometido a una auditoría externa. Esta implementación se realizó durante los años siguientes, para culminar con el logro de la Certificación de ISO 1400 y ISO-45001, el 24 de marzo del 2004. Estas certificaciones son renovadas periódicamente mediante auditorías internas y externas.

Durante los últimos años, Sociedad Minera El Brocal ha logrado dar un salto cualitativo importante debido al crecimiento integral de la organización, lo que la ubica dentro del grupo de empresas mineras medianas más importantes del PAÍS. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)

1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

El Brocal es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: plata, plomo, zinc y cobre. La





empresa realiza sus operaciones en las unidades mineras de Colquijirca y la planta concentradora de Huaraucaca, localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco, Perú. sus oficinas administrativas están localizadas en el distrito de san isidro, en la ciudad de Lima-Perú.

El Brocal explota dos minas contiguas: tajo norte, operación a tajo abierto que produce minerales de plata, plomo y zinc; y Marcapunta-Norte, mina subterránea que produce minerales de cobre. el mineral extraído se procesa en dos plantas concentradoras, que actualmente cuentan con una capacidad instalada de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día. el brocal cuenta asimismo con toda la infraestructura asociada requerida, como centrales hidroeléctricas, subestaciones, talleres, almacenes, canchas de relaves, planta de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas.

La competitividad en la industria minera se caracteriza por la habilidad de los operadores de producir concentrados o metal a bajo costo, debido a que las empresas no tienen capacidad de influir en los precios de venta, en ese sentido, el Brocal cuenta con ventajas competitivas significativas, como son: ser titular de importantes yacimientos mineros, tener acceso a infraestructura (energía, transporte, etc.) y contar con mano de obra calificada, entre otras. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)

1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

El brocal tiene como principales actividades la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos, principalmente de zinc, plomo, cobre y plata, la compañía realiza sus operaciones en la unidad minera de Colquijirca, conformada por las minas Tajo Norte y Marcapunta Norte, y la Planta Concentradora de Huaraucaca, localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco, Perú. los minerales de plata, plomo y zinc son explotados en su mina tajo abierto tajo norte, mientras que los minerales de cobre en su mina subterránea Marca Punta Norte. el mineral extraído se procesa en dos plantas concentradoras contiguas, plenamente operativas, que actualmente cuentan con una capacidad instalada





de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día. la planta de tratamiento n° 1 posee una capacidad de tratamiento de 7,000 toneladas métricas por día (TMD), asignada exclusivamente al mineral de cobre; mientras que la planta de tratamiento n° 2 cuenta con una capacidad de 11,000 TMD, asignada al tratamiento de plomo y zinc. adicionalmente, el brocal posee la infraestructura necesaria para operar, representada por centrales hidroeléctricas, subestaciones, canchas de relaves, talleres, almacenes, plantas de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas.

1.3.1. Misión

Producir concentrados minerales y metales, garantizando la creación de valor para los accionistas. Realizar actividades de exploración, asegurando la continuidad del proceso de explotación del mineral, generando oportunidades de desarrollo para nuestros colaboradores y las comunidades del entorno. Mantener el compromiso de operar y desarrollar nuestros proyectos con innovación, eficacia, seguridad, responsabilidad social y ambiental y buen gobierno corporativo. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)

1.3.2. Visión

El Brocal es una empresa minero-metalúrgica moderna, que opera con rentabilidad en sus inversiones; cuenta con amplios recursos y reservas de mineral que garantizan su sostenibilidad y crecimiento en el mediano y largo plazo, en base a nuevas operaciones mineras que opera con responsabilidad para con su entorno. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)

1.3.3. Objetivos

Sociedad Minera El Brocal tiene como objetivo asegurar la sostenibilidad de la empresa, promoviendo la continua creación de valor para nuestros accionistas, por lo que reconocemos que el único modo de hacerlo es a través de hacer rentable y eficiente nuestras operaciones utilizando las





mejores prácticas globales así como las mejores prácticas de Buen Gobierno Corporativo, lo cual es fundamental para la competitividad y permanencia de la organización. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)

1.3.4. Valores

Los integrantes de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. sostenemos que para la consecución de nuestra Visión y Misión viviremos y difundiremos los siguientes valores:

- **Integridad:** Para que nuestras acciones se desarrollen con entereza moral y probidad.
- **Respeto:** Para afianzar nuestra relación con los Grupos de Interés y velar por la preservación del medio ambiente.
- **Lealtad:** Para afirmar nuestro compromiso con la empresa y sus integrantes.
- **Laboriosidad:** Para realizar las tareas con esmero y hacer algo más que cumplir con lo imprescindible, lo obligatorio o lo mínimo necesario.
- **Honestidad:** Para comportarnos y expresarnos con sinceridad y coherencia, respetando los valores de la justicia y la verdad.
- **Transparencia:** Para informar de manera objetiva y oportuna, acerca de nuestras actividades.
- **Solidaridad:** Para coadyuvar al desarrollo sostenible del entorno. (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

- **Gerente de unidad**

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. está representada por su Gerente de Unidad el Sr. Leandro García Raggio, quien toma las decisiones en los diversos procesos en la organización con las gerencias de cada área:

- **Secretaria**

Encargada de realizar todas las tareas administrativas y manejo de asuntos confidenciales de la Gerencia de Unidad.

- **Gerente de proyectos**

Se encarga de la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos en la unidad minera, con el fin de alcanzar los objetivos trazados, optimizando cada uno de los procesos, reduciendo costos y riesgos.

- **Gerente de administración y finanzas**

Se encarga de planificar, organizar, dirigir y controlar la gestión de los recursos logísticos, contables, activos fijos y de finanzas, brindando el apoyo administrativo necesario a la empresa.

- **Gerente de relaciones institucionales**

Encargado en transmitir de forma transparente información relevante de la empresa, estableciendo relaciones de confianza con entidades del estado y privadas dentro de los objetivos y estrategias de la empresa.

- **Comercialización**

El área de comercialización se encarga de controlar y optimizar la gestión del manejo de los minerales y concentrados en toda la cadena logística y comercial de la empresa. Estar en constante actualización acerca del precio de los metales en los mercados internacionales, siendo muy importante para la toma de decisiones comerciales.





- **Gerente de operaciones**

Planifica, dirige y asegura el buen manejo de los recursos de una organización con la finalidad de lograr los objetivos trazados. esta labor involucra un rol determinante en la toma de decisiones, un control riguroso de los procesos, reducción de costos y la capacidad de resolución de problemas.

- **Superintendencia de asuntos sociales**

Se encarga de elaborar, ejecutar y liderar la comunicación entre las comunidades y la empresa, administrando los conflictos sociales que puedan presentarse en la zona, logrando acuerdos y convenios para la continuidad de la operación.

- **Superintendencia de asuntos ambientales**

Se encarga de dirigir y gestionar las estrategias Ambientales de la Organización, velar por el cumplimiento del plan de cierre de la unidad, elaborar y controlar los presupuestos asignados al área, dar el soporte necesario a nuevos proyectos de la unidad.

- **Superintendencia de RRHH**

Se encarga de gestionar y coordinar la aplicación de las normas y los procedimientos de RR. HH. Asignar recursos humanos, atraer a los empleados más cualificados y colocarlos en aquellos puestos para los que sean más adecuados.

- **Superintendencia de seguridad y salud ocupacional**

Elaborar y administrar el programa anual de seguridad, salud ocupacional y el plan de respuesta ante emergencias. Planificar, dirigir y coordinar la implementación de requisitos detallados en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud, basado en la ISO 45001.





- **Superintendencia de mantenimiento**

Asegura el plan de mantenimiento de todas las áreas de la empresa, asegurando su correcto funcionamiento evitando paradas no planificadas.

- **Superintendencia de geología**

Gestionar y administrar las actividades referidas a exploración geológica y estimación de recursos minerales, implementar base de datos, modelamiento geológico y estimación de recursos bajo el formato y procedimientos del reporte técnico.

- **Superintendencia de mina**

Desarrollo de Ingeniería para la Infraestructura de mina. Elaboración y control de Presupuestos Anuales. Gestión de contratos y control de costos

- **Superintendencia de aguas y relaves**

Lidera la definición e implementación del estándar de gestión de relaves, asegurando una estrategia alineada a los estándares de seguridad, respeto al medio ambiente y gestión de infraestructura que exige la mina.

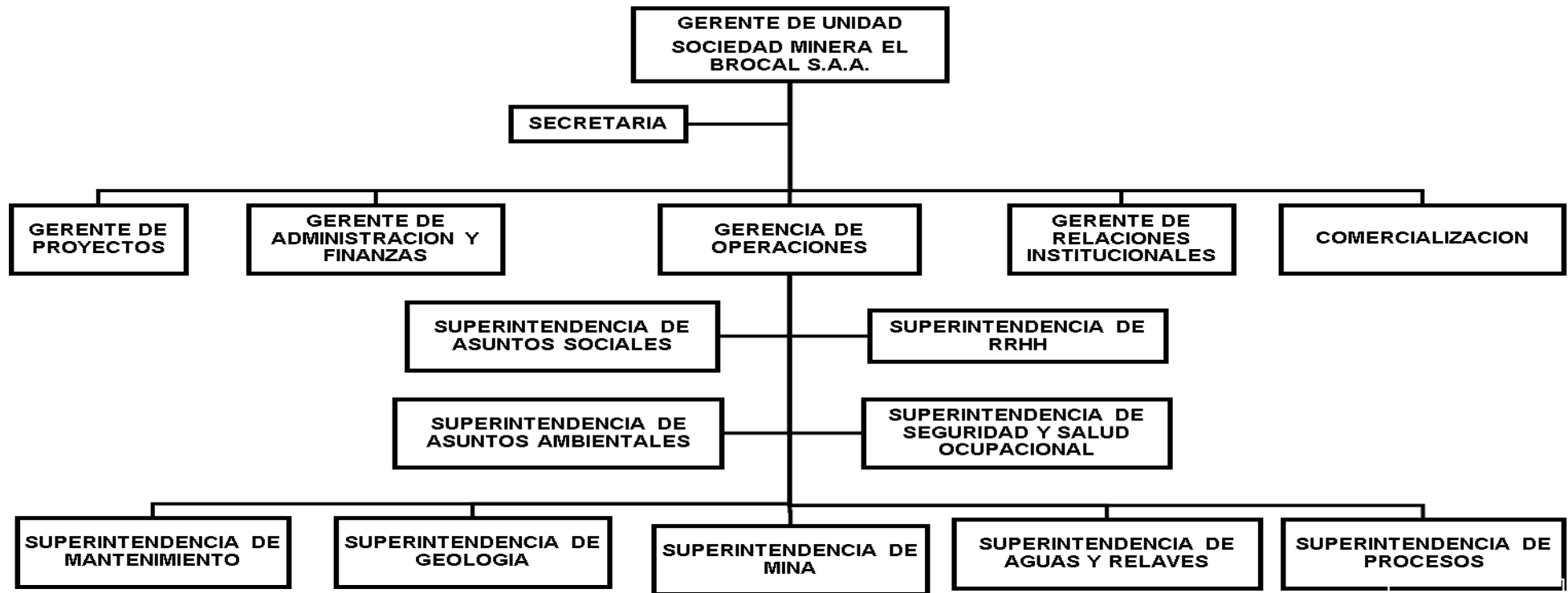
- **Superintendencia de procesos**

Asiste al Superintendente en la administración, gestión, planificación, dirección, control, ejecución de las actividades de operación y mantenimiento de la planta Concentradora.





Figura 1
Organigrama de SMEBSAA



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





1.4.1. Organigrama del área a desarrollar el proyecto

- **Gerencia de operaciones**

Planifica, dirige y asegura el buen manejo de los recursos de una organización con la finalidad de lograr los objetivos trazados. esta labor involucra un rol determinante en la toma de decisiones, un control riguroso de los procesos, reducción de costos y la capacidad de resolución de problemas.

- **Superintendencia de aguas y relaves**

Lidera la definición e implementación del estándar de gestión de relaves, asegurando una estrategia alineada a los estándares de seguridad, respeto al medio ambiente y gestión de infraestructura que exige la mina.

- **Asistente de superintendencia de aguas y relaves**

Asiste al Superintendente con las funciones y responsabilidades de la gestión del manejo de aguas y del relave en la operación minera, con el objeto de lograr el cumplimiento ambiental en los puntos de vertimiento de agua y garantizar la descarga de relaves, de manera óptima, para poder lograr objetivos de producción minera, trabajo basado fundamentalmente en una eficiente planificación de corto, mediano y largo plazo de los proyectos, equipos y recursos necesarios.

- **Supervisor de aguas y relaves**

Monitorea la capacidad y tiempo de vida de la presa de relaves, realizando proyecciones de estos indicadores e informando a la organización la situación actual y futura, lidera también la gestión y control de los gastos implementando acciones que permitan optimizar los costos.





- **Superintendencia de procesos**

Controla la gestión diaria de las personas y los recursos asociados con la planta concentradora, coordina las actividades para garantizar la producción de manera rentable y eficiente.

- **Secretaria**

Encargada de realizar todas las tareas administrativas y manejo de asuntos confidenciales de la Superintendencia de Procesos.

- **Laboratorio metalúrgico**

Realiza análisis, pruebas y ensayos en la planta concentradora con el fin de determinar sus características sin alterar las propiedades del material, asegurando la calidad gracias al empleo de técnicas sofisticadas de última generación.

- **Asistente de superintendencia de procesos**

Asiste al Superintendente en la administración, gestión, planificación, dirección, control, ejecución de las actividades de operación y mantenimiento de la planta Concentradora.

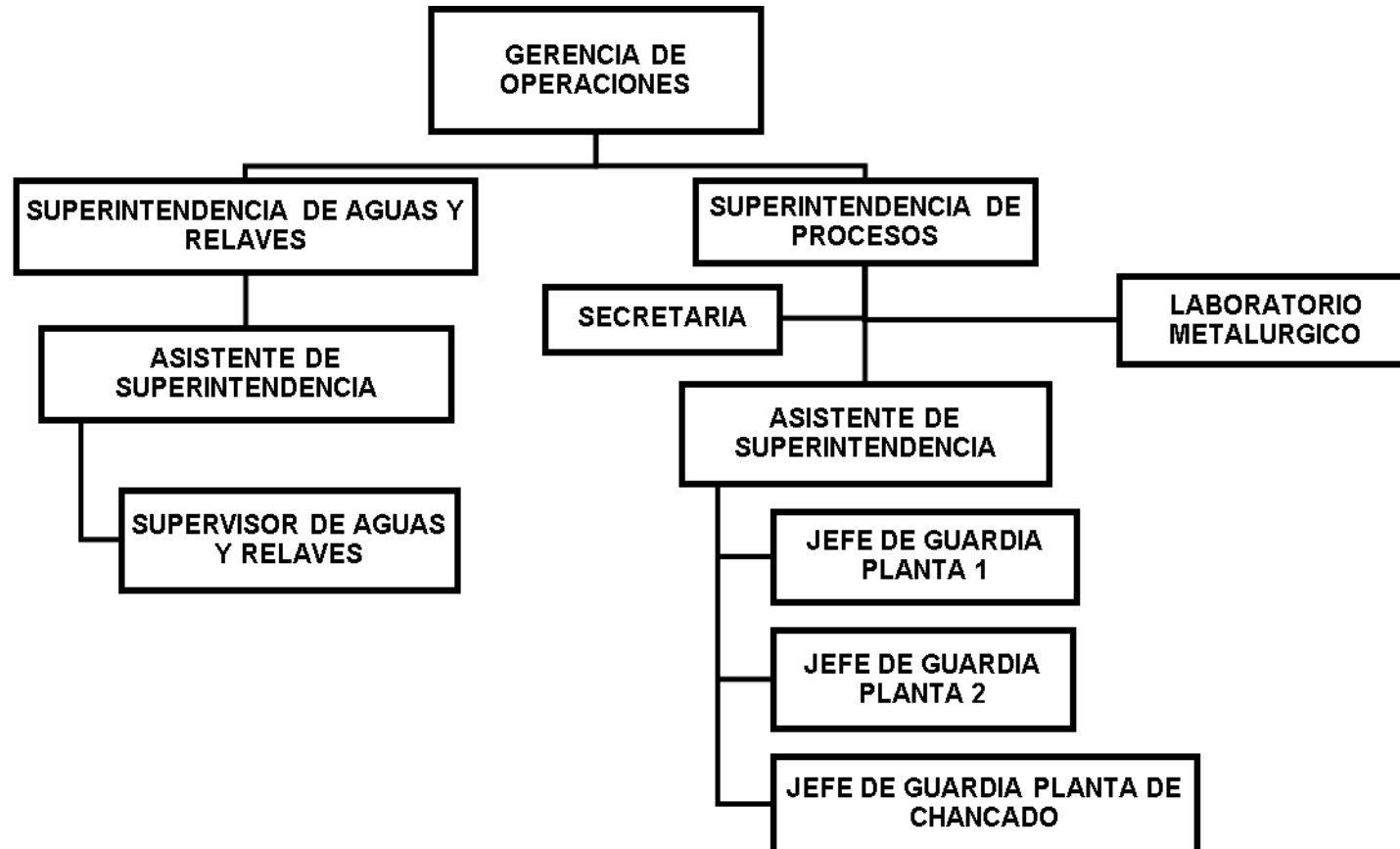
- **Jefe de guardia**

Planificar, ejecutar y controlar las diferentes áreas de la planta concentradora, realizando mejoras en el proceso coordinando con el área de mantenimiento el cumplimiento de la solicitud de trabajos para determinados equipos.





Figura 2
Organigrama del Área a Desarrollar el Proyecto



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





1.5. DESCRIPCION DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

El crecimiento económico está soportado por un ambiente de operaciones responsable y de progreso social. En el día a día estamos comprometidos con la solución de problemas que se presentan en el aspecto económico, ambiental y social, tomando acción para encontrar las soluciones adecuadas y que estas sean comunicadas oportunamente. Diversas acciones concretas se han tomado para enfrentar los problemas y desafíos que se presentan, nuestras Políticas Generales han sido alineadas con los Principios del Pacto Mundial, hemos fortalecido nuestro Código de Conducta que hoy considera las mejores prácticas de gobierno y nuestros Principios de Desarrollo Sostenible Empresarial (PDSE) incorporan los principios y estándares del Pacto Mundial de la ONU, Código de Conducta de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., Código de Conducta de la Sociedad Nacional Minería, Petróleo y Energía, BGC de las sociedades peruanas de CONASEV y BVL, Estándares de certificación: ISO 14001, ISO 45001 e ISO 9001, la Ley Sarbanes-Oxley de los EEUU y el Marco de Control COSO así como también la Iniciativa para la Transparencia de la Industria Extractiva (EITI). Anualmente obtenemos certificaciones de los estándares mencionados relacionados a los temas de Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud; así como en temas de Riesgos, Gobierno y Control (Anexo 1). Nuestros proyectos son llevados a cabo, solo si obtenemos los permisos correspondientes tanto de las autoridades locales y regionales, así como de la comunidad, realizando los respectivos estudios de Impacto Ambiental. Consideramos en nuestros planes y presupuestos los trabajos para el cierre progresivo y final de nuestras operaciones. Realizamos inversiones para el mejoramiento de nuestros procesos y tecnologías y consideramos planes de capacitación programados para nuestros colaboradores y para las contratistas que laboran en nuestra operación. Apoyamos en temas de educación y salud a nuestras comunidades de nuestro entorno y consideramos a la persona humana como el centro de las preocupaciones ambientales y del desarrollo sostenible.





1.5.1. Entorno general

Sociedad Minera El Brocal S.A.A., es una empresa minera polimetálica, dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales de plata, plomo, zinc y cobre. De acuerdo con la clasificación industrial internacional uniforme, establecida por las Naciones Unidas, el giro del negocio corresponde a la clase 0729.

Está clasificada como una empresa de mediana minería y se rige por la ley general de minería, en la siguiente tabla se muestra la matriz FODA utilizada con el objetivo de desarrollar estrategias específicas para Sociedad Minera El Brocal S.A.



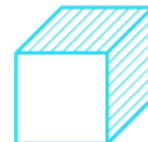


Tabla 1
Matriz FODA SMEBSAA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente empresarial fuerte y un marco de inversión abierto para el sector minero. • Grandes reservas de minerales. • Sentido de responsabilidad y ética profesional • La tecnología de punta utilizada hace posible la explotación económica óptima • Sociedad Minera El Brocal es socialmente responsable • Fuerte énfasis en las políticas de seguridad que beneficien un trabajo seguro. • Hidroeléctricas con capacidad disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de producción, principalmente en el minado, transporte de mineral de mina planta y mantenimiento. • La desigualdad en los ingresos, la pobreza y la degradación ambiental continúan impulsando las protestas sociales. • Incomprensión y diferentes interpretaciones sobre el proceso de minería. • Formación de sindicatos paralizaciones, huelga de los trabajadores. • Conflicto y diferencia de intereses con las comunidades • Deficiente sistema de comunicaciones entre talleres y operaciones. • Falta capacitación al personal.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajos costos de producción en comparación con otras regiones. • Se estima que el precio del cobre se siga incrementando. • Intercambio de experiencia profesional dentro de la empresa para el crecimiento de desarrollo. • El Perú es uno de los países con mayor atractivo para la inversión minera. • Intercambio de experiencia profesional. • Sistemas de comunicación moderna disponible. Vía satelital. Red Internet. • Equipo y maquinaria moderna disponible. • Desarrollo de nuevos proyectos industriales y mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las protestas ambientales y sociales continúan siendo desafíos claves en la minería. • Perdida de profesionales altamente calificados por migración a otras empresas mineras con mayor atractivo. • La fragilidad política presente en nuestro país. • Variabilidad en el precio de los metales. • Perdida de profesionales altamente calificados por migración a otras empresas nacionales e internacionales con mayor atractivo. • La rápida obsolescencia de los equipos y la falta de inversión en su renovación y modernización tecnológica aumenta los costos operativos. • Alza del precio de la energía.

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





- **ESTRATEGIA (FO)**

Incrementar la producción a efecto de mejorar los ingresos de la empresa y reducir los costos operativos, por economía de escala.

Reiniciar los programas de exploración de los proyectos mineros de la empresa, especialmente en los yacimientos de Marcapunta y San Gregorio. Esta acción nos permitirá definir objetivos con miras a desarrollar una nueva mina a la brevedad.

Crear el Departamento de Capacitación en la Unidad Minera, diseñar el correspondiente programa e iniciar su implementación.

Crear el Departamento de Planeamiento y Productividad para realizar un exhaustivo análisis de los procesos actuales, diseñar programas y proyectos de mejoramiento e implementar sistemas de gestión modernos.

- **ESTRATEGIA (DO)**

Diseñar y gestionar la reducción de costos mediante la mecanización de algunos procesos y la racionalización del personal de algunas áreas de apoyo.

Buscar la reducción del costo de los principales servicios, materiales e insumos mediante alianzas estratégicas con los fabricantes o proveedores directos.

Analizar los procesos y equipamiento y desarrollar proyectos de mejora.

Implementar un sistema de mantenimiento predictivo con el uso de software especializado.

Implementar un sistema de control de costos y presupuestos.





Implementar sistemas de gestión en las áreas de operación (minera, metalúrgica, mantenimiento y servicios), logística, seguridad, medio ambiente y otros.

- **ESTRATEGIA (FA)**

Realizar un programa de investigación metalúrgica a efecto de mejorar la calidad de los concentrados e incrementar la recuperación metálica en los mismos. Ello incrementará los ingresos y reducirá los costos operativos de la planta concentradora.

Impulsar la cultura de seguridad integral y la conservación y protección del medio ambiente como un valor de la organización, lo que permitirá cumplir los planes.

Implementar programas de reducción de energía, mediante el mejoramiento de los procesos y el uso de tecnología moderna.

- **ESTRATEGIA (DA)**

Reducir los costos operativos y financieros e incrementar los márgenes.

1.5.2. Entorno competitivo

Es necesario analizar el entorno competitivo de la empresa, en la tabla se muestra el análisis PESTEL donde se identifican las variables más significativas dentro de cada factor.





Tabla 2
Análisis PESTEL SMEBSAA

FACTORES EXTERNOS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
POLÍTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene la decisión política del gobierno de apartarse de la actividad empresarial minera. • Reorientación de los sindicatos hacia actividades netamente laborales 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes políticas de gobierno. • Inestabilidad política del país
ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> • La salud económica favorable para la inversión en el sector minero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio de los metales controlado por el mercado Internacional. • Desaceleración económica de China
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor importancia para la preservación del ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos Proyectos se encuentran sobre terrenos pertenecientes a comunidades campesinas. • Incumplimiento de los Compromisos que asumen las compañías mineras con el gobierno y las comunidades.
TECNOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> • Control de equipos por GPS. • Software de sistema de información integrado • Existencia de equipos de perforación, voladura acarreo y transporte más eficientes y de menores costos operativos. • Proveedores de tecnología al alcance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos de tierras necesitan una pronta innovación, camiones, cargadores frontales. • La distancia de transporte del tajo a la planta es de 8.5 Km.; esto incrementa los costos. • La recuperación metalúrgica es baja, pudiendo mejorarse un 10%.
ECOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> • Plan y ejecución constante para la conservación del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los sustitutos por los desechos reciclables.
LEGALES	<ul style="list-style-type: none"> • Legislación del Estado hacia la inversión en el sector minero 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislación poco competitiva del sector minería.

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





1.5.3. Análisis PORTER de las cinco fuerzas

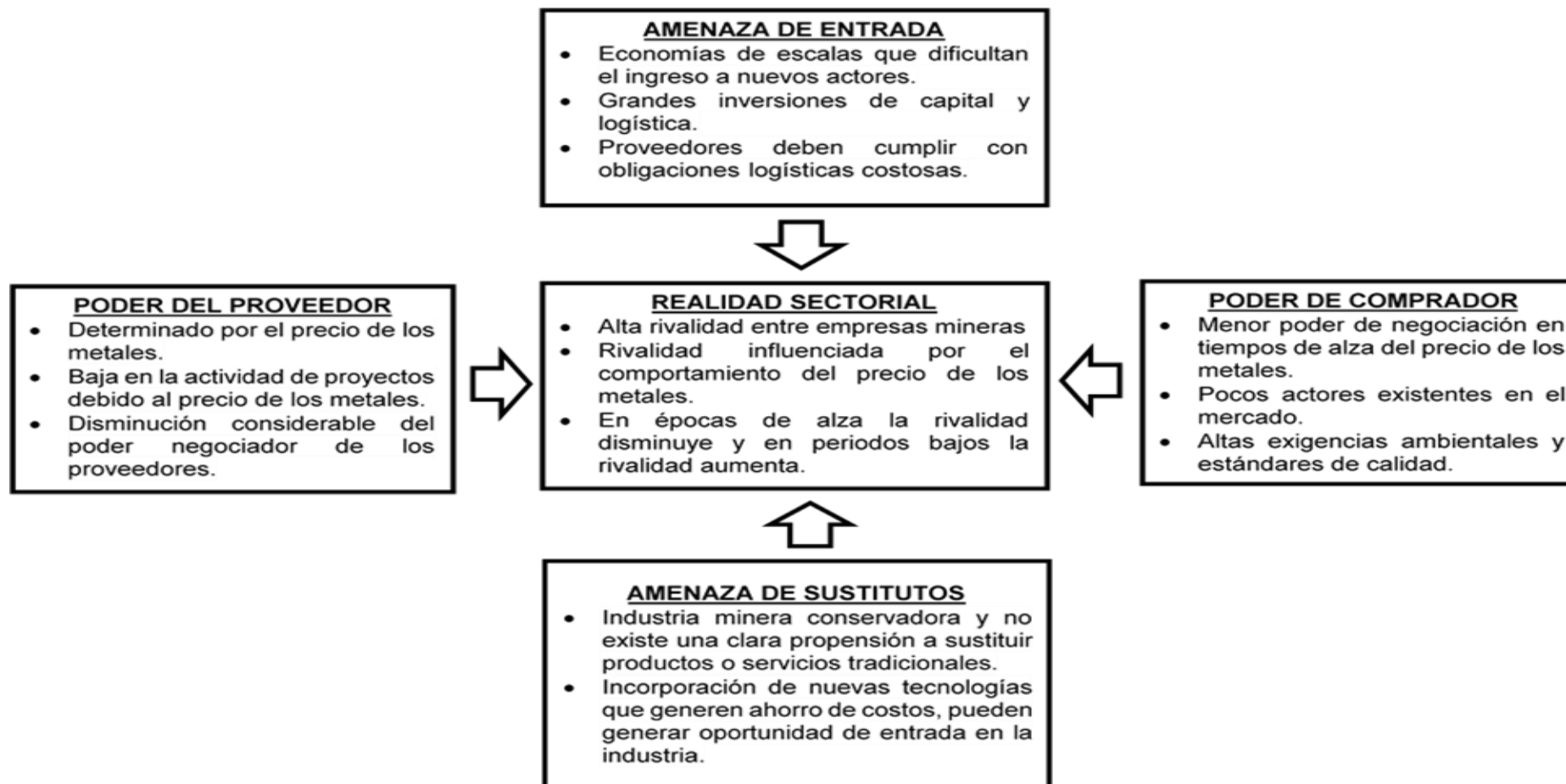
La presente herramienta nos permiten desarrollar nuevas estrategias de negocio para analizar la competencia de la empresa dentro del sector minero, este modelo de análisis establece a los protagonistas (competidores, compradores, proveedores, posibles nuevos concurrentes y sustitutos), sus interrelaciones (las cinco fuerzas) y los factores que determinan la intensidad de dichas fuerzas, estas cinco fuerzas influyen en precios, costes y requisitos de inversión, que son los factores básicos que determinan la rentabilidad de la empresa, cabe mencionar que el sector minero es una industria que está marcada por las alzas y bajas del precio de los metales, a continuación se presenta el análisis competitivo mediante las 5 Fuerzas de Porter.





Figura 3

Análisis PORTER de las Cinco Fuerzas



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





CAPÍTULO II
REALIDAD PROBLEMÁTICA





2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La planta concentradora es una instalación industrial que utiliza el proceso de flotación selectiva para lograr la concentración de la mineralización económica proveniente de las minas Tajo Norte o Marcapunta Norte, se encuentra ubicada en Huaraucaca, Cerro de Pasco, a 7.5 km. del tajo abierto y tiene una capacidad instalada de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día.

La planta incluye los procesos de chancado, clasificación, molienda, acondicionamiento, flotación y filtrado, así como las respectivas canchas de almacenamiento de relaves y agua reciclada, esta última abastece a la poza de agua reciclada planta concentradora para la operación.

La cancha de agua reciclada ubicada a 4km de la planta concentradora, cuenta con su estación de bombeo, 03 bombas de 300 HP cada una, las cuales trabajan las 24 horas del día, contando con un ineficiente monitoreo y control de nivel de la poza de agua reciclada planta concentradora debido a las siguientes causas:

- Ineficiencia en el control de nivel de poza.
- Bajo control de tiempos de operación.
- Ineficiencia en el monitoreo de distribución.
- Operación en zonas alejadas.
- Disponibilidad mínima del operador de campo.
- Personal no calificado en la operación.
- Falta de planificación en la operación.
- Inexistencia de información en tiempo real.
- Tiempos muertos por cambio de turno.

Por lo tanto, el problema que se tiene es el “abastecimiento discontinuo de agua reciclada a planta concentradora”, produciendo alteraciones en el proceso de





planta concentradora y contaminación del suelo, generando las siguientes consecuencias:

- Alto consumo de energía de bombas.
- Costo por alto consumo de energía.
- Contaminación por derrames de agua reciclada.
- Desgaste mecánico de bombas
- Costo por desgaste mecánico de bombas.
- Parámetros de proceso fuera de rango
- Paralización del proceso
- Incumplimiento de metas productivas
- Incumplimiento con los parámetros ambientales.

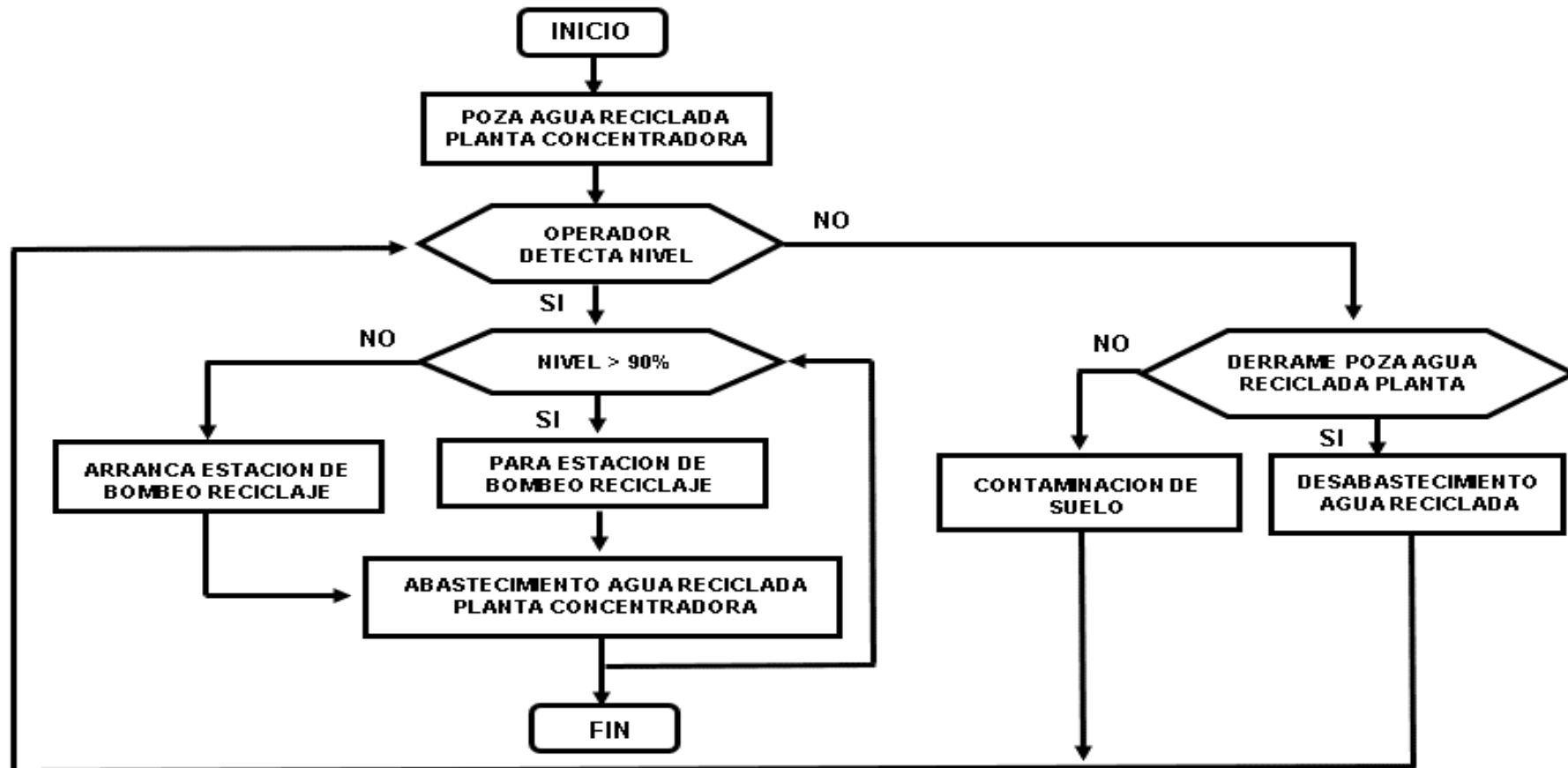
El proyecto de mejora que presentamos para esta problemática es la implementación de un sistema de control de nivel por radiofrecuencia en la poza de agua reciclada de planta concentradora, con la implementación de este sistema obtendremos lo siguiente:

- Optimo consumo de energía
- Evita contaminación y derrames
- Optimo abastecimiento de agua
- Monitoreo y control en tiempo real.





Figura 4
Diagrama de Flujo Abastecimiento de Agua



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El proceso de suministro de agua reciclada proviene del excedente de las relaveras, la cual es reciclada y utilizada en el proceso metalúrgico desde la estación de bombeo hasta la poza ubicada en la Planta Concentradora a una distancia de 4 Km. aproximadamente.

La estación de bombeo cuenta con tres bombas, 02 bombas de 300 HP c/u trabajando las 24 horas del día y 01 bomba de 300 HP de stand by, dicha estación de bombeo cuenta con un operador quien dependiendo de su disponibilidad por operar estaciones en zonas alejadas y tiempos muertos por cambio de turno no se tiene un monitoreo y control óptimo del proceso de abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, teniendo como consecuencias más relevantes un alto e innecesario costo por consumo de energía de bombas y contaminación por derrames de la poza de agua reciclada planta concentradora, debido al contenido de reactivos químicos.

Con la finalidad de evidenciar las principales causas que conllevan a este problema, realizaremos un análisis de Pareto. Cada uno de estos aspectos nos permitirá analizar las causas raíz y encontrar soluciones, así como el control y seguimiento de manera eficaz.

En la siguiente tabla se muestran las causas evidenciadas en un mes con sus respectivas incidencias ordenadas de mayor a menor:





Tabla 3
Causas Evidenciadas en un Mes

CAUSAS	FRECUENCIA
Ineficiencia en el control de nivel de poza.	27
Inexistencia de información en tiempo real.	25
Falta de planificación en la operación.	20
Ineficiencia en el monitoreo de distribución.	18
Bajo control de tiempos de operación.	6
Tiempos muertos por cambio de turno.	4
Operación en zonas alejadas.	3
Disponibilidad mínima del operador de campo.	2
Personal no calificado en la operación.	2

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la frecuencia y porcentaje acumulado para cada causa:





Tabla 4
Frecuencia y Porcentaje Acumulado

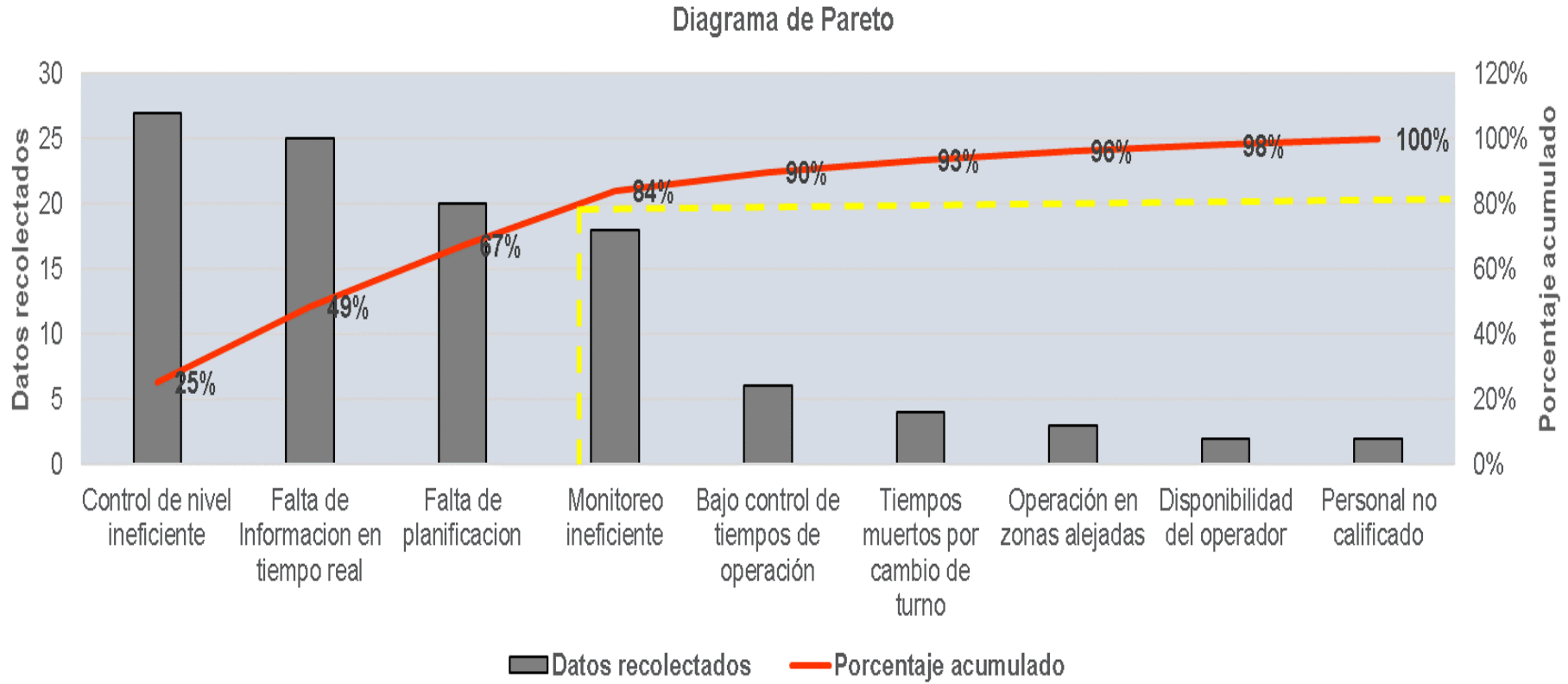
Ranking	Causas	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Ineficiencia en el control de nivel de poza.	27	27	25%	25%
2	Inexistencia de información en tiempo real.	25	52	23%	49%
3	Falta de planificación en la operación.	20	72	19%	67%
4	Ineficiencia en el monitoreo de distribución.	18	90	17%	84%
5	Bajo control de tiempos de operación.	6	96	6%	90%
6	Tiempos muertos por cambio de turno.	4	100	4%	93%
7	Operación en zonas alejadas.	3	103	3%	96%
8	Disponibilidad mínima del operador de campo.	2	105	2%	98%
9	Personal no calificado en la operación.	2	107	2%	100%

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Figura 5
Análisis con el Diagrama de Pareto



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Según el principio de la “regla 80/20”, determina que el 80% de los problemas es originado por el 20% de las causas mencionadas. Según el diagrama de Pareto seleccionamos las causas vitales correspondientes al 20%, en las cuales nos centraremos para resolver la mayor cantidad de los problemas:

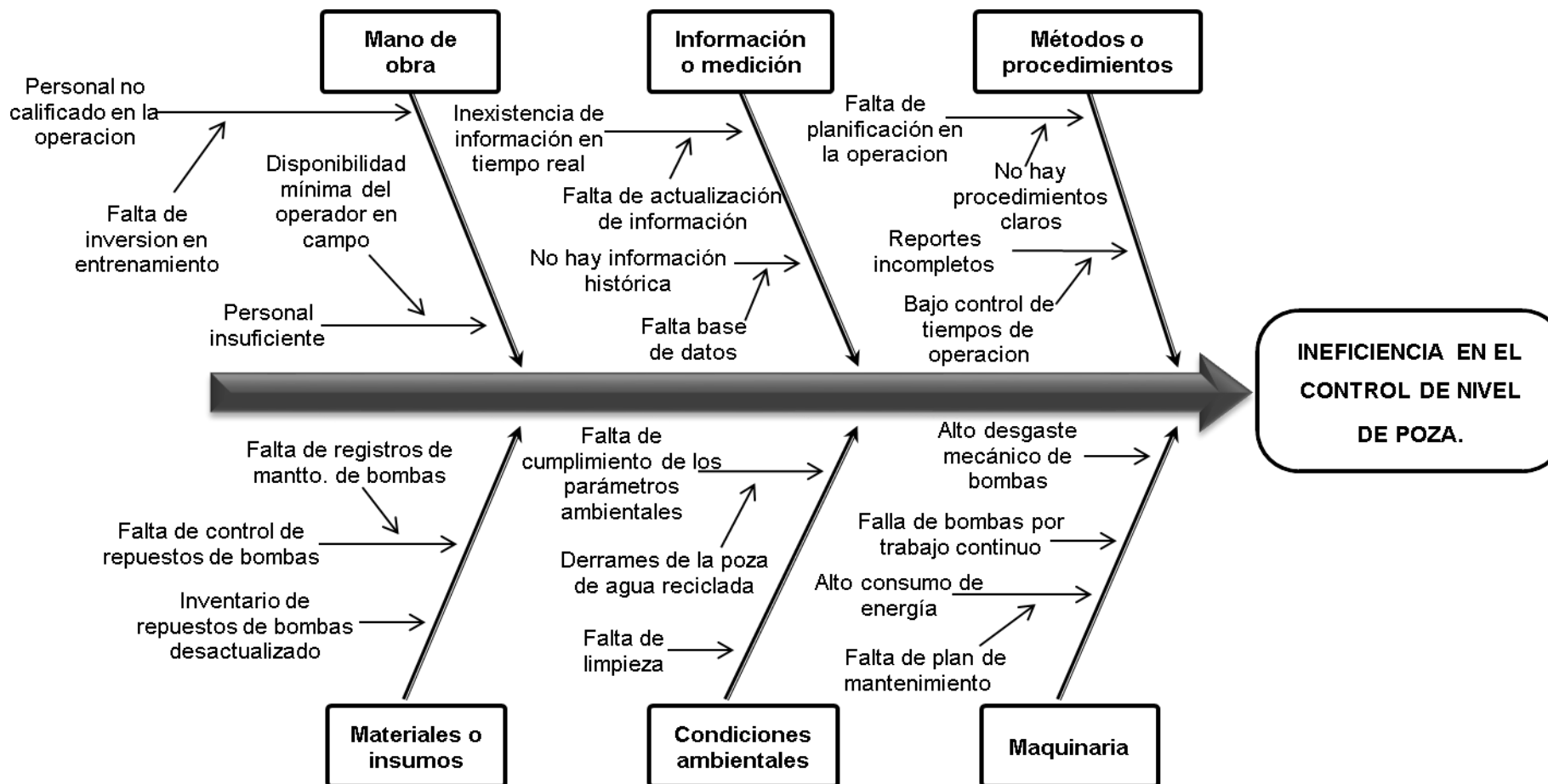
- Ineficiencia en el control de nivel de poza.
- Inexistencia de información en tiempo real.
- Falta de planificación en la operación.

Para encontrar acciones que reduzcan estos problemas es necesario encontrar las causas raíz, para ello se realiza un diagrama de causa y efecto (Ishikawa) de cada uno determinando las causas principales en seis categorías, de las cuales, en cada una se desglosan otras subcategorías, esto nos indica que proceso o área dentro de la empresa está fallando para corregir el efecto negativo que queremos solucionar.





Figura 6
Diagrama Causa - Efecto N°1



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Posterior a la lluvia de ideas y la evaluación de los motivos identificados en el diagrama Ishikawa, hemos obtenido el siguiente resumen ponderado las causas de acuerdo con su relación directa o no con el problema:

Tabla 5
Cuadro de Ponderación N°1

Letra	Variables	Puntaje
A	No afecta directamente el problema	1
B	Afecta parcialmente el problema	2
C	Afecta críticamente el problema	4

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Se presenta la puntuación de las causas de la Ineficiencia en el control de nivel de poza:





Tabla 6
Análisis Klein N°1

ANÁLISIS KLEIN		PONDERACIÓN			RESULTADO
PROCESO:	Mano de obra	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Personal no calificado en la operación		2		8
	Falta de inversión en entrenamiento		2		
	Personal insuficiente		2		
	Disponibilidad mínima del operador en campo		2		
PROCESO:	Información o medición	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Inexistencia de información en tiempo real.		2		8
	Falta de actualización de información		2		
	No hay información histórica.		2		
	Falta base de datos		2		
PROCESO:	Métodos o procedimientos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de planificación en la operación.		2		8
	No hay procedimientos claros		2		
	Reportes incompletos.		2		
	Bajo control de tiempos de operación.		2		
PROCESO:	Materiales e insumos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de control de repuestos de bombas.		2		6
	Falta de registros de mantto. de bombas		2		
	Inventario de repuestos de bombas desactualizado.		2		
PROCESO:	Condiciones ambientales	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de cumplimiento de los parámetros ambientales.	1			3
	Derrames de la poza de agua reciclada.	1			
	Falta de limpieza.	1			
PROCESO:	Maquinaria	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Alto consumo de energía.			4	14
	Falla de bombas por trabajo continuo.			4	
	Falta de plan de mantenimiento		2		
	Alto desgaste mecánico de bombas.			4	

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





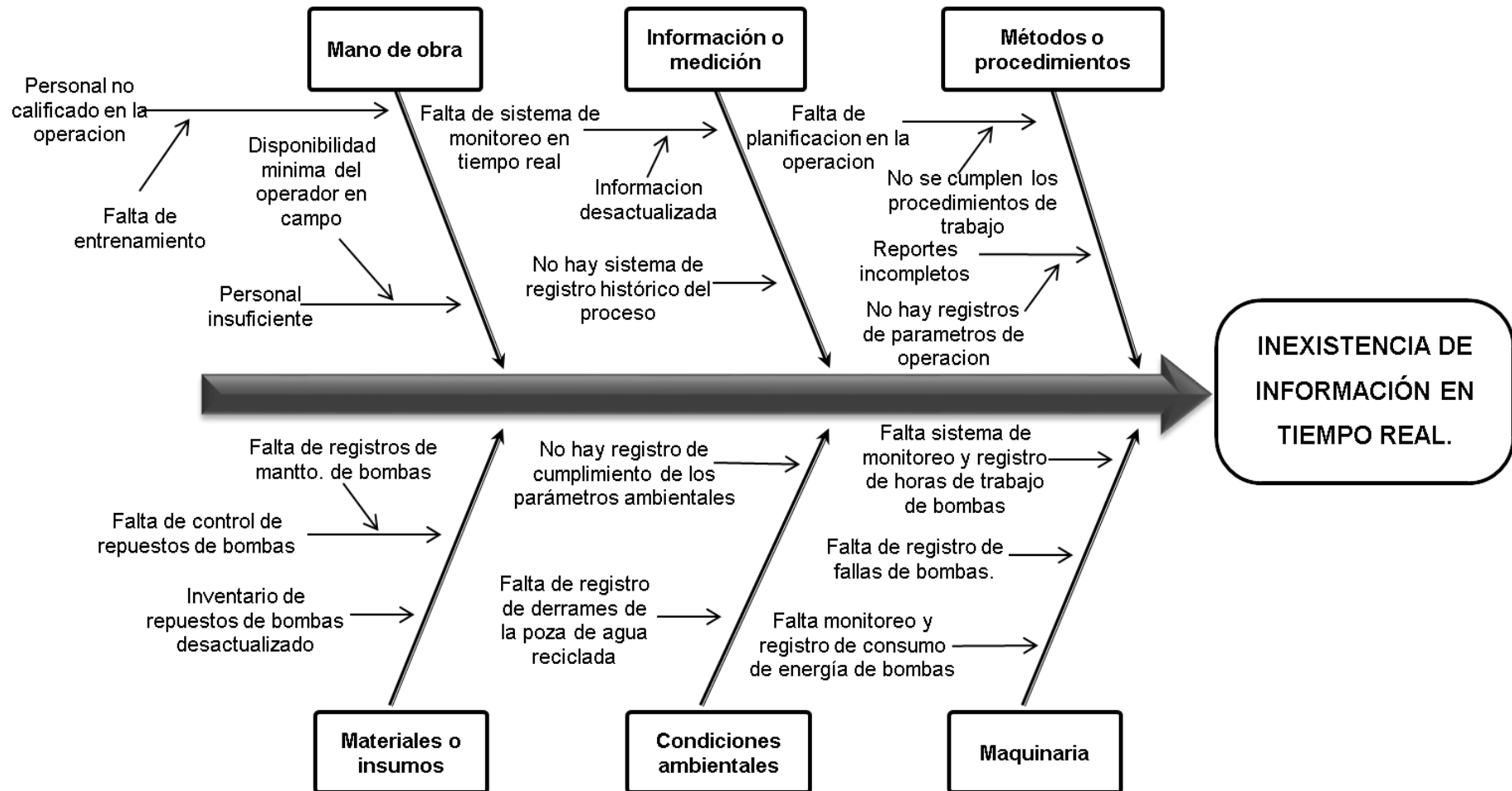
Las causas determinadas en el análisis de Ishikawa se agruparán de acuerdo con la causa raíz predominante, cada una se evaluó de acuerdo su relación directa o no con el problema.

Como vemos en la tabla, luego de la evaluación realizada, el proceso de maquinaria es una de las causas más importantes ya que tiene varios factores relacionados con su incumplimiento, el alto consumo de energía debido a que las bombas trabajan las 24 horas del día, produciendo fallas y desgaste mecánico en las bombas, afectando al abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, el cual no tiene un monitoreo y control eficiente, de esta manera las actividades de mantenimiento correctivo predominan a las de mantenimiento preventivo de las bombas de la estación de reciclaje.





Figura 7
Diagrama Causa - Efecto N°2



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Posterior a la lluvia de ideas y la evaluación de los motivos identificados en el diagrama Ishikawa, hemos obtenido el siguiente resumen ponderado las causas de acuerdo con su relación directa o no con el problema:

Tabla 7
Cuadro de Ponderación N°2

Letra	Variables	Puntaje
A	No afecta directamente el problema	1
B	Afecta parcialmente el problema	2
C	Afecta críticamente el problema	4

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Se presenta la puntuación de las causas de la inexistencia de información en tiempo real.



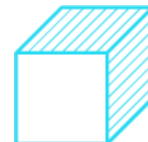


Tabla 8
Análisis Klein N 2

ANÁLISIS KLEIN		PONDERACIÓN			RESULTADO
PROCESO:	Mano de obra	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Personal no calificado en la operación		2		
	Falta de entrenamiento		2		
	Personal insuficiente		2		
	Disponibilidad mínima del operador en campo		2		8
PROCESO:	Información o medición	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de sistema de monitoreo en tiempo real.			4	
	Información desactualizada		2		
	No hay sistema de registro histórico del proceso.		2		8
PROCESO:	Métodos o procedimientos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de planificación en la operación.		2		
	No se cumplen los procedimientos de trabajo.		2		
	Reportes incompletos.		2		
	No hay registros de parámetros de operación.			4	10
PROCESO:	Materiales e insumos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de control de repuestos de bombas		2		
	Falta de registros de mantto. de bombas.		2		
	Inventario de repuestos de bombas desactualizado.		2		6
PROCESO:	Condiciones ambientales	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	No hay registro de cumplimiento de los parámetros ambientales.	1			
	Falta de registro de derrames de la poza de agua reciclada.	1			2
PROCESO:	Maquinaria	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta monitoreo y registro de consumo de energía de bombas.			4	
	Falta sistema de monitoreo y registro de horas de trabajo de bombas.			4	
	Falta de registro de fallas de bombas.			4	12

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





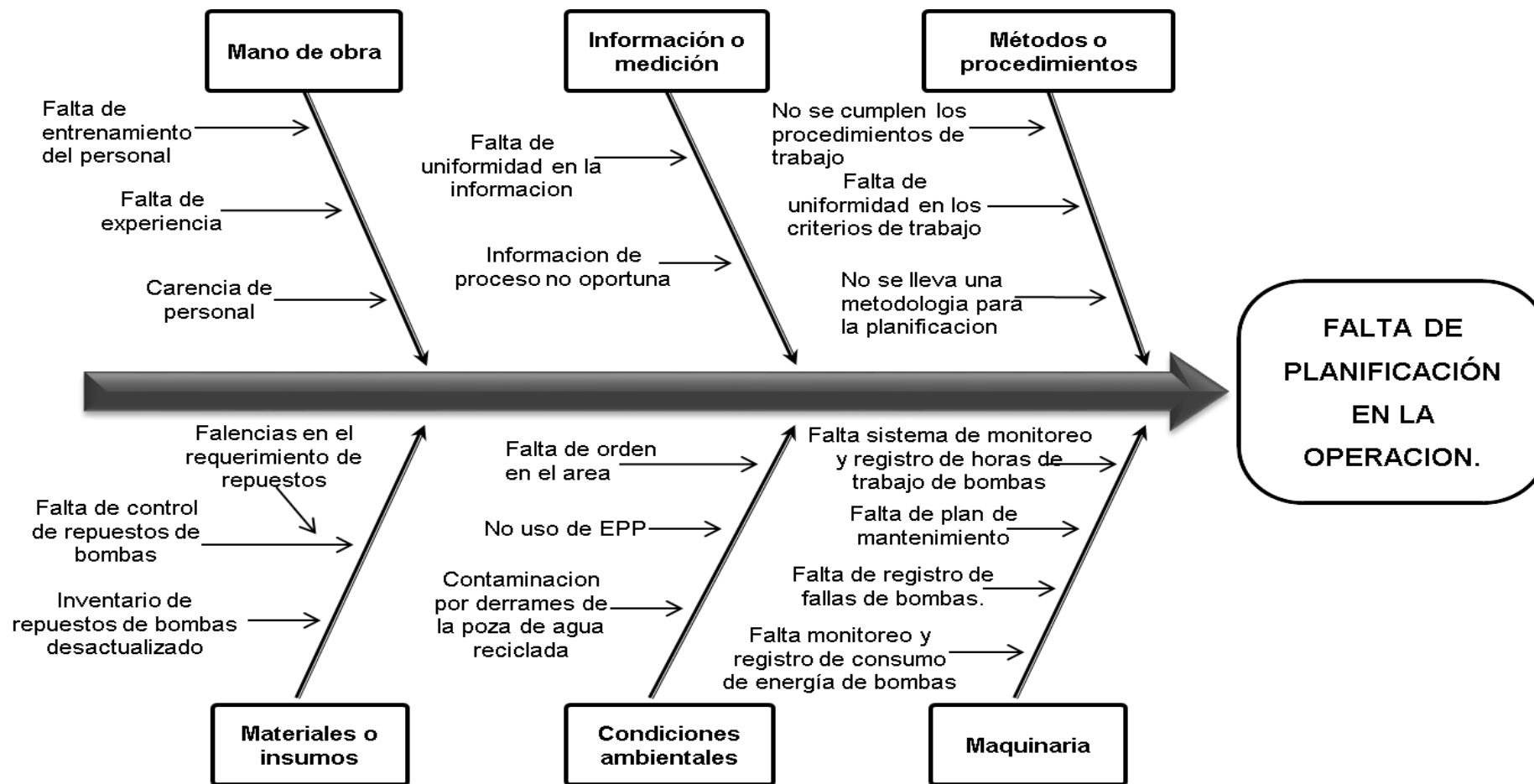
Las causas determinadas en el análisis de Ishikawa se agruparán de acuerdo con la causa raíz predominante, cada una se evaluó de acuerdo su relación directa o no con el problema. Como vemos en la tabla, luego de la evaluación realizada, el proceso de maquinaria es una de las causas más importantes ya que tiene varios factores relacionados con su incumplimiento, la falta de monitoreo y registro de consumo de energía de las bombas debido a que trabajan las 24 horas del día, no permite controlar el alto costo de consumo de energía, así como el registro de fallas y horas de trabajo de cada bomba, estos factores afectan al abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, el cual no tiene un monitoreo y registro de parámetros de proceso eficiente, de esta manera las actividades de mantenimiento correctivo predominan a las de mantenimiento preventivo de las bombas de la estación de reciclaje.





Figura 8

Diagrama Causa - Efecto N°3



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Posterior a la lluvia de ideas y la evaluación de los motivos identificados en el diagrama Ishikawa, hemos obtenido el siguiente resumen ponderado las causas de acuerdo con su relación directa o no con el problema:

Tabla 9
Cuadro de Ponderación N°3

Letra	Variables	Puntaje
A	No afecta directamente el problema	1
B	Afecta parcialmente el problema	2
C	Afecta críticamente el problema	4

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Se presenta la puntuación de las causas por falta de planificación en la operación.





Tabla 10
Análisis Klein N°3

ANÁLISIS KLEIN		PONDERACIÓN			RESULTADO
PROCESO:	Mano de obra	A	B	C	
	Falta de entrenamiento del personal.		2		
	Falta de experiencia.		2		
	Carencia de personal.		2		6
PROCESO:	Información o medición	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de uniformidad en la información.		2		
	Información de proceso no oportuna.		2		4
PROCESO:	Métodos o procedimientos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	No se cumplen los procedimientos de trabajo.		2		
	Falta de uniformidad en los criterios de trabajo.		2		
	No se lleva una metodología para la planificación.			4	8
PROCESO:	Materiales e insumos	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de control de repuestos de bombas.		2		
	Falencias en el requerimiento de repuestos.		2		
	Inventario de repuestos de bombas desactualizado.		2		6
PROCESO:	Condiciones ambientales	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta de orden en el área.	1			
	No uso de EPP.	1			
	Contaminación por derrames de la poza de agua reciclada.	1			3
PROCESO:	Maquinaria	A	B	C	
CAUSAS RELACIONADAS	Falta monitoreo y registro de consumo de energía de bombas.			4	
	Falta sistema de monitoreo y registro de horas de trabajo de bombas.			4	
	Falta de registro de fallas de bombas.		2		
	Falta de plan de mantenimiento.		2		12

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Las causas determinadas en el análisis de Ishikawa se agruparán de acuerdo con la causa raíz predominante, cada una se evaluó de acuerdo su relación directa o no con el problema. Como vemos en la tabla, luego de la evaluación realizada, el proceso de maquinaria sigue siendo una de las causas más importantes ya que tiene varios factores relacionados con su incumplimiento, la falta de monitoreo y registro de consumo de energía de las bombas debido a que trabajan las 24 horas del día, no permite controlar el alto costo de consumo de energía, así como el registro de fallas y horas de trabajo de cada bomba, estos factores afectan al abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, el cual no tiene un monitoreo y registro de parámetros de proceso eficiente, la falta de un plan de mantenimiento hace que las actividades de mantenimiento correctivo predominen a las de mantenimiento preventivo de las bombas de la estación de reciclaje.

Por lo tanto, luego de la evaluación realizada, el proceso de maquinaria tiene la causa más importante, el alto costo de consumo de energía al no tener un sistema de monitoreo y control del proceso de abastecimiento de agua reciclada a planta concentradora, siendo esta la causa raíz más representativa.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según el análisis realizado, se ha identificado el problema que aqueja a la empresa dentro del proceso de suministro de agua reciclada a planta concentradora siendo el “Abastecimiento discontinuo de agua reciclada a planta concentradora”.

2.4. OBJETIVO DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Optimizar el abastecimiento de agua reciclada a la Planta Concentradora.





2.4.2. Objetivos específicos

- Optimizar el consumo de energía eléctrica en la estación de bombeo de agua reciclada a planta concentradora.
- Evitar la contaminación y derrames en la poza de agua reciclada de planta concentradora.
- Monitoreo y control en tiempo real del sistema de abastecimiento de agua reciclada desde la sala de control de Planta Concentradora.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO





3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

Sociedad Minera El Brocal es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: zinc, plomo, cobre y plata. La empresa realiza sus operaciones en las Unidades Mineras de Colquijirca y la Planta Concentradora de Huaraucaca, localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco (4400 msnm), Perú.

La planta Concentradora incluye los procesos de chancado, clasificación, molienda, acondicionamiento, flotación y filtrado, así como las respectivas canchas de almacenamiento de relaves. Dadas las características de equipamiento y disposición, está en capacidad de beneficiar indistintamente los minerales de plata, plomo y zinc provenientes de la mina subterránea y el Tajo.

El residuo final de la Planta Concentradora que no posee contenidos valiosos de Zinc, Plomo, Plata y Cobre es dispuesto adecuadamente a fin de cuidar y proteger el medio ambiente. De ahí que el proceso minero termina con la disposición de relaves generados por la Planta Concentradora en canchas específicamente diseñadas y construidas para asegurar su estabilidad física y química. El agua excedente de esta relavera es reciclada al proceso metalúrgico desde la estación de bombeo hasta la poza ubicada en la Planta Concentradora a 4 Km. aproximadamente. En la estación de bombeo se tienen tres bombas, 02 bombas de 300 HP c/u trabajando las 24 horas del día y 01 bomba de 300 HP de stand by, debido a que no existe un control de nivel en la poza, tenemos consumo de energía innecesario y constantes derrames contaminando el suelo, ya que el agua reciclada es utilizada exclusivamente para el proceso metalúrgico mas no para consumo humano debido al contenido de reactivos químico.

De acuerdo con la realidad problemática formulada, se implementará un sistema de control de nivel por radiofrecuencia en poza de agua reciclada de planta concentradora, solución que permitirá corregir el problema de abastecimiento discontinuo de agua reciclada a planta concentradora, aplicando el ciclo de Deming para el desarrollo del proyecto.





Figura 9
La Metodología y el Ciclo Deming



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación desarrollada propone una solución al problema encontrado, sin embargo, para sustentar la factibilidad de esta propuesta se desarrolla un análisis de factibilidad que podrá determinar qué tan viable es esta solución, por lo tanto, se consideraron los siguientes aspectos:

3.2.1. Factibilidad técnica

Se evaluó si la propuesta puede ser desarrollada con recursos propios, se verificó la existencia de los requerimientos básicos en la empresa para la implementación del proyecto, por lo tanto, fue necesario determinar los equipos con los que cuenta la empresa y los necesarios a ser adquiridos para la implementación del proyecto.

Durante la investigación, se pudo constatar que se cuenta con el hardware y software necesario para la integración del sistema de control de nivel de la poza de agua reciclada al sistema de supervisión y control (SCADA), también se cuenta con una red de comunicación entre las





diversas áreas de la empresa, importante para la viabilidad del proyecto. Además, durante el desarrollo de la investigación se tuvo acceso a las instalaciones de la empresa para evaluar el problema y se verificó la red de comunicación de la empresa.

3.2.2. Factibilidad operativa

La implementación del proyecto es factible debido a que se contó con el apoyo de la Gerencia, brindando las facilidades necesarias para la investigación de la problemática, aprobando el desarrollo de la implementación de un sistema de control de nivel por radiofrecuencia en poza de agua reciclada, mencionando las mejoras más relevantes en el proceso de abastecimiento de agua reciclada planta concentradora.

Las áreas involucradas han participado activamente en la planificación del proyecto, entregando información necesaria acerca del proceso de abastecimiento de agua reciclada planta concentradora, las necesidades que tiene el área y manifestando los problemas que tienen durante el proceso de abastecimiento de agua reciclada planta concentradora. Con la implementación del proyecto obtendremos un óptimo abastecimiento de agua y consumo de energía, monitoreo y control en tiempo real, evitar contaminación y derrames.

3.2.3. Factibilidad económica

La investigación contó con el apoyo de la Gerencia, el costo de inversión fue aprobado y asumido por la empresa.

Para el desarrollo de este Proyecto se analizaron diversas opciones tecnológicas para la automatización del proceso, optando por el uso de tecnología Wireless y la integración al sistema de monitoreo y control (SCADA). En la tabla 1 se observa la evaluación ponderada de las alternativas propuestas para esta aplicación, dada la distancia que existe entre la estación de bombeo y la poza de agua reciclada. Dada la evaluación ponderada la alternativa a elegir es la de Wireless.



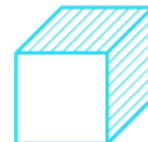


Tabla 11
Evaluación de Alternativas Tecnológicas

Ítem	Factor	Ponderación	Wireless	Fibra	GSM
1	Seguridad	15%	2	4	3
2	Costo Inicial	15%	5	5	2
3	Costo de repuestos	5%	4	3	2
4	Funcionalidad	15%	3	5	3
5	Integración	10%	4	3	5
6	Expansibilidad	10%	5	4	4
7	Facilidad de Mantto.	15%	5	4	3
8	Personal especializado	5%	4	4	2
9	Soporte del proveedor	10%	3	2	4
Total		100%	3,85	3,5	3,15

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

3.3. BASES TEÓRICAS

Para asegurar el adecuado funcionamiento de la solución propuesta, es importante contar con el hardware que cumpla las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el proyecto, destacando lo siguiente:

- Los tableros de control se alimentan con voltaje 220 VAC
- En cada punto a instalar las radios modem y tableros de control, se deben contar con voltaje estabilizado, UPS, transformador de aislamiento, pozo a tierra y pararrayos.
- Para la conexión entre radios modem, las antenas deben contar con línea de vista.
- El protocolo de comunicación inalámbrica de las radios modem debe ser 802.11b/g.





- Los PLC instalados en los tableros de control deben contar con puerto de comunicación Ethernet IP. (Rockwell Automation, 2022)
- Los tableros de control deben ser herméticos con IP66, ya que serán expuestos a la lluvia y el polvo.
- Para una mejor evaluación de las radios modem a adquirir, se realizó la comparación técnica de dos marcas reconocidas en el mercado según características mostradas en la Tabla.





Tabla 12
Comparación Técnica de Radios Modem

Features	ESTeem Model 195Eg	Data-Linc® SRM6210E*	Data-Linc® 6310E*
Frequency of Operation	2416-2462 MHz	902-928 MHz	2416-2462 MHz
Spread-Spectrum Modulation	Direct Sequence/OFDM	Frequency Hopping	Frequency Hopping
RF Power Output	1 Watt	1 Watt	0.5 Watt
RF Data-Rate	54 Mbps	144 Kbps	144 Kbps
Range	7 miles (Unlimited With Repeaters)	25 miles	10 miles
Repeater Capability	Yes	Yes	Yes
Unlimited Repeater Hops	Yes	No	No
Self-Healing Repeater Routes	Yes	No	No
Self-Healing Mesh Network	Yes	No	No
Wireless LAN Protocol	802.11g & 802.11b	Proprietary	Proprietary
10/100baseT Wireless Equivalent	Yes	No	No
Network Interface	10/100BaseT	10BaseT	10BaseT
Interface Connector	RJ-45	RJ-45	RJ-45
Ethernet Bridging	Yes	Yes	Yes
Ethernet Access Point Mode	Yes	No	No
Router Capability	Yes	No	No
Masquerade Mode (Wireless Firewall)	Yes	No	No
Mobile Client Modes	Yes	No	No
Seamless Roaming	Yes	No	No
Programming Software	Included	Optional	Optional
Industrial Case NEMA4	Yes	No	No
FCC License Required	No	No	No
World Wide Operation	Yes	No	Yes?
Holder of U.S & Canadian Patent on Wireless Modem	Yes	No	No

**Data-Linc technical information provided from manufacturer's specification sheets & web site.*

Fuente: (ESteem, 2022)





En base a este cuadro comparativo se determinó lo siguiente:

- La capacidad de transmisión de data, si se va a transmitir video para un control, es necesaria una buena velocidad, las radios Esteem tienen una velocidad de 54 Mbps las Datalink 6 Mbps, 9 veces menor que las radios Esteem. (ESteem, 2022)
- Las radios Datalink son NEMA 1, las radios Esteem NEMA 4, la protección NEMA 1 en mina no es muy recomendable, NEMA 4 es similar a IP 68, físicamente las radios Esteem son más robustas.
- Las radios Esteem manejan un sistema de comunicación en malla el cual se auto cura ante cualquier problema de comunicación de una de las radios conectada a la red inalámbrica. (Wikipedia, 2022)
- Las radios Esteem se pueden instalar en la misma torre por su grado de protección, la radio Datalink con un NEMA 1 no soportan polvo, menos granizo y lluvias.
- Las radios Datalink aun utilizan cable coaxial, a esa frecuencia ocasiona pérdidas de señal e incrementa el costo de instalación, lo antes mencionado se refleja en una mayor velocidad de comunicación (Hasta 54 Mbps) para transmitir datos voz sobre IP+video, mayor potencia de salida (Hasta 1 W contra 300 mW de la radio Datalink) por lo tanto mayor alcance (9 - 14 Km con línea de vista), fuera del ahorro en los tiempos de instalación.
- Las radios modem Esteem no requieren gabinete ya que son para uso en exterior, trabajan a 54 Mbps con 1 watt de potencia de salida, es excelente para aplicaciones industriales donde el ruido pudiese afectar a dispositivos de baja potencia.
- La seguridad que tienen las radios datalink es WEP, la seguridad que tienen las radios Esteem es industrial, robusta, con varios niveles y





capas, se le puede instalar cualquier tipo de antena dependiendo de la arquitectura y distancias a cubrir.

- Las radios Esteem utilizan tecnología POE (Power Over Ethernet) de tal manera de que sobre el mismo cable Ethernet categoría 5 se lleva energía hacia la radio, esto permite eliminar o minimizar el uso de cable coaxial hacia la antena pues la radio está instalada directamente a la torre.
- El uso del protocolo 811b/g (Wifi) permite conversar con cualquier equipo bajo este mismo protocolo, es decir si una PC de mantenimiento está conectada a través de un modem 811b/g podrá acceder en forma remota al ftp de la radio para configurarla sobre el aire y a través de la radio hacia el PLC sobre el Ethernet IP.
- Las radios Esteem pueden ser configuradas hasta en 11 modos de comunicación, uno de los modos es punto de acceso + repetidor, de tal manera de no usar repetidores adicionales. (ESteem, 2022)

Por todo lo expuesto se optó por la compra de radios modem de la marca ESTEEM en la frecuencia de 2.4 GHz, a continuación, las Bandas y sus rangos de frecuencia, indicando las de uso Industrial, Médico y científico (ISM), según lo mostrado en la tabla.





Tabla 13
Bandas de Frecuencia

BANDA	RANGO DE FRECUENCIA
UHF ISM	902-928 MHz
S-Band	2-4 GHz
S-Band ISM	2.4-2.5 GHz
C-Band satélite Down link	3.7-4.2 GHz
C-Band Radar (Weather)	5.25-5.925 GHz
C-Band ISM	5.725-5.875 GHz
C-Band satellite Uplink	5.925-6.425 GHz
X-Band	8-12 GHz
X-Band Radar (police/Weather)	8.5-10.55 GHz
Ku-Band	12-18 GHz
Ku-Band Radar (pólíce)	13.4-14 GHz
	15.7-17.7 GHz

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

3.4. BASES NORMATIVAS

Resolución administrativa N° 143-2011-ANA-ALA PASCO, la cual le otorga la licencia de usos de agua con fines energéticos (Artículo 2°).

- Artículo 2° - Otorgar licencia de uso de agua superficial con fines energéticos a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.; de las agua provenientes de la Laguna Punrun y Rio Blanco, para el abastecimiento de agua de las centrales hidroeléctricas de Rio Blanco y Juapyragra, ubicados en los distritos de Simón Bolívar y Vicco, provincia de Pasco, departamento de Pasco; cuyo punto de captación, descarga, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en funciona la disponibilidad acreditada expresada en metros cúbicos.





- Resolución administrativa N° 001-2011-ANA-ALA PASCO, que le otorga licencia de usos de agua con fines de poblacionales (Artículo 2°).

Artículo 2° - Otorgar Licencia de Uso de Agua superficial con fines poblacionales a Sociedad Minera El Brocal S.A.A. para el abastecimiento de agua de su campamento minero y otras unidades operativas, ubicados en el sector de Colquijirca, comprensión del distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento de Pasco, cuyas fuentes, punto de captación, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en función a la disponibilidad acreditada expresada en metros cúbicos.

- Resolución Administrativa N° 002-2011-ANA-ALA PASCO, que le concede licencia de usos de agua con fines mineros metalúrgicos (Artículo 2°).

Artículo 2° - Otorgar Licencia de Uso de Agua superficial con fines Mineros a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.; para el uso en la Planta de Tratamiento de Minerales Huaraucaca, ubicado en el sector de Huaraucaca, comprensión del distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento de Pasco, cuya fuente, punto de captación, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en función a la disponibilidad acreditada expresada en Millones de Metros Cúbicos.

- Norma ISO 9001, Bureau Veritas Certification
- Norma ISO 1400, Bureau Veritas Certification
- Norma ISO 45001, Bureau Veritas Certification

3.5. DESARROLLO DEL PROYECTO

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. está ubicada en el distrito de Tinyahuarco – Cerro de Pasco a 4300 msnm, cuenta con varias estaciones de bombeo ubicadas en las canchas de relave fuera de Planta, cada estación de bombeo





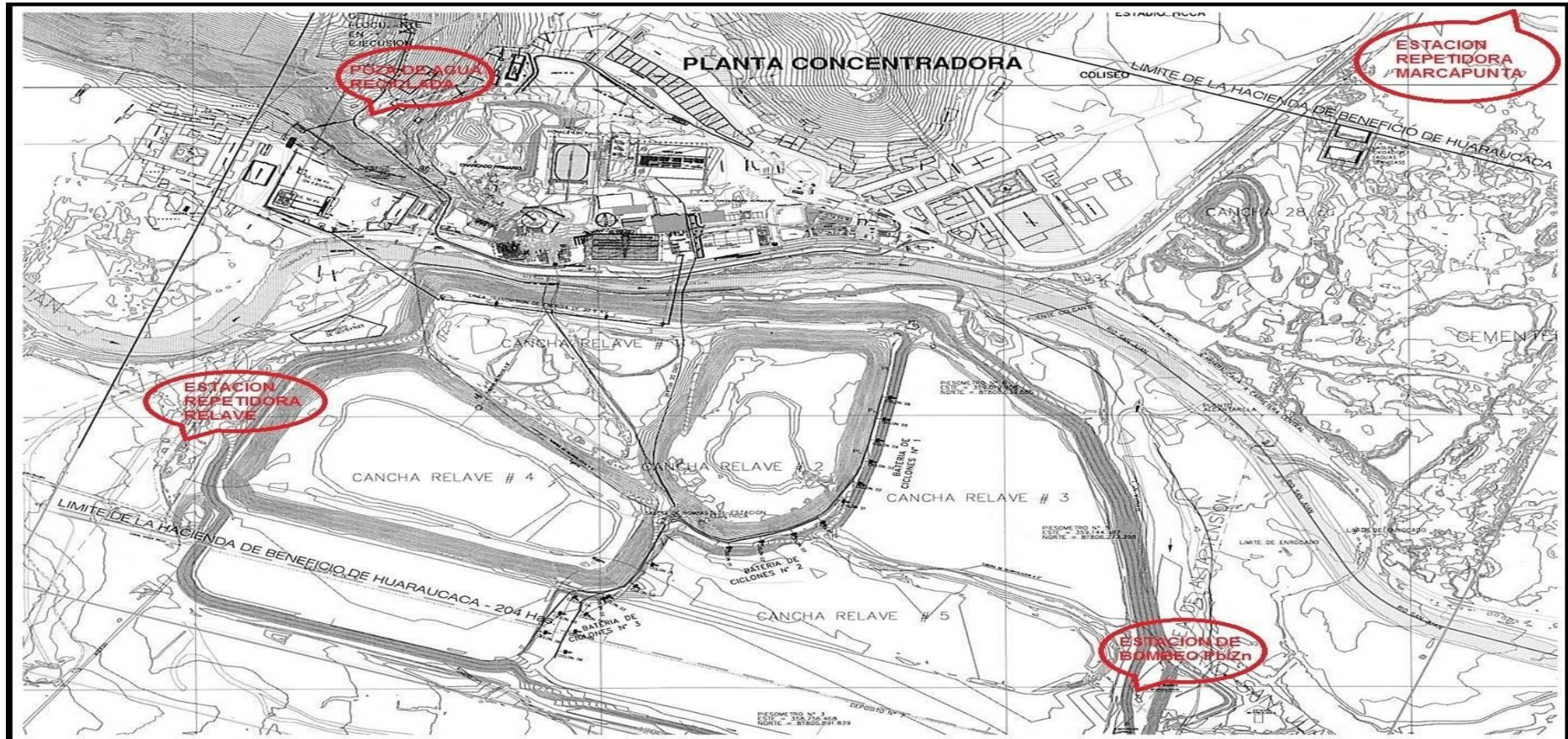
realizando una función determinada dependiendo en la cancha de relave en la que se encuentra.

Para la implementación del proyecto trabajamos en la estación de bombeo y la poza de agua reciclada en Planta Concentradora, las cuales serán monitoreadas desde la sala de control. A continuación, el plano de ubicación.





Figura 10
Ubicación Reciclaje - Planta Concentradora



Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Como parte del proyecto se usarán opciones tecnológicas para emplearse en la automatización de la planta, monitoreado por un Software de Supervisión.

El control de nivel se realizará por radiofrecuencia dada la distancia que existe (aprox. 4 Km) entre la poza y las bombas de reciclaje.

Se instalará cuatro radios (maestro, repetidora y esclavo) las cuales transmitirán la señal del sensor de nivel que ira instalado en la poza de agua reciclada manejando dos niveles alto y bajo.

- Nivel alto para la bomba.
- Nivel bajo arranca la bomba.

Manejando así un control automático, el cual se comunicará con el PLC (maestro) para ser visualizado en el software de supervisión (sala de control) como se muestra en la figura.

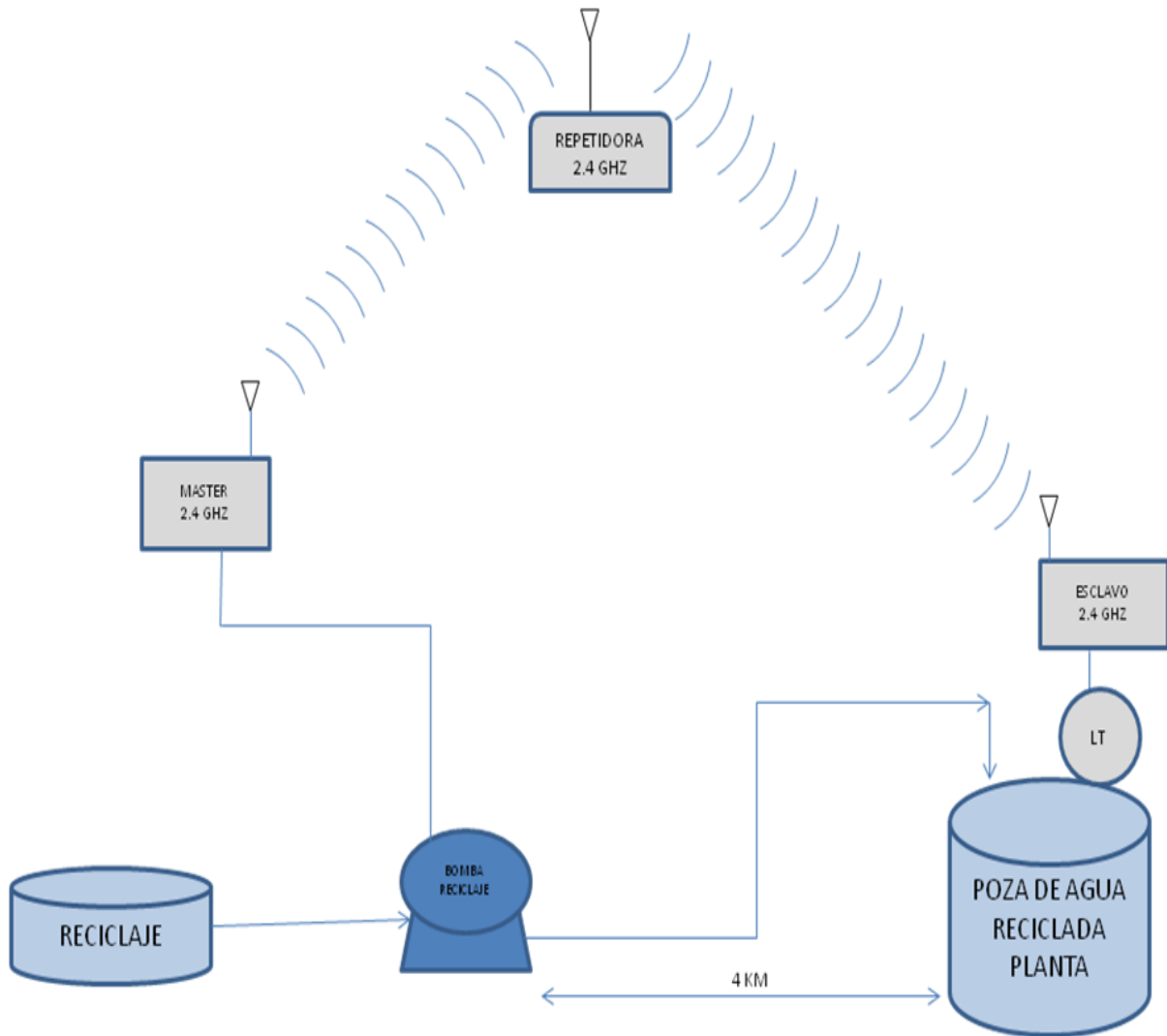




Figura 11

Diagrama del Sistema a Implementar

CONTROL DE NIVEL POZA DE AGUA RECICLADA



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

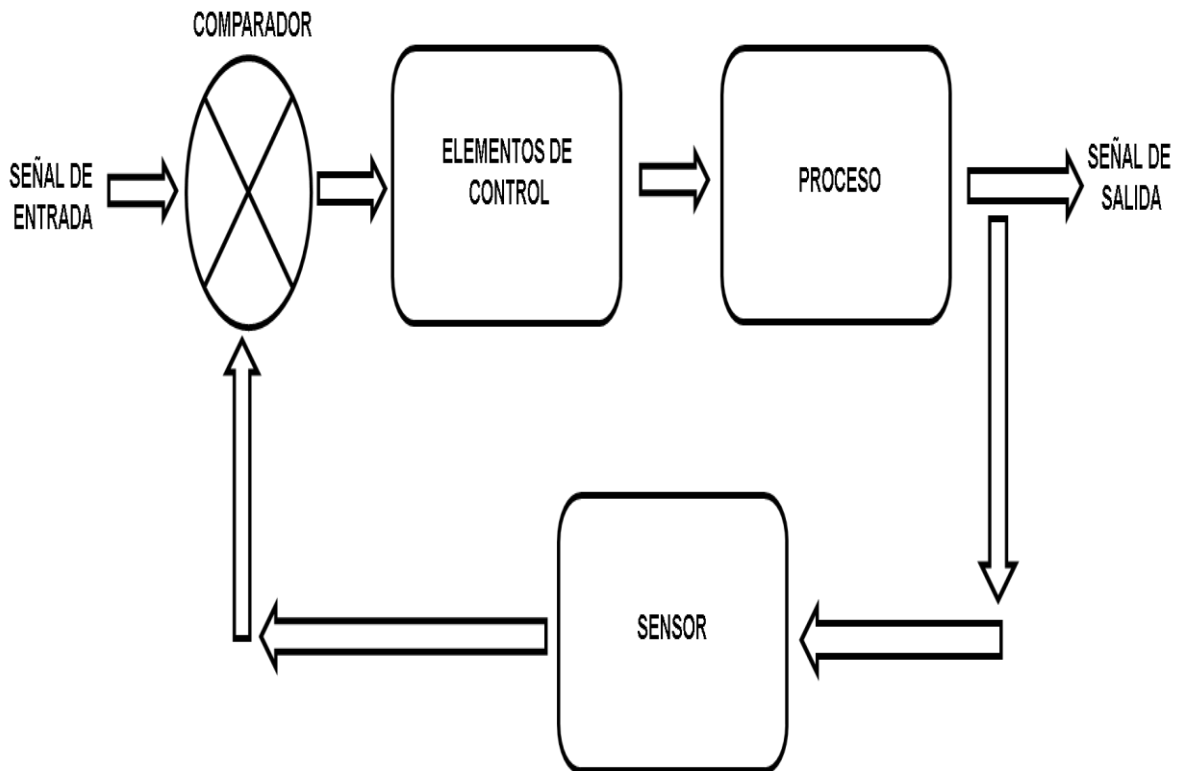




3.5.1. Filosofía de control

La filosofía de control aplicada en este proyecto es ON-OFF, debido a que se va a controlar dos niveles en la poza de agua reciclada alto y bajo, señales enviadas por radiofrecuencia (Wireless) con radios modem a la estación de bombeo, ordenando arrancar o detener las dos bombas en forma alternada según el nivel de agua de la poza, en la figura 3 se muestra la estrategia de control a utilizar (Feedback) y la figura 4 el lazo de control y leyenda del proyecto.

Figura 12
Estrategia de Control



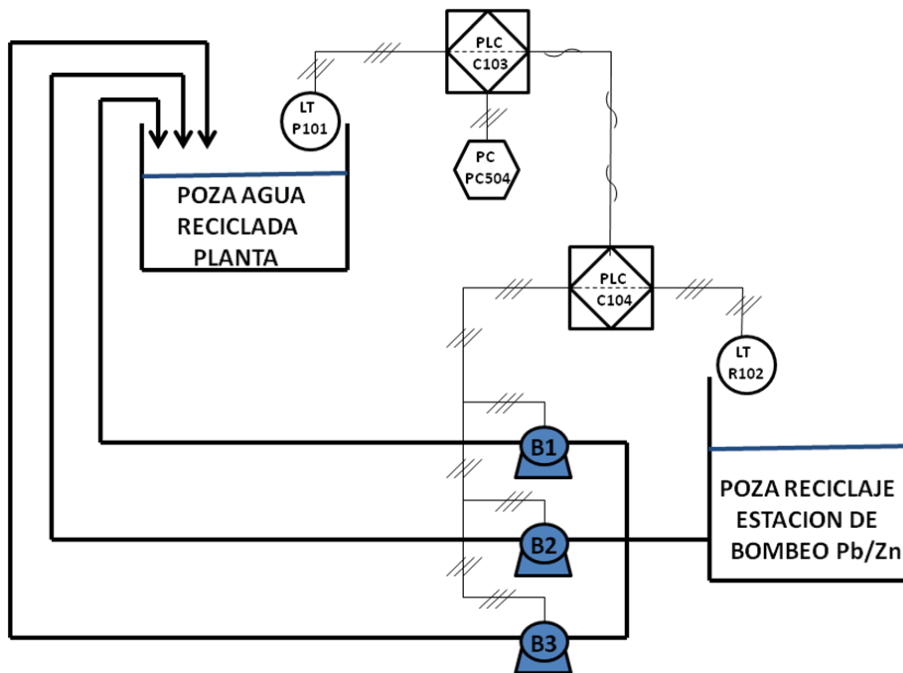
Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Figura 13

Lazo de Control a Implementar



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Figura 14

Leyenda del Control a Implementar

	TRANSMISOR DE NIVEL ULTRASONICO
	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE
	ESTACION DE CONTROL
	ELECTROBOMBA
	SEÑAL 4-20 mA
	SEÑAL INALAMBRICA
	TUBERIA DE AGUA RECICLADA

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)



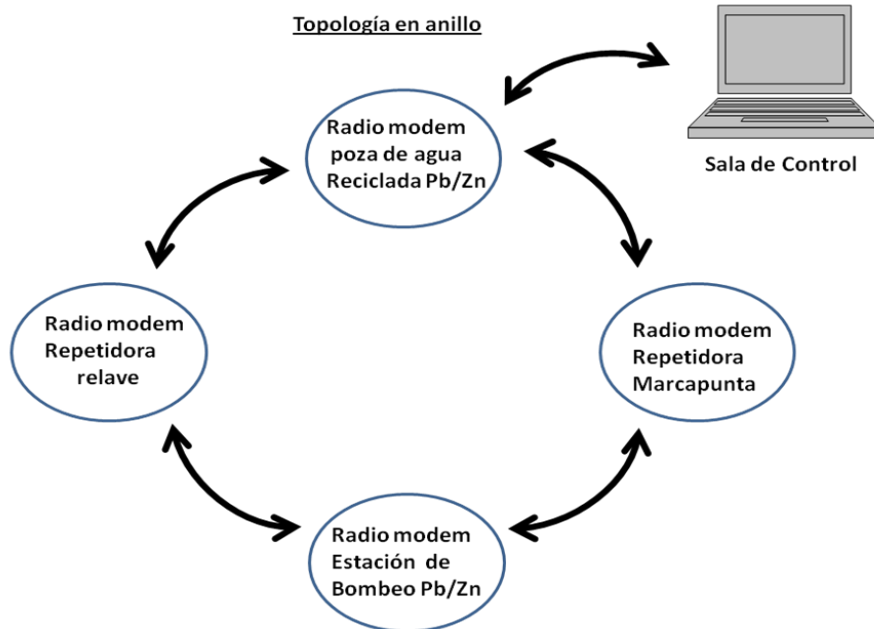


3.5.2. Arquitectura del sistema

Se direccionaron las antenas de las radios modem y luego se procedió a la configuración de estos (IP, MAC) para que se puedan comunicar entre si y lograr la comunicación, la topología aplicada en anillo asegura que la comunicación no se pierda debido a fallas en el equipo y constantes descargas atmosféricas en la zona, en la figura 2 se muestra la topología del proyecto

Figura 15

Topología del Proyecto



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

También se le asignó a los PLC (poza de agua y estación de bombeo) una dirección IP para que se comuniquen realizando el control. Se conectó la señal del transmisor de nivel de la poza al PLC, señal 4-20Ma y se instaló dos boyas para los niveles alto de alto y bajo de bajo (seguridad si el transmisor ultrasónico falle).

Se conectó las señales de start, stop y sobrecarga de los arrancadores al PLC del tablero de control estación de bombeo. Luego se procedió a cargar el programa en los PLC (poza y estación de bombeo) y realizar





las pruebas respectivas según la lógica de control. La poza tiene una altura de 3m y consta de cuatro niveles:

- Alto (a 50 cm del rebose).
- Bajo (a 90 cm del rebose).
- Alto de Alto (a 30 cm del rebose).
- Bajo de Bajo (a 120 cm del rebose).

Estas señales van al PLC de la poza de agua reciclada y enviadas en forma inalámbrica al PLC de la estación de bombeo ordenando arrancar o detener las bombas en forma alternada (cada 20 segundos) según se muestra en la tabla 4 (los datos sombreados de amarillo son los valores de trabajo).





Tabla 14
Niveles de Trabajo Poza de Agua Reciclada

ALARMAS	OUT Tx (mA)	VOLTAJE ENTRADA A PLC (V), R=500	A/D	DIST. DEL SENSOR AL NIVEL DE AGUA (m)	NIVEL EFECTIVO DE AGUA (m)	NIVEL EFECTIVO DE AGUA (%)
	20	10	1000	0.6	3.6	100
AA	18.7	9.3	933	0.9	3.3	91.7
A	18.7	9.3	933	0.9	3.3	91.7
	18	9	900	1.05	3.15	87.5
	17	8.5	851	1.27	2.93	81.4
B	15.6	7.8	778	1.6	2.6	72.2
BB	13.3	6.7	667	2.1	2.1	58.3
	4	2	200	4.2	0	0

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

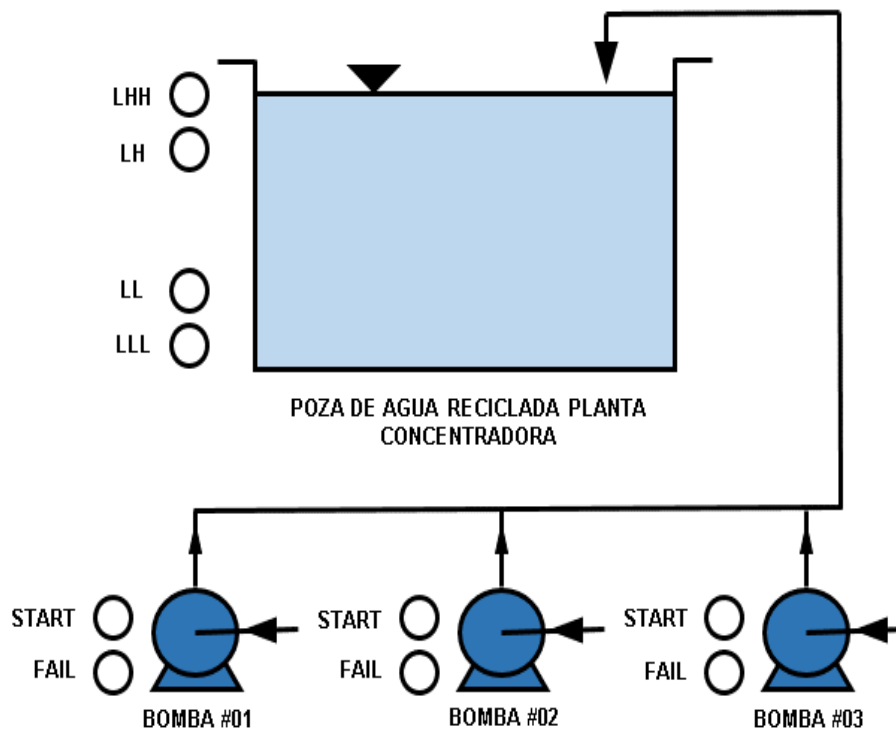




El sistema siempre debe trabajar con los niveles alto y bajo, señal enviada por transmisor ultrasónico, en el caso que el transmisor falle tenemos los niveles alto de alto y bajo de bajo (niveles de seguridad), los cuales paran o arrancan las bombas. En el caso se corte la comunicación de las radios modem, el sistema emite una señal de alarma en el tablero de control y sala de control (SCADA), el PLC de la estación de bombeo mantienen su ultimo estado hasta retornar la comunicación actualizando su estado de entradas y salidas En el caso alguna de las bombas pare por sobrecarga, el sistema emite una señal de alarma en el tablero de control y sala de control (SCADA), comunicando al área de mantenimiento para su revisión, como se muestra en la figura .

Figura 16

Diagrama del Proyecto en el SCADA



Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





3.5.3. Lista de equipos

El proyecto para implementar requiere equipamiento, los cuales están descritos en la siguiente tabla según su lugar de instalación:

Tabla 15
Equipos a Implementar

POZA DE AGUA RECICLADA	ESTACION DE BOMBEO RECICLAJE PB/ZN	CERRO MARCAPUNTA	RELAVE / RECICLAJE
01 tablero de control de nivel con PLC.	01 tablero de control de arranque de bombas (3 bombas) con PLC.	01 Tablero repetidor con radio modem.	01 Tablero repetidor con radio modem.
01 radio modem.	01 radio modem.		
01 transmisor de nivel por ultrasonido, 2 hilos, salida 4-20mA.			

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

3.6. COSTOS DEL PROYECTO

Para evaluar los costos del proyecto, se realizó la evaluación de costos de inversión, la evaluación de beneficios cuantificando el ahorro que obtendremos al implementar el proyecto y la evaluación económica.

3.6.1. Evaluación de costos de inversión

Costo de equipos

Para la implementación del proyecto se emplearon equipos de control y materiales para armar los tableros. A continuación, se muestra las tablas, indicando los costos totales de los equipos y materiales.





Tabla 16
Costo de Equipos Para el Proyecto

ITEM	CANT.	UNID.	MARCA	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
1	4	Unid.	Esteem	Radio modem 2.4 GHz. modelo 195Eg 2.4ghz.	3,500.00	14000.00
2	4	Unid.	Esteem	Antena omnidireccional, modelo AA20Eg, 6 dBi.	600.00	2400.00
3	4	Unid.	Esteem	Kit de montaje externo para poste, modelo AA195pm	200.00	800.00
4	4	Unid.	Esteem	Fuente de alimentación POE, modelo AA175	500.00	2000.00
5	4	Unid.	Esteem	Supresor de picos, directo en línea POE, modelo AA166	100.00	400.00
6	4	Unid.	Esteem	Cable RS-232 para configuración DB9/RJ45	100.00	400.00
7	4	Unid.	ABB	Llave termomagnética, 220VAC, monofásico, 10A	50.00	200.00
8	2	Unid.	AB	Controlador programable, Micrologix 1100	1000.00	2000.00
9	4	Unid.	Sola	UPS true Online, 2KVA	1500.00	6000.00
10	4	Unid.	ABB	Transformador de aislamiento 220VAC/220VAC, 2KVA	1000.00	4000.00
11	4	Unid.	Rittal	Gabinete metálico 500x400x200, IP66	400.00	1600.00
12	1	Unid.	Milltronics	Transmisor de nivel ultrasónico, modelo The Probe	1200.00	1200.00
13	2	Unid.	Nivelco	Boyas de contacto	100.00	200.00
COSTO TOTAL \$						35,200.00

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Tabla 17
Costo de Materiales

ITEM	CANT.	UNID.	MARCA	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
1	600	M.	Belden	Cable de red tipo SFTP	1.00	600.00
2	300	M.	Belden	Cable de señal apantallado 4x22 AWG	1.00	300.00
3	20	Unid.	Panduit	Conector RJ45 con cubierta metálica	0.25	5.00
4	300	M.	Indeco	Cable vulcanizado 3x16 AWG	0.50	150.00
5	50	M.	TMF	Tubería flexible ¾"	5.00	250.00
6	20	Unid.	TMF	Conector Liquid Tight recto ¾"	2.00	40.00
7	100	Unid.	Panduit	Terminales para cable 16 AWG	0.25	25.00
8	1	Paq.	3M	Cintillo 10" de largo, 100 unidades	10.00	10.00
9	2	Pza.	AB	Riel DIN 2m	10.00	20.00
10	3	Pza.	Panduit	Canaleta ranurada de PVC 25x25 mm.	6.00	18.00
11	3	Unid.	3M	Cinta aislante 3M, Super 33+	4.00	12.00
12	3	Unid.	3M	Cinta vulcanizante	8.00	24.00
13	40	Unid.	AB	Bornera para cable 14 AWG	5.00	200.00
COSTO TOTAL \$						1,654.00

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Costo de Instalación y comisionamiento

Luego de la compra de equipos y materiales, se debe considerar los costos de programación de estos, como el armado de tableros, montaje de equipos, montaje de tableros de control, configuración de los equipos y programación de PLC

Para la realización del proyecto se contrató a una empresa especializada para realizar todas las actividades mencionadas anteriormente, lo cual implica un costo adicional al proyecto.

Luego de la evaluación de varias propuestas para la realización del proyecto, se eligió a la empresa Industrial Controls en base a sus costos, calidad de servicio y tiempo de entrega. En la tabla se muestra las actividades a desarrollar y respectivos costos totales.





Tabla 18
Costo de Instalación y Comisionamiento

CANT.	UNID.	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN	COSTO \$
1	Unid.	Industrial Controls	Armado e instalación de tableros	800.00
1	Unid.	Industrial Controls	Montaje de tableros y equipos	700.00
1	Unid.	Industrial Controls	Servicio de cableado y montaje de tuberías.	500.00
1	Unid.	Industrial Controls	Configuración de equipos	300.00
1	Unid.	Industrial Controls	Programación de PLC e integración de señales al SCADA	900.00
COSTO TOTAL \$				3200.00

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Costo de mantenimiento

Considerando 10 años de trabajo del sistema, tenemos los siguientes datos en la tabla:

Tabla 19
Costo de Mantenimiento

VECES POR AÑO	TOTAL, DE AÑOS	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
2	10	Mantenimiento Equipos de Control	300.00	6,000.00
2	10	Mantenimiento de Radios Modem	200.00	4,000.00
COSTO TOTAL \$		10,000.00		

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Costos totales

En esta etapa se suman todos los costos necesarios para la ejecución del proyecto, como se muestra en la Tabla:

Tabla 20
Costo Total del Proyecto

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO \$
1	Unid.	Costo de Equipos	35,200.00
1	Unid.	Costo de Materiales	1,654.00
1	Unid.	Costo de Instalación y comisionamiento	3,200.00
1	Unid.	Costo de Mantenimiento por 10 años	10,000.00
COSTO TOTAL \$			50,054.00

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





3.6.2. Evaluación de beneficios

Para realizar la evaluación de beneficios nos basaremos en los costos por consumo de energía actuales de 03 bombas (300HP cada una), 02 trabajan y 01 stand by, las cuales trabajan las 24 horas del día al no contar con un operador, comparándolo con el tiempo que se invertiría luego del proyecto. Cabe resaltar que la implementación del proyecto también conlleva a evitar la contaminación de los suelos por derrames, punto también importante ya que Sociedad Minera El Brocal cuenta con la certificación de Sistema de Gestión Ambiental - ISO14001.

Según el volumen de almacenamiento de la poza de agua reciclada Planta Concentradora (m³) y el flujo de agua reciclada que consume la planta concentradora por día (m³/h), se ha determinado que, con la implementación del proyecto, las bombas (02) de la estación de reciclaje, trabajarían un máximo de 12 horas por día, reduciendo por día la operación y consumo de energía de las 02 bombas a la mitad, reduciendo notablemente los costos por consumo de energía.

En la tabla se muestra el cálculo de costos por consumo de energía (kW) de 02 bombas de 300 HP (223.80 kW) c/u, con la implementación del proyecto (12 horas de trabajo) y sin la implementación del proyecto (24 horas de trabajo), la empresa que suministra energía es San Gaban S.A., costo por kW/h es de \$0.096.





Tabla 21
Costo Consumo de Energía 2 Bombas

Estado del Proceso	Horas de Trabajo por Día	Consumo de Energía por Día (KW/H)	Costo KW/H \$	Costo Total KW/H por Día \$	Costo Total KW/H por Año \$
Sin Proyecto	24H	10,742.40	0.096	1,031.27	376,413.70
Con Proyecto	12H	5,371.20	0.096	515.64	188,208.60

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Como se observa en la tabla los costos totales de kW/h por año son considerablemente menores con la implementación del proyecto, por lo tanto, se denota un claro beneficio con el desarrollo de este.

3.6.3. Evaluación económica

Para la implementación del proyecto se requiere una inversión de \$50,054.00, según lo mostrado en la siguiente tabla, con la implementación del proyecto en el mes 0 se tiene una inversión de \$50,054.00 más el costo mensual de consumo de energía \$30,938.10, considerando un ahorro a partir del mes 1 de \$15,468.90, por lo tanto, el tiempo que tomará en recuperar la inversión será de 4 meses (mes 4).





Tabla 22
Costo de Energía con el Proyecto

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Sin Proyecto	30,938.10	30,938.10	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1	30938.1
Con Proyecto	50,054.00	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20	15,469.20
Ahorro \$		15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90	15,468.90

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Para la evaluación del proyecto, determinamos algunos aspectos importantes para el cálculo del VAN y el TIR como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23
Datos Calculo VAN / TIR

Datos	Valores
Numero de periodos	8
Tipo de periodo	Mes
Tasa de descuento	10%

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)

Durante el proceso de preparación del proyecto se ha desarrollado el flujo de caja que es la diferencia de los ingresos menos los costos, como se muestra en la siguiente tabla.





Tabla 24
Flujo de Caja

Detalle	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Flujo Neto									
Efectivo	-50,054.00	15,468.90	15,468.90	15,468.00	15,468.00	15,468.00	15,468.00	15,468.00	15,468.00
Proyectado \$									

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





En la siguiente tabla se muestra el cálculo del VAN, el cual es positivo, por lo tanto, es un proyecto aceptable y los beneficios generados son superiores a los costos incurridos, esto quiere decir que después de haber pagado las obligaciones del proyecto, queda un saldo favorable para la empresa

Tabla 25
Cálculo del VAN del Proyecto

Nro.	FNE	(1+ i) ^	FNE/ (1+ i) ^
0	-50,054.00		-50,054.00
1	15,468.90	1.10	14,062.64
2	15,468.90	1.21	12,784.21
3	15,468.90	1.33	11,630.75
4	15,468.90	1.46	10,595.14
5	15,468.90	1.61	9,608.01
6	15,468.90	1.77	8,739.49
7	15,468.90	1.95	7,932.77
8	15,468.90	2.14	7,228.46
VAN			32,527.447

Fuente Propia: (Valverde Hurtado, 2022)

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la tasa interna de retorno TIR obteniendo un valor de 26%, el cual es mayor que la tasa de descuento inicial 10%, esto significa que el interés equivalente sobre el capital generado por el proyecto es superior al interés mínimo aceptable del capital bancario, siendo un proyecto viable y recomendando su inmediata ejecución.





Tabla 26
Calculo TIR

Tasa de Descuento	VAN \$
0%	73,697.20
5%	49,924.79
10%	32,471.44
15%	19,359.93
20%	9,302.64
25%	1,440.60
30%	-4,812.08
35%	-9,863.24
40%	-14,002.20
45%	-17,437.82
50%	-20,323.34
55%	-22,772.92
60%	-24,872.77
TIR	26%

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





3.7. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Para una organizada ejecución del proyecto, elaboramos cronograma de actividades para el desarrollo de este, el cual es mostrado en la siguiente tabla:





Tabla 27
Cronograma de Trabajo

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Asignado	Estado	01.07.2022	02.07.2022	03.07.2022	04.07.2022	05.07.2022	06.07.2022	07.07.2022	08.07.2022	09.07.2022	10.07.2022	11.07.2022	12.07.2022	13.07.2022	14.07.2022	15.07.2022	16.07.2022	17.07.2022	18.07.2022	19.07.2022	20.07.2022	21.07.2022	22.07.2022	23.07.2022	24.07.2022	25.07.2022	26.07.2022	27.07.2022	28.07.2022	29.07.2022	30.07.2022	31.07.2022	01.08.2022	02.08.2022	03.08.2022	04.08.2022	05.08.2022					
					Diseño y elaboración del proyecto a implementar	01.07.2022	05.07.2022	Proyectos	Abierto	■	■	■	■	■																															
Evalucion y selección de materiales y equipos	06.07.2022	08.07.2022	Proyectos	Abierto						■	■	■																																	
Compra de materiales y equipos	09.07.2022	18.07.2022	Proyectos	Abierto									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																							
Evalucion y selección de empresa contratista	09.07.2022	13.07.2022	Proyectos	Abierto									■	■	■	■																													
Implementacion y desarrollo del proyecto	19.07.2020	28.07.2022	Proyectos	Abierto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diseño y armado de tableros	19.07.2022	23.07.2022	Contratista	Abierto																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Montaje de tablero y equipos	24.07.2022	28.07.2022	Contratista	Abierto																							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Programacion de PLC y SCADA	19.07.2022	28.01.2022	Contratista	Abierto																																									
Comisionamiento de equipos	29.07.2022	01.08.2022	Contratista	Abierto																																									
Pruebas de funcionamiento y puesta en servicio	02.08.2022	03.08.2022	Contratista	Abierto																																									

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





3.8. CONCLUSIONES

- La integración de sistemas cableados, son bastante precisos, pero costosos en aplicaciones con equipos ubicados a largas distancias (Km), siendo la comunicación inalámbrica la más adecuada.
- Con un control de nivel adecuado, se logra un óptimo abastecimiento de agua reciclada a los diferentes procesos de la Planta Concentradora
- El monitoreo y control remoto desde la sala de control, ayuda al operador a tomar acciones rápidas ante un evento inesperado.
- La implementación de radios modem permite una comunicación óptima entre la estación de bombeo y la poza de agua reciclada en Planta, controlando el nivel adecuadamente, evitando la contaminación de los suelos por los derrames de agua que se producían.
- Un óptimo consumo de energía eléctrica logra reducir el tiempo de trabajo de las bombas de 24 horas a 12 horas diarias, reflejándose en un notable ahorro de dinero para la empresa.
- Al contar con un sistema que trabaja en automático, se evita la contratación de un operador exclusivo para la estación de bombeo.

3.9. RECOMENDACIONES

- Debido a que en el lugar donde se instalaran los equipos está cerca de las canchas de relave, existe una alta polución, se recomienda realizar el mantenimiento a los tableros y equipos por lo menos 3 veces al año.
- El operador de sala de control debe conocer claramente el procedimiento de trabajo del sistema de control de nivel de la poza de agua reciclada, esto con la finalidad de tomar acciones rápidas ante un evento inesperado.
- Comunicar al área de Proyectos el ingreso de nuevos operadores de sala de control para la capacitación respectiva en el manejo del sistema.





- No se recomienda modificar ningún parámetro de configuración de los equipos y programación de los PLC.
- Contar con repuestos críticos, backups de configuración y programa de los equipos instalados, para su reposición inmediata ante una falla en el sistema.
- Se recomienda capacitar al personal responsable del mantenimiento del sistema para no depender del proveedor, evitando gastos adicionales y reduciendo tiempos de parada.





CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





ESteeem. (2022). *Documentos electronicos y digitales de la organizacion*. Obtenido de Radios modem: www.esteem.com

Rockwell Automation. (2022). *Componentes y sistemas de automatizacion*. Obtenido de PLC Micrologix : <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley.html>

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (2022). *Documentos electronicos y digitales de la organizacion*. Obtenido de Historia, mision, vision y otros: https://www.elbrocal.pe/index.php?fp_cont=903

Valverde Hurtado, C. D. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. "*titulo del trabajo en minusculas*". Lima, Perú: Electrónico&Digital.

Wikipedia. (2022). *Red inalambrica*. Obtenido de Teoria de redes inalambricas: https://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica





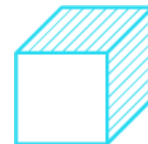
CAPÍTULO V
GLOSARIO DE TÉRMINOS





- **ALA (Administraciones Locales de Agua):** Son las unidades orgánicas de las Autoridades Administrativas del Agua (AAA), que administran los recursos hídricos en sus respectivos territorios. Dependen de la AAA de su jurisdicción. A través de ellas, se administran los recursos hídricos en sus respectivos territorios. Además, capacitan, sensibilizan y realizan campañas de comunicación para promover la cultura del agua a nivel nacional.
- **ANA (Autoridad Nacional del Agua):** La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es un organismo altamente especializado creado por Decreto Legislativo N° 997 y adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego.
- **OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental):** Es un organismo público, técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente de Perú encargado de la fiscalización ambiental en todo el territorio peruano.
- **SCADA (Control Supervisor y Adquisición de Datos):** Software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente.
- **WIRELESS (Comunicación inalámbrica):** La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que la comunicación no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.
- **RADIO MODEM:** Un radio módem o módem de radio, transfiere datos de forma inalámbrica a una distancia que puede llegar a decenas de kilómetros, salvando obstáculos como montañas. La comunicación que se establece se suele denominar de datos de radio frecuencia.
- **ISO 9001:** Es un Estándar Internacional que ha sido adoptado por empresas de todo tipo y tamaño alrededor del mundo. El estándar especifica los requerimientos para la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad,





y recoge las mejores prácticas para su aplicación, ya sea interna, para certificación, o con fines contractuales.

- **ISO 14001:** Es un conjunto de normas que cubre aspectos del ambiente, de productos y organizaciones.
- **ISO 45001:** Es la nueva norma internacional para la gestión de la seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST). Se trata de una herramienta útil para ayudar a las organizaciones y empresas en la gestión de los riesgos y oportunidades en la prevención de las lesiones y los problemas de salud en el trabajo.
- **FODA:** Acrónimo de las palabras fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, e identifican una matriz de análisis que permite diagnosticar la situación estratégica en que se encuentra una empresa, organización, institución o persona, a fin de desarrollar con éxito un determinado proyecto.
- **DIAGRAMA DE ISHIKAWA:** El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de cola de pescado, diagrama de causa-efecto, es un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez.
- **DIAGRAMA DE PARETO:** El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades.





CAPÍTULO VI

ANEXOS





Anexo 1

Certificado ISO 9001 de la Empresa



BUREAU VERITAS
Certification

COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA
S.A.A.

Contracting Entity: Av. Calle Las Begonias No. 415 Piso 17, 18, 19 y 20, San Isidro,
Lima – Perú

This is a multi-site certificate; additional site(s) are listed on the next page(s)

Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certify that the
Management System of the above organisation has been audited and found to
be in accordance with the requirements of the management system standards
detailed below

ISO 9001:2015
Scope of certification

**LABORATORIO QUÍMICO Y BENEFICIO DE MINERALES. PRODUCCIÓN DE
BARRAS DORÉ, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA,
CONCENTRADOS PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA, PIRITA, PLATA, ORO-PLATA,
PLOMO, ZINC, COBRE, CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO CON
CONTENIDO DE ORO Y PLATA, Y SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO**

*No aplicabilidad: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

Original cycle start date: **06-May-2015**

Expiry date of previous cycle: **05-May-2021**

Recertification Audit date: **27-May-2021**

Recertification cycle start date: **28-August-2021**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management
System, this certificate expires on: **05-May-2024**

Certificate No. **CO21.00345/U** Version: No. **1** Issue date: **28-August-2021**
Previous Certificate No. **CO18.00187/U**

Certification body address: 5th Floor, 66 Princes Street, London E1 6HW, United Kingdom
Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Caserio Real 316 – Torre Central del Caserio
Comercial Caserio Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the
management system requirements, please call: 51-1-622 5000

BUREAU VERITAS

UKAS Certificate Template multisite rev3.8 | / 3 | June 24, 2021

Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 2

Certificado ISO 45001 de la Empresa 1 de 1



Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 3

Certificado ISO 45001 de la Empresa 1 de 2



COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

ISO 45001:2018

Scope of certification

PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, CONCENTRADOS PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA, PIRITA, PLATA, ORO-PLATA, PLOMO, ZINC, COBRE Y CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA. PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO.

Site Name/Location	Site Address	Site Scope
Head Office	Calle Las Siguanas No. 418 (Piso 17, 18, 19 y 20) San Isidro, Lima – Perú.	PROCESOS DE SOPORTE PARA ACTIVIDADES MINERAS Y DE PRODUCCIÓN
Site 1 UCHUCCHACUA	Distrito de Oyón, Provincia de Oyón, Departamento de Lima – Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADOS DE PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA Y PIRITAS
Site 2 JULCANI	Distrito de Cochacocca, Provincia de Ayacucho, Departamento de Huancayo/Perú – Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO DE BULK
Site 3 LA ZANJA	Distrito Pucallpa, Provincia de Santa Cruz de Sacchabamba, Departamento de Cajamarca – Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN A TAJO ABIERTO Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA.
Site 4 ORCOPAMPA	Distrito de Orcopampa, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa – Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ Y CONCENTRADO DE ORO-PLATA.

Certificate No. CO21.000350/U Version: No. 1 Issue date: 28-August-2021
Previous Certificate No. BR233736

Certification body address: 8th Floor, 88 Prescot Street, London E1 8NG, United Kingdom
Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 290 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 81-1-422 9000

UKAS Certificate Template multi-site rev3.8 2/3 June 24, 2021


Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 4

ISO 4500:2018 Sistema de Gestión de la SST



COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

ISO 45001:2018

Scope of certification


PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, CONCENTRADOS PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA, PIRITA, PLATA, ORO-PLATA, PLOMO, ZINC, COBRE Y CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHDRATADO.


Site Name/Location	Site Address	Site Scope
Site 5 TANTANUATAY	Distrito de Hualgayoc, Provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN A TAJO ABIERTO Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA.
Site 6 TANDOMAYO	Distrito de Tapes, Provincia de Caylloma, Departamento Arequipa - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ Y CONCENTRADO DE PLOMO Y ZINC
Site 7 RIO SECO	Sector Jaguay, Habitación Urbana Industrial Río Seco, Huancá, Lima - Perú.	ACTIVIDADES DE SULFATO DE MANGANESO MONOHDRATADO
Site 8 EL BROCAL	Carretera Central km. 287 Tityahuasco, Pasco - Perú.	EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA (EXTRACCIÓN DE COBRE), EXPLOTACIÓN SUPERFICIAL (EXTRACCIÓN DE PLOMO, PLATA, ZINC) Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO DE COBRE, PLATA, PLOMO Y ZINC

Certificate No. CO21.00360U **Version: No.** 1 **Issue date:** 26-August-2021
Previous Certificate No. BR232736

Certification body address: 8th Floor, 88 Fleet Street, London EC4A 3DF, United Kingdom
 Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 330 - Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.

Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 81-1-432 9000





UKAS Certificate Template mnl010 rev3.8 3 / 3 June 24, 2021

Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 5

Certificado ISO 14001 1 de 1



Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 6

Certificado ISO 14001 1 de 2



COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

ISO 14001:2015


Scope of certification

PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, CONCENTRADOS PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA, PIRITA, PLATA, ORO-PLATA, PLOMO, ZINC, COBRE Y CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO.


Site Name/Location	Site Address	Site Scope
Head Office	Calle Las Regonias Nro. 416 (Piso 17, 18, 19 y 20) San Isidro, Lima - Perú.	PROCESOS DE SOPORTE PARA ACTIVIDADES MINERAS Y DE PRODUCCIÓN
Site 1 UCHUCCHACUA	Distrito de Oyón, Provincia de Oyón, Departamento de Lima - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADOS DE PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA Y PIRITAS
Site 2 JULCAN	Distrito de Cochacacca, Provincia de Angamos, Departamento de Huancavelica - Perú	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO DE BULK
Site 3 LA ZANJA	Distrito Pután, Provincia de Santa Cruz de Sacchabamba, Departamento de Cajamarca - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN A TAJO ABIERTO Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA
Site 4 ORCOPAMPA	Distrito de Orcopampa, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ Y CONCENTRADO DE ORO-PLATA

Certificate No. 0021.00349/U **Version:** No. 1 **Issue date:** 28-August-2021
Previous Certificate No. 0015.00188/U

Certification body address: 8th Floor, 88 Fleet Street, London E1 8HQ, United Kingdom
 Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 290 - Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 81-1-422 9000



UKAS Certificate Template revisite rev3.8
2 / 3
June 24, 2023


Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 7

Certificado ISO 14001 1 de 2



COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

ISO 14001:2015



Scope of certification

PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y A TAJADO ABIERTO, BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ, BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, CONCENTRADOS PLOMO-PLATA, ZINC-PLATA, PIRITA, PLATA, ORO-PLATA, PLOMO, ZINC, COBRE Y CONCENTRADO BULK, CARBÓN ACTIVADO CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA, PRODUCCIÓN DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO

Site Name/Location	Site Address	Site Scope
Site 5 TANTANGATAY	Districto de Huasigayoc, Provincia de Huasigayoc, Departamento de Cajamarca - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN A TAJADO ABIERTO Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DE METALES CON CONTENIDO DE ORO Y PLATA
Site 6 TAMBONATO	Districto de Tarma, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa - Perú.	PROCESOS MINEROS DE EXPLORACIÓN, DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE BARRAS DORÉ Y CONCENTRADO DE PLOMO Y ZINC
Site 7 RIO SECO	Sector Jaguay, Habitación Urbana Industrial Río Seco, Huaral, Lima - Perú.	ACTIVIDADES DE SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO
Site 8 EL BROCAL	Calle Central km. 287 Tlayhuasurco, Pasco - Perú.	EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA (EXTRACCIÓN DE COBRE), EXPLOTACIÓN SUPERFICIAL (EXTRACCIÓN DE PLOMO, PLATA, ZINC) Y BENEFICIO DE MINERALES PARA LA OBTENCIÓN DE CONCENTRADO DE COBRE, PLATA, PLOMO Y ZINC

Certificate No. CO21.00348-U Version: No. 1 Issue date: 28-August-2021
 Previous Certificate No. CO18.00168-U

Certification body address: 5th Floor, 66 Princes Street, London E1 8NG, United Kingdom
 Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 298 - Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1482, Lima 27, Perú.

Further certifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 85-1-422 9090

UKAS Certificate Template msls1401 rev3.8 3 / 3 June 24, 2021

Fuente: (Buenaventura, 2022)





Anexo 8

Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1



Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 9

Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2



Que, mediante Resolución Administrativa N° 014-97-AG-DSRAP/INRENA-ATDRP, de fecha 20 de octubre de 1,997, se otorgó Licencia de uso de agua en vías de adecuación a Sociedad Minera El Brocal S.A. para el uso de hasta 1,000 l/seg, con fines de uso en la planta de tratamiento de minerales de Huaraucaca y uso Poblacional, provenientes de las aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica de Jupayragra;

Que, mediante el escrito del visto el señor Ysaac Cruz Ramirez, solicita cambio de titularidad de los derechos otorgados por el uso de agua, otorgados a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A. argumentando, que mediante Testimonio de Escritura Pública de Adaptación de Sociedad Anónima a Sociedad Anónima Abierta de fecha 19 de febrero del 2003, inscrita ante el Asiento B00001, de la partida electrónica N° 06002957 del Registro de Personas Jurídicas de Lima, se modifica la Razón Social de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A;

Que, mediante el Informe Técnico N° 074-2010-ANA-ALA PASCO/amm, el personal técnico de la Administración Local de Agua Pasco, ha constatado la existencia de la laguna Angascancha, cuyo punto de captación se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS84: 8812198N, 364090E, a una cota aproximada de 4,352 msnm que abastece al Centro Poblado de Colquijirca, Comunidad Campesina de Santa Rosa de Colquijirca y el Campamento Minero de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. así mismo las aguas turbinadas provenientes de la Central Hidroeléctrica de Jupayragra, cuyo punto de captación se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS84: 8807900N, 356564E, a una cota aproximada de 3,980 msnm que abastece a la Población de Huaraucaca y a las oficinas y comedor de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. ubicadas en la planta de tratamiento de minerales;

Que, en virtud a los documentos públicos presentados por el administrado entre ellos el testimonio de la escritura pública de adaptación de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A. de fecha 19 de febrero de 2003; y,

Estando a lo informado por la Oficina de la Administración Local de Agua Pasco y al amparo de la Primera Disposición Complementaria Transitoria, de la Ley de Recursos Hídricos; en concordancia con el segundo párrafo de la Segunda Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado mediante D.S. N° 008-2010-AG;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar la extinción de la Licencia de uso de agua con fines poblacionales y domésticos, otorgado mediante Resolución Directoral N° 010-90-AG-DGAS, a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A. y Licencia de Uso de Agua con fines de uso en la planta de tratamiento de minerales de Huaraucaca y uso Poblacional, otorgado mediante Resolución Administrativa N° 014-97-AG-DSRAP/INRENA-ATDRP, a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A.

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 10

Resolución N°001-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2



Artículo 2°.- Otorgar Licencia de Uso de Agua superficial con fines poblacionales a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.; para el abastecimiento de agua de su campamento minero y otras unidades operativas, ubicados en el sector de Colquijirca, comprensión del distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento de Pasco; cuyas fuentes, punto de captación, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en función a la disponibilidad acreditada expresada en metros cúbicos se muestra a continuación:

Fuente de Agua	Volumen de Captación GTM (m³/día)	Unidad Operativa	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Laguna Alpacamarca	8192,1450 364,8800 4,352 m³/día	Centro Poblado de Colquijirca, C.C. Santa Fe de Colquijirca, Comedor, Hotel S.M., viviendas, oficinas de S.M. El Brocal S.A.A.	10480	10240	11480	12000	13480	12000	13480	12000	13480	12000	13480	12000	13480
Agua Turbada de CA Japayagui	4507,0000 330,1640 3,987 m³/día	C.C. de Huancabamba Comedor y Oficinas de S.M. El Brocal S.A.A.	8080	7280	8080	7780	8080	7780	8080	8080	7780	8080	7780	8080	
Total			18560	17520	19560	19780	21560	19780	21560	19780	21560	19780	21560	19780	394400

Artículo 3°.- La presente está sujeta a que el titular de la licencia cumpla con las obligaciones establecidas en el artículo 57° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, cuyo incumplimiento dará lugar a la aplicación de sanciones por infracción en materia de agua, según lo establece el mismo cuerpo legal. Así mismo dicha licencia queda afecta al pago de la Retribución Económica por el uso del agua, que anualmente fija el Ministerio de Agricultura. El incumplimiento de su pago durante dos (02) años consecutivos será causal de caducidad.

Artículo 4°.- Inscribir la presente Licencia en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua - RADA, en cumplimiento del numeral 64.3, del Artículo 64° del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

Artículo 5°.- Notificar la presente de acuerdo a Ley.



[Signature]
Ing. PEDRO C. SARAVIA BALTAZAR
Administrador Local de Agua
Pasco

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 11

Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1



Resolución Administrativa

N° 143 - 2011- ANA – ALA PASCO

Cerro de Pasco, 21 de Junio de 2011.

Visto, el escrito con Registro de Ingreso N° 339-2011, de fecha 18 de abril de 2011, organizado por el señor Ysaac Cruz Ramirez, en su condición de Gerente General de Sociedad Minera El Brocal S.A.A; solicitando cambio de Titular de uso de agua; y



CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2° del Título I de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que: El agua constituye patrimonio de la Nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua;

Que, el numeral 7, del Artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que es función de la Autoridad Nacional del Agua: Otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua, así como aprobar la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua a través de los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional;

Que, en el Artículo 102° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, se establece como causales de extinción de derechos de uso de agua, la renuncia del titular, caducidad o revocación; en concordancia con la Segunda Disposición Complementaria Final del Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua, donde se establece que producido el cambio de titular del predio o actividad para la cual se otorgó el derecho de uso de agua, se declara a solicitud de parte, la extinción del derecho y se otorga uno nuevo al adquirente, en las mismas condiciones;

Que, mediante Resolución Suprema N° 0087-75-AG, de fecha 11 de abril de 1975, el entonces Ministro de Agricultura otorgó, licencia en vías de adecuación a Sociedad Minera El Brocal S.A. , para el uso de hasta 9,200 litros por segundo de las aguas provenientes del río Blanco y Laguna Punrun, mediante represamientos en la proporción de 4,000, 3,200 y 2,000 litros por segundo, los dos primeros para uso energético de las centrales Hidroeléctricas de Río Blanco y Jupayragra y el último para uso minero, ubicado en el distrito de Chaupimarca, provincia y departamento de Pasco;

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 12

Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 2

Que, mediante el escrito del visto el señor Ysaac Cruz Ramirez, petitiona cambio de titularidad de los derechos otorgados por el uso de agua, otorgados a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A. argumentando, que mediante Testimonio de Escritura Pública de Adaptación de Sociedad Anónima a Sociedad Anónima Abierta de fecha 19 de febrero del 2003, inscrita ante el Asiento B00001, de la partida electrónica N° 06002957 del Registro de Personas Jurídicas de Lima, se modifica la Razón Social de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A;

Que, mediante el informe Técnico N° 057-2011-ANA-ALA PASCO/amm, de fecha 15 de junio de 2011, el personal técnico de la Administración Local de Agua Pasco, ha constatado la existencia de las fuentes de agua señaladas como el Río Blanco y la Laguna Purrún, cuyo punto de captación se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS84: 8'802,595N, 350,684E, a una cota aproximada de 4,284 msnm, que abastece a la Central Hidroeléctrica Río Blanco, mientras que el punto de captación para la Central Hidroeléctrica Jupayagra, se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS84: 8'801,911N, 353,366E a una altitud de 4,259 msnm; así mismo informa que las condiciones de operación no han sido modificadas sustancialmente en cuanto a su capacidad de producción de energía, caudal requerido, entre otros;



Que, en virtud a los documentos públicos presentados por el administrado entre ellos el testimonio de la escritura pública de adaptación de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A. de fecha 19 de febrero de 2003; y,

Estando a lo informado por la Oficina de la Administración Local de Agua Pasco y al amparo de la Primera Disposición Complementaria Transitoria, de la Ley de Recursos Hídricos; en concordancia con el segundo párrafo de la Segunda Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado mediante D.S. N° 006-2010-AG;

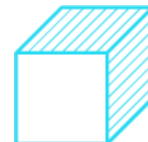
SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar la extinción de la Licencia de uso de agua con fines energéticos, otorgado mediante Resolución Suprema N° 0087-75-AG, a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A. para las Centrales Hidroeléctricas de Río Blanco y Jupayagra, ubicados en los distritos de Simón Bolívar y Vicos, provincia de Pasco, departamento de Pasco.

Artículo 2°.- Otorgar licencia de uso de agua superficial con fines energéticos a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.; de las aguas provenientes de la Laguna Purrún y Río Blanco, para el abastecimiento de agua de las Centrales Hidroeléctricas de Río Blanco y Jupayagra, ubicados en los distritos de Simón Bolívar y Vicos, provincia de Pasco, departamento de Pasco; cuyo punto de captación, descarga, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en función a la disponibilidad acreditada expresada en metros cúbicos se muestra a continuación:

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 13

Resolución N°143-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 3



Unidad Operativa	Utilización de Captación (LTM 9025 84)	Utilización de punto de Consumo (LTM 9025 84)	E	F	M	A	M	J	Total
Central Hidroeléctrica Rio BROCAL	8102 5804 200-0402 4,254 metros	8101 8119 303 3662 4,259 metros	10284488	11419040	10284488	10862488	10284488	10000400	227948088
			J	K	L	O	N	D	
			10284488	10284488	10000400	10284488	10862488	10284488	
Central Hidroeléctrica Jankoropaj	8102 8119 303 3662 4,259 metros	8101 8021 308 5022 4,267 metros	E	F	M	A	M	J	227948088
			10284488	11419040	10284488	10862488	10284488	10000400	
			J	K	L	O	N	D	
			10284488	10284488	10000400	10284488	10862488	10284488	

Artículo 3°.- La presente está sujeta a que el titular de la licencia cumpla con las obligaciones establecidas en el artículo 57° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, cuyo incumplimiento dará lugar a la aplicación de sanciones por infracción en materia de agua, según lo establece el mismo cuerpo legal. Así mismo dicha licencia queda afectada al pago de la Retribución Económica por el uso del agua, que anualmente fija el Ministerio de Agricultura. El incumplimiento de su pago durante dos (02) años consecutivos será causal de caducidad.

Artículo 4°.- Inscribir la presente Licencia en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua - RADA, en cumplimiento del numeral 64.3, del Artículo 64° del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

Artículo 5°.- Notificar la presente de acuerdo a Ley.



[Signature]
Ing. PEDRO C. SARAVIA BALTAZAR
Administrador Local de Agua
Pasco

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 14

Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1



Resolución Administrativa

N° 002 - 2011- ANA – ALA PASCO

Cerro de Pasco, 06 de enero de 2011.

Visto, el escrito con Registro de Ingreso N° 1235-2010, de fecha 05 de noviembre del 2010, organizado por el señor Ysaac Cruz Ramírez, en su condición de Gerente General de Sociedad Minera El Brocal S.A.A; solicitando cambio de Titular de uso de agua; y



CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2° del Título I de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que: El agua constituye patrimonio de la Nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua;

Que, el numeral 7, del Artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que es función de la Autoridad Nacional del Agua; Otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua, así como aprobar la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua a través de los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional;

Que, en el Artículo 102° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, se establece como causales de extinción de derechos de uso de agua, la renuncia del titular, caducidad o revocación; en concordancia con la Segunda Disposición Complementaria Final del Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua, donde se establece que producido el cambio de titular del predio o actividad para la cual se otorgó el derecho de uso de agua, se declara a solicitud de parte, la extinción del derecho y se otorga uno nuevo al adquirente, en las mismas condiciones;

Que, mediante Resolución Administrativa N° 014-97-AG-DSRAP/INRENA-ATDRP, de fecha 20 de octubre de 1,997, se otorgó Licencia de uso de agua en vías de adecuación a Sociedad Minera El Brocal S.A. para el uso de hasta 1,000 l/seg, con fines de uso en la planta de tratamiento de minerales de Huaracaca y uso Poblacional, provenientes de las aguas turbinadas de la Central Hidroeléctrica de Jupayraza;

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 15

Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1



Que, mediante el escrito del visto el señor Ysaac Cruz Ramírez, peticiona cambio de titularidad de los derechos otorgados por el uso de agua, otorgados a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A. argumentando, que mediante Testimonio de Escritura Pública de Adaptación de Sociedad Anónima a Sociedad Anónima Abierta de fecha 19 de febrero del 2003, inscrita ante el Asiento B00001, de la partida electrónica N° 06002957 del Registro de Personas Jurídicas de Lima, se modifica la Razón Social de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A;

Que, mediante el Informe Técnico N° 075-2010-ANA-ALA PASCO/amm, el personal técnico de la Administración Local de Agua Pasco, ha constatado la existencia de las aguas turbinadas proveniente de la Central Hidroeléctrica de Jupayagra, cuyo punto de captación se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS84: 8807900N, 356584E, a una cota aproximada de 3,980 msnm que abastece a la Planta de Tratamiento de Minerales de Huaraucaca de Sociedad Minera El Brocal S.A.A;

Que, en virtud a los documentos públicos presentados por el administrado entre ellos el testimonio de la escritura pública de adaptación de Sociedad Minera El Brocal S.A. a Sociedad Minera El Brocal S.A.A. de fecha 19 de febrero de 2003; y,

Estando a lo informado por la Oficina de la Administración Local de Agua Pasco y al amparo de la Primera Disposición Complementaria Transitoria, de la Ley de Recursos Hídricos; en concordancia con el segundo párrafo de la Segunda Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado mediante D.S. N° 006-2010-AG;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar la extinción de la Licencia de uso de agua con fines de uso en la planta de tratamiento de minerales de Huaraucaca y uso Poblacional, otorgado mediante Resolución Administrativa N° 014-97-AG-DSRAP/INRENA-ATDRP, a favor de Sociedad Minera El Brocal S.A.

Artículo 2°.- Otorgar Licencia de Uso de Agua superficial con fines Mineros a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.; para el uso en la Planta de Tratamiento de Minerales de Huaraucaca, ubicado en el sector de Huaraucaca, comprensión del distrito de Tinayhuarco, provincia de Pasco, departamento de Pasco; cuya fuente, punto de captación, volumen anual máximo desagregado en periodos mensuales determinada en función a la disponibilidad acreditada expresada en Millones de Metros Cúbicos y unidad operativa se detalla a continuación:

Fuente de Agua	Volumen de Captación (M ³ /MES)	Unidad Operativa	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total (M ³)
Aguas Turbinadas de Jupayagra	8807.900N 356.584E 3.980 msnm	Planta de Tratamiento de Minerales de Huaraucaca	2,62	2,35	2,68	2,51	2,66	2,51	2,66	2,69	2,51	2,69	2,51	2,69	30,89

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo 16

Resolución N°002-2011-ANA-ALA PASCO 1 de 1



Artículo 3°.- La presente está sujeta a que el titular de la licencia cumpla con las obligaciones establecidas en el artículo 57° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, cuyo incumplimiento dará lugar a la aplicación de sanciones por infracción en materia de agua, según lo establece el mismo cuerpo legal. Así mismo dicha licencia queda afecta al pago de la Retribución Económica por el uso del agua, que anualmente fija el Ministerio de Agricultura. El incumplimiento de su pago durante dos (02) años consecutivos será causal de caducidad.

Artículo 4°.- Inscribir la presente Licencia en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua - RADA, en cumplimiento del numeral 64.3, del Artículo 64° del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

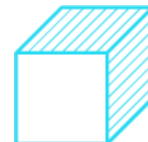
Artículo 5°.- Notificar la presente de acuerdo a Ley.




Ing. PEDRO C. SARAVIA BALTAZAR
Administrador Local de Agua
Pasco

Fuente: (Sociedad Minera El Brocal S.A.A., 2022)





Anexo17

Lista de Equipos DEL Proyecto

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
2	GABINETE DE CONTROL REPETIDOR POR RADIOFRECUENCIA NEMA IP66	<p>INCLUYE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RADIO MODEM INDUSTRIAL 2.4 GHZ • RJ45 RS-232C (programación) • ANTENA OMNIDIRECCIONAL • KIT DE MONTAJE EXTERNO PARA POSTE • FUENTE DE ALIMENTACION POE (Power Over Ethernet) • SUPRESOR DE PICOS, DIRECTO EN LÍNEA POE • CABLE RS-232 PARA CONFIGURACIÓN. DB9/RJ45
1	GABINETE DE CONTROL DE ARRANQUE POR RADIOFRECUENCIA NEMA IP66	<p>INCLUYE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RADIO MODEM INDUSTRIAL 2.4 GHZ • 01 RJ45 RS-232C (programación) • 01 ANTENA OMNIDIRECCIONAL • 01 KIT DE MONTAJE EXTERNO PARA POSTE • 01 FUENTE DE ALIMENTACION POE (Power Over Ethernet) • 01 SUPRESOR DE PICOS, DIRECTO EN LÍNEA POE • 01 CABLE RS-232 PARA CONFIGURACIÓN. DB9/RJ45 • 01 CONTROLADOR PROGRAMABLE • 01 MODULO PARA MICROLOGIX 1100 • 01 LLAVE TERMOMAGNETICA PRINCIPAL 220V
1	GABINETE DE CONTROL DE NIVEL POR RADIOFRECUENCIA NEMA IP66	<p>INCLUYE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 01 RADIO MODEM INDUSTRIAL 2.4 GHZ • 01 RJ45 RS-232C (programación) • 01 ANTENA OMNIDIRECCIONAL • 01 KIT DE MONTAJE EXTERNO PARA POSTE • 01 FUENTE DE ALIMENTACION POE (Power Over Ethernet) • 01 SUPRESOR DE PICOS, DIRECTO EN LÍNEA POE • 01 CABLE RS-232 PARA CONFIGURACIÓN. DB9/RJ45 • 01 CONTROLADOR PROGRAMABLE • 01 MODULO PARA MICROLOGIX 1100 • 01 LLAVE TERMOMAGNETICA PRINCIPAL 220V

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Anexo 18

Lista de Materiales del Proyecto

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIALES
600	m.	Cable de red tipo sftp
300	m.	Cable de señal apantallado 4x 22 awg
20	unid.	Conectores RJ45 con cubierta metálica
300	m.	Cable vulcanizado 3x16 awg
50	m.	Tubería flexible 3/4"
20	unid.	Conectores liquid tight recto 3/4"
100	unid.	Terminales para cable #16 AWG
100	unid.	Cintillos 10" largo.
2	unid.	Riel din (2m)
3	unid.	Canaletas ranuradas de PVC 25x25 mm (largo 2m)
3	unid.	Rollos de cinta aislante 3m, super 33+
3	unid.	Rollos de cinta vulcanizante 3m
40	unid.	Borneras para cable 14 awg

Fuente propia: (Valverde Hurtado, 2022)





Anexo 19

Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 1



**Model 195Eg
Product Sheet**



Features

General

- 2.4 GHz Unlicensed Frequency
- 1 Watt RF Output Power
- 1 to 54 Mbps RF Data Rate
- 5 to 7 Mile Range
- Industrial Hardened Case
- Direct Outdoor Pole Mountable
- Extended Temperature Specifications
- Power over Ethernet Cable
- MESHing, Self Healing Network Architecture
- Serial RS-232 Communications Port ("Optional")
- Dual Ethernet Ports ("Optional")

Modes of Operation

- Access Point (AP)
 - AP/Bridge, Router and Masquerade
- Ethernet Bridge Mode
 - Point-to-Point
 - Point-to-Multipoint
 - Self Healing MESH Network
- Repeater Mode
 - Available in all Access Point and Bridging Modes
- Client Modes (Mobile)
 - EtherStation
 - Station Router
 - Station Masquerade

Security

- WPA Compatible
- Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)



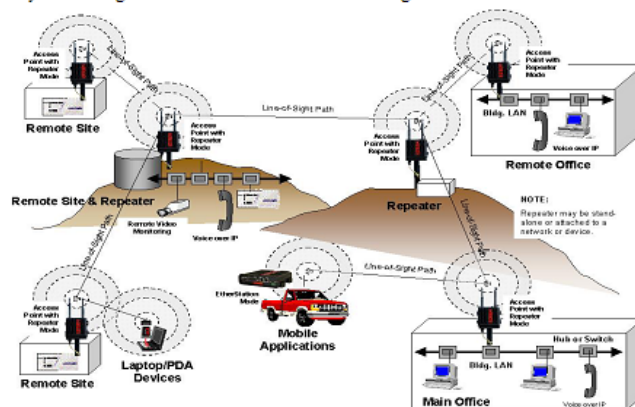
Model 195Eg Series shown with outdoor pole mounting hardware and direct mount antennas.

Wireless High Speed Unlicensed Ethernet and Serial Ports

The ESTeem Model 195Eg is the next generation wireless modem which can be configured with two Ethernet and one Serial RS-232C port designed for the rigors of the Industrial, Public Safety, and Federal markets. The Model 195Eg is an 802.11b/g protocol compatible product that operates 1 to 54 Mbps with a nominal 5 to 7 mile range. Now you have greater bandwidth for all your control, video, and voice over Ethernet needs, all on one radio channel. The "optional" RS-232C communications port also gives the user a second Ethernet port on the radio. Wireless networks over large geographical areas can be a reality using the Access Point modes with the Digi-Repeater feature. The Model 195Eg also supports 802.11b/g Clients laptops, mobile tablets and PDAs. It even has a *Client Mode* features so it can be used as a high powered Client in mobile applications under a 195Eg canopy.

Model 195Eg Reduces Site Costs

- **New case design.** The new case design and weatherproofing kit allows the unit to be indoor or outdoor pole mounted in harsh environments. This feature eliminates the enclosure costs needed with other radios.
- **Eliminates costly RF feedlines.** By direct pole mounting you eliminate feedline costs.
- **Reduces Radio Density in large sites.** Eliminating feedlines not only saves cost, but also increases transmitter radiated power and received signal strength, giving you greater range. Greater range reduces the number of radios needed to cover large areas.
- **Higher RF Power.** Higher power means higher signal to noise ratios, which means better coverage in high noise environments and greater range to reduce the number of radios needed to cover large areas.
- **External antenna lightning arrestors are not needed on outdoor sites.** The Model 195Eg has been designed with an integral lightning arrestor to further save site costs.
- **Lower installation costs.** The simple pole mounting saves installation time, but we didn't stop there, by powering the radio over the low cost Cat 5 Ethernet communications cable at distances to 300 feet, we helped to reduce additional time and expense.
- **Hardwired backbone not needed.** When used in the Access Point with Repeater Mode for large indoor and outdoor sites, substantial costs can be saved by not having to hardwire the Access Points to together.



Fuente: (ESteem, 2022)





Anexo 20

Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 1



**APPENDIX C
INTERFACE PORTS**

ETHERNET INTERFACE

The ESTeem Model 195Eg's Ethernet Port is a Full and Half-Duplex Auto-negotiation interface supporting both 10 Mbps and 100 Mbps (10/100BaseT). The Ethernet port is compliant with IEEE 802.3af Power Over Ethernet (PoE) to provide both data and power over the same CAT-5E grade Ethernet cable. The port is compatible with TIA/EIA-568B cable configuration (Figure 1).



RJ45 Pin No.	Wire Color	Wire Diagram	10Base-T Signal 100Base-TX Signal
1	White/Orange		Transmit +
2	Orange		Transmit -
3	White/Green		Receive +
4	Blue		Unused
5	White/Blue		Unused
6	Green		Receive -
7	White/Brown		Unused
8	Brown		Unused

RJ45 Pin No.	Wire Color	Wire Diagram	10Base-T Signal 100Base-TX Signal
1	White/Orange		Transmit +
2	Orange		Transmit -
3	White/Green		Receive +
4	Blue		+ Power
5	White/Blue		+ Power
6	Green		Receive -
7	White/Brown		- Power
8	Brown		- Power

Figure 1: Ethernet Pin Layout

A second Ethernet port will be included if the serial option is added to the 195Eg. This second Ethernet port can be used in Bridge Mode (HUB) or as a router.

Fuente: (ESteem, 2022)





Anexo 21

Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 2



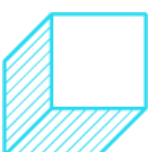
APPENDIX C
INTERFACE PORTS

CONFIGURING DHCP SERVER

The ESTeem 195Eg Ethernet port supports both client and server Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Figure 2 shows the DHCP host configuration screen that will be shown if DHCP server is selected in the setup screens. Enter the values that match the DHCP configuration for your network.

Figure 2: DHCP Server Configuration

Fuente: (ESteem, 2022)





Anexo 22

Ficha Técnica Radio Modem Esteem 1 de 3



**APPENDIX C
INTERFACE PORTS**

**RS-232C PROGRAMMING PORT
CONFIGURATION**

The ESTeem Model 195Eg has a proprietary RS-232C interface in a RJ-45 connector on the front panel. To interface the 195Eg to the serial port on the computer, you need ESTeem cable AA0621 that combines a standard Ethernet patch cable to a 9-pin Female adapter.

The serial port on the ESTeem Model 192E can be used to access the configuration menu in the ESTeem for system and network configuration. The ESTeem communications port operates at 38,400 bps, No Parity, 8 Data Bits and 1 Stop Bit (38,400,N,8,1). Configure your terminal program to match these settings.

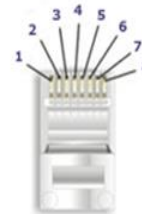


Model 195Eg Serial Port Interface

RS-232 PROGRAMMING PORT PIN-OUT TABLE

ESTeem Model AA0621
RS-232C Port Pin-Out Table

RJ-45 Pin No.	Function	DB-9 Pin No.
4	Signal Ground (GND)	5
5	Receive Data (RxD)	2
6	Transmit Data (TxD)	3



Ethernet Pin-out

RS-232C DATA PORT CONFIGURATION

The ESTeem Model 195Eg has an RS-232C interface in a RJ-45 connector on the front panel that can be installed as an option. To interface the 195Eg to the serial port on the computer, you need serial cable with the following pin-out:

ESTeem Model AA0621
RS-232C Port Pin-Out Table

RJ-45 Pin No.	Function	DB-9 Pin No.
1	Data Set Ready (DSR)	6
2	Data Carrier Detect (DCD)	1
3	Data Terminal Ready (DTR)	4
4	Signal Ground (GND)	5
5	Receive Data (RxD)	2
6	Transmit Data (TxD)	3
7	Clear to Sent (CTS)	8
8	Request to Sent (RTS)	7



Model 195Eg Serial Data Port Interface

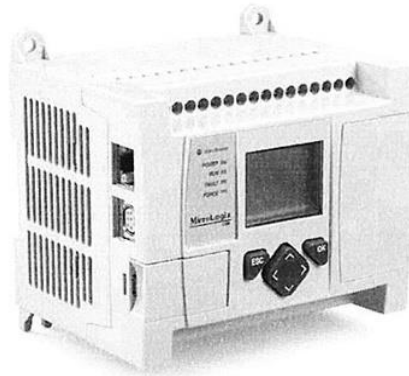




Anexo 23

Ficha técnica PLC MicroLogix 1100 1 de 1

**Technical Capabilities of the
MicroLogix 1100 Embedded LCD**



ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE • DODGE • RELIANCE ELECTRIC **Rockwell
Automation**

Fuente: (EStem, 2022)





Anexo 24

Ficha técnica PLC MicroLogix 1100 1 de 1

MicroLogix 1100 LCD Overview

Features

- 4x12 multipurpose text display
- User defined custom start-up screen
- Observe communication channel activity
 - Channel 0 Combo RS-232 / RS-485 port
 - Channel 1 EtherNet/IP port
 - Monitor the controller's IP address
- Toggle between default (factory) communication settings and user defined settings for communication trouble shooting or to provide an easy means to monitor or modify your program when configured for ASCII or Modbus RTU Master/Slave
- Battery health status
- Monitor controller operating mode and embedded digital I/O status
 - 10 digital inputs
 - 6 digital outputs
- Monitor and change controller mode, with local override capability at start-up (Run or Program)
- Monitor controller error / fault codes
- Monitor controller
- Supervise and modify controller data
 - Two digital trim pots
 - User configured minimum and maximum values
 - Unlike analog trim pots, values do not change over time or with temperature
 - 48 bits, each with individual protection
 - Monitor and modify bits that can be used by your control program
 - 48 integers, each with individual protection
 - Observe and change timer and counter values, setpoints, etc.
- New LCD Instruction
 - RSLogix 500 Version 6.4 and above
 - Controller program can send combinations of string, integer and bit data to LCD to communicate with an operator
 - Request data from operator to provide feedback to the control program

Fuente: (EStem, 2022)



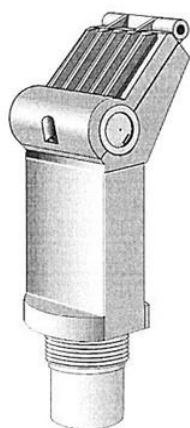


Anexo 25

Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 1



Instruction Manual • January 2003



English
Deutsch
Español
Français

the probe

LEVEL MONITOR

MILLTRONICS

Fuente: (ESteem, 2022)





Anexo 26

Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 2

Especificaciones

Alimentación eléctrica:

- 8 a 30 V cc, máx. 0,2 A

Condiciones ambientales:

- Ubicación: interior / exterior
- Altitud: máx. 2000 m
- Temperatura continua: -40 a 60°C (-40 a 140°F)
- Temperatura ambiente: -20°C (-5°F) con montaje metálico
- Humedad relativa: apto para aplicaciones en exterior (caja Tipo 4X / NEMA 4X / IP65)
- Categoría de instalación: II
- Nivel de polución: 4
- Presión (proceso): presión atmosférica

Alcance:

- 0,25 a 5 m (0,8 a 16,4 pies), líquidos únicamente (24V modelo estándar, etiqueta negra)
- 0,25 a 8 m (0,8 a 26,2 pies) (modelo extendido de la gama, etiqueta verde)

Angulo de emisión:

- 10° a -3 dB

Memoria:

- EEPROM no volátil, sin baterías

Programación:

- 2 teclas

Compensación de temperatura:

- Incorporada en el instrumento para todo el rango de operación.

Display / indicador:

- Cristal líquido
- Tres dígitos de 9 mm (0.35") para lectura de la distancia, en metros, desde la cara del transductor hasta al material
- Indicación gráfica del estado de operación

Salida

- mA: Rango: 4 – 20 mA
Span / alcance: proporcional o inversamente proporcional
Precisión: 0,25% del rango
Resolución: 3 mm (0,125")
Carga: 750 ohms máximo, alimentación eléctrica 24 V DC
Cable: Belden 8760 a 2 hilos, trenzado apantallado, 28 AWG (0,75 mm²) o equivalente
- Relé: 1 contacto NC por relé, capacidad normal 5A a 250 VAC, no inductivo ó 24 VDC fallo con un paro de la alimentación eléctrica, de la aplicación o del dispositivo

Español

Fuente: (ESteem, 2022)





Anexo 27

Ficha Técnica Transmisor de Nivel 1 de 3

Construcción:

- sensor y electrónica en un solo alojamiento
- encapsulado: material: Kynar-Flex® o Tefzel®
montaje:
 - rosca: 2" NPT, 2" BSP PF2
 - brida: adaptador para bridas, 3" ANSI, DIN 65PN10 y JIS 10K3B
 - sanitario: férula sanitaria 4" certificada por la FDA, con anillo de estanqueidad integrado y tuerca mariposa de acero inoxidable 304 (modelo de 5 m solamente)
- caja (electrónica): material: PVC
acceso: tapa abatible
2 orificios de diámetro 22 mm (0.87") para entrada de cables
regleta de terminales de 6 tornillos para cable único 2.5 mm² (14 ga) / cable trenzado 1.5 mm² (16 ga) máximo

Índice de protección de la caja:

- Tipo 4X / NEMA 4X / IP65

Peso:

- 1.7 Kg (3.7 lb)

Aprobaciones:

- CE*, FM CSA NRTL/C
* Detalle de ejecución EMC bajo pedido.

Español

Fuente: (EStem, 2022)

