



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

TESIS:

**Puesta en operación de estación de Re Bombeo para envío de
1000 Metros cúbicos de Agua Tratada en Planta Pampa Larga,
Minera Yanacocha SRL, año 2016**

PRESENTADO POR:

JORGE LUIS MALAGA CHAVEZ

CAJAMARCA - PERÚ

2018

DEDICATORIA

Agradezco de todo corazón a las personas que a lo largo de mi vida me han enseñado a ser una mejor persona, a esas personas tan importantes en mi vida les dedico este trabajo de tesis:

Mi Padre, Feliciano Málaga Liñán

Mi Madre, Lucila Chavez de Málaga

Mi esposa, Karina Quiñones Reyes

Mi Hijo, André Málaga Quiñones

Mi Hija, Karola Málaga Quiñones

Mi Hija, Leyla Málaga Quiñones

AGRADECIMIENTO:

Agradezco primero a Dios todo poderoso por darme salud y haberme protegido todos estos años.

A mis padres amados padres Feliciano que aunque ya no está en este mundo con nosotros sigue velando por mí y Lucila mi madre que supo apoyarme siempre y no dejo que me rinda nunca.

Mi amada esposa Karina quien me acompaña en los buenos y malos momentos desde el momento en que nos casamos.

Mis amados hijos André, Karola y Leyla por quienes doy todo para que sean mejor que su madre y yo.

A la Universidad Alas Peruanas, facultada de Ingeniería Mecánica, por permitirme estudiar en sus aulas y poder convertirme en profesional.

A todos un agradecimiento enorme y eterno.

RECONOCIMIENTO:

Quiero reconocer mediante esta tesis a todos los hombres y mujeres que se dedican a las labores de mantenimiento, ya que sin todos estos profesionales no se podrían lograr metas en ningún tipo de empresa o negocio y sería muy difícil lograr procesos productivos rentables, seguros y prósperos ni tampoco se podría lograr el desarrollo del país que es tan necesario y urgente para poder generar más trabajo y tener empresas serias y responsables.

Los profesionales del mantenimiento de plantas de procesos con su ardua labor y conocimientos garantizan el adecuado control y operación de equipos dentro sus límites operacionales de diseño, además de ser los responsables de entregar disponibilidad y confiabilidad de equipos para se pueda continuar con los procesos productivos garantizando operación segura y sin posibles daños a las personas o instalaciones de las distintas empresas.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.....	13
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	12
1.2 Delimitación de la investigación.....	14
1.2.1 Delimitación espacial.....	14
1.2.2 Delimitación social.....	14
1.2.3 Delimitación temporal.....	14
1.2.4 Delimitación conceptual.....	14
1.3 Problemas de la investigación.....	14
1.3.1 Problema principal.....	14
1.3.2 Problemas secundarios.....	14
1.4 Objetivos de la investigación.....	15
1.4.1 Objetivo general.....	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	15
1.5 Hipótesis y variables de la investigación.....	15
1.5.1 Hipótesis general.....	15
1.5.2 Hipótesis Secundaria.....	15
1.5.3 Variables.....	16
1. 6 Metodología de la Investigación.....	16
1.6.1 Tipo y Nivel de la Investigación.....	16
a) Tipo de Investigación.....	16
b) Nivel de Investigación.....	17
1.6.2 Método y diseño de la investigación.....	17
a) Método de la Investigación.....	17
b) Diseño de la Investigación.....	17
1.6.3 Población y muestra de la investigación.....	18
a) Población.....	18
b) Muestra.....	18
1.6.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
a) Técnicas.....	18

b) Instrumentos.....	18
1.6.5 Justificación, importancia y limitaciones de la investigación.....	18
a) Justificación.....	20
b) Importancia.....	20
C) Limitaciones.....	21
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	21
2.1 Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1 Internacional.....	22
2.1.2 Nacional.....	25
2.2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1 Sistema de bombeo.....	25
2.2.2 Gestion de mantenimiento.....	26
2.2.3 Tipos de mantenimiento.....	26
2.2.3.1 Mantenimiento Correctivo.....	26
2.2.3.2 Mantenimiento preventivo.....	26
2.2.3.2 Mantenimiento predictivo.....	26
2.2.4 Metas y objetivos de la gestión de mantenimiento.....	26
2.2.4.1 Maximizar la producción o rendimiento.....	26
2.2.4.2 Identificar e implementar reducción de costos.....	27
2.2.4.3 Proporcionar registros precisos de mantenimiento de equipos.....	27
2.2.4.4 Necesidad de recolectar información de costos de mantenimiento.....	27
2.2.4.5 Optimizar los recursos de mantenimiento.....	27
2.3 Definición de términos básicos.....	
2.3.1 Disponibilidad.....	27
2.3.2 Confiabilidad.....	28
2.3.4 Bomba centrífuga.....	28
2.3.5 Sistema PI.....	28
Figura 2.3.5: Fuentes que componen un sistema PI (Plant Information).....	29
2.3.6 Entrega formal de equipos.....	29
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN ANALISIS E INTYERPRETACIÓN DE DATOS..	31
3.1 Valides y confiabilidad de los instrumentos.....	31
3.1.1 Objetivo.....	31
3.1.2 Entrega formal de equipos.....	31
Figura 3.1.2 Formato de entrega formal de equipos.....	32
3.1.3 Check List de equipos.....	33

Figura 3.1.3 Formato de check list de equipos de planta.....	34
3.2 Análisis de tabla de datos.....	35
Cuadro 3.2 tabla de flujos de las unidades de Osmosis Inversa.....	36
Tabla 3.2 Grafico de análisis de flujos de planta de Osmosis Inversa.....	36
3.2.1 Análisis del diseño actual de las plantas de Osmosis.....	36
Figura 3.2.1 Diagrama esquemático del proceso de Osmosis Inversa.....	37
Figura 3.2.2 Diagrama de flujo de alimentación a plantas de Osmosis Inversa ...	38
3.3 Prueba de hipótesis.....	39
3.3.1 Calculo de la potencia de motores.....	39
Figura 3.3.1 Placa bomba Goulds pump utilizada en la estación de re bombeo de Pampa Larga.....	40
Tabla 3.3.1 Grafico de características de la bomba Gould pump.....	41
3.3.2 Determinación de la cantidad de bombas y motores necesarios para satisfacer la demanda.....	42
Figura 3.3.2 Esquema de la distribución de la estación de re bombeo.....	43
Figura 3.3.3 Esquema del conjunto motor-bomba.....	44
3.3.3 Determinación de la altura del tanque pulmón.....	44
Figura 3.3.3 Perfil del tanque pulmón.....	45
Figura 3.3.4 Esquema de tanque pulmón con detalle de anillo adicional.....	45
Figura 3.3.5 Tanque pulmón antes del aumento de anillo.....	46
Figura 3.3.6 Instalación de anillo metálico adicional de tanque pulmón.....	46
Figura 3.3.7 tanque pulmón terminado.....	47
Análisis financiero.....	47
3.3.4.1 Costos por tratamiento de agua de excesos.....	47
Cuadro 3.3.4 Tabla donde se muestran los gastos directos	48
3.3.4.2 Costos para poner en operación la estación de re bombeo.....	48
Cuadro 3.3.4.2 Resumen de gastos por contratación de empresas contratistas	50
3.3.4.3 Recursos de mano de obra directa y recursos materiales.....	51
a) Recursos Humanos.....	51
b) Recursos materiales.....	51
3.3.4.4 Calculo del VAR y TIR.....	52
Cuadro 3.3.4.4 Flujo de caja del proyecto de la estación de re bombeo.....	52
3.3 Discusión de resultados.....	53
3.4.1 Ventajas operacionales.....	53
Cuadro 3.4.1 Gastos directos por tratamiento de aguas.....	53
3.4.2 Ventajas en la gestión de mantenimiento.....	54

Conclusiones.....	
Recomendaciones.....	55
Referencias Bibliográficas.....	56
Anexos.....	57
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	58
Anexo 2: Cronograma de actividades.....	59
Anexo 3: Flujo de envío de unidades de Osmosis con sistema PI.....	60
Anexo 4: Formatos de entrega formal de equipos de bombas de estación de re bombeo de planta Pampa Larga.....	61

RESUMEN

En el año 2016 se detectó un problema de inconsistencia en los volúmenes de descarga de agua tratada al medio ambiente, el origen de la pérdida era una tubería de acero al carbono perforada en una zona inaccesible. Las plantas de Osmosis deben de tratar 1000 metros cúbicos por hora de agua para mantener el balance de volúmenes, la investigación fue del tipo descriptiva por lo que se analizó y recopiló data histórica de flujos de bombeo hacia el medio ambiente con lo que se determinó la cantidad de flujo perdido. La solución al problema presentado fue la de poner en operación la estación de re bombeo de agua tratada de la planta de Osmosis de Planta Pampa Larga, un sistema diseñado para tal fin pero que por problemas de mal diseño durante la etapa de ingeniería nunca operó. Se determinó que para lograr enviar los 1000 metros cúbicos por hora por esta estación se necesitaba contar con tres bombas centrifugas de 350 M³/h de capacidad cada una y con una capacidad de elevar el agua hasta 101 metros, modificar un tanque de almacenamiento, modificar tuberías de envío al Buffer pond e instalar controles para flujo y nivel como válvulas, sensores de nivel y un flujometro. Se necesitó de la participación de dos empresas especializadas así como cálculos de flujos, pérdidas y planos de ingeniería. La inversión para dejar esta planta trabajando de forma confiable fue de US\$ 102,972.82 contra los US\$ 600,000 de la segunda opción que era la de tender o instalar tuberías completamente nuevas por una ruta más difícil.

Con la puesta en operación de la estación de re bombeo se dejó de utilizar la tubería fisurada y se logró enviar la totalidad de agua tratada hacia el Buffer Pond por la estación de re bombeo, con planes de mantenimiento más holgados, de forma segura y evitando sobre costos por retratamiento, la recuperación de la inversión no superó los 7 meses principalmente por el ahorro en el consumo de reactivos químicos y en repuestos de bombas, es decir el impacto de esta instalación fue positivo.

ABSTRACT

In the year 2015 it was detected a problem of inconsistency in the discharge volume of treat water to the environment, the origin of the loss was a pipe of carbon steel with a hole in a inaccessible area, the Osmosis plant must treat 1000 cubic meter per hour of water for maintain the balance of volume, the investigation will descriptive Type for this reason investigated and collected historic data of pumping flow to the environment which the amount of lost flow was determined. The solution to the problem was to put into operation the re-pumping station of treated water at the Pampa Larga Plant Osmosis Plant, a system designed for that purpose but for bad design during the engineering stage never operate. It was determined that in order to send 1000 cubic meter per hour for this station was necessary to have three centrifugal pumps of 350 cubic meter per hour for each one and with the capacity of elevate the water 101 meters, modify a storage tank, modify pipes to send to the Buffer Pond and install flow and level controls like valves, level sensor and flow meter. It was necessary the participation of two companies as well as calculation of flow, loss and engineering diagrams. The investment to leave this plant working reliably was US\$ 102,972.82 against US\$ 600,000 of the second option that was to build or install pipes completely new for a route more complicated.

With the start-up of the pumping station the fissured pipe was no longer used and it was possible to send the totally of treat water to the Buffer Pond for the pumping station, with maintenance plans more baggy, to safer mode and avoiding over cost for retreatment, the recovery of the investment did not exceed 7 month specially for the saving in the consume the chemical reactive and spare parts for pumps, the impact of this installation was positive.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se plantea a partir de la necesidad de dejar de utilizar una tubería fisurada e inaccesible por su ubicación debajo del PAD de Pampa Larga y con la finalidad de evitar las pérdidas de flujo de agua tratada, mediante la puesta en operación de una estación de re bombeo que fue construida pero que nunca opero por problemas de diseño durante la etapa de ingeniería, esto en la planta de tratamiento de Pampa Larga en Minera Yanacocha.

La importancia del presente trabajo, radica en que el proceso de tratamiento de aguas de excesos estaba afectado por la falla de una tubería de acero al carbono, lo que desencadenaba en problemas operacionales y de balances metalúrgicos.

El problema principal es cómo poner en operación la estación de re bombeo de planta Pampa Larga para él envío de 1000 metros cúbicos de agua tratada.

El objetivo principal es lograr poner en operación la estación de re bombeo de la planta Pampa Larga para él envío de 1000 metros cúbicos de agua tratada hacia el Buffer Pond y de ahí al medio ambiente.

La Hipótesis general es que con la puesta en operación de la estación de re bombeo de Pampa Larga se lograra descargar los 1000 metros cúbicos de agua tratada hacia el Buffer Pond y de ahí al medio ambiente.

El capítulo I, trata del planteamiento metodológico

El capítulo II, trata del Marco Teórico

El capítulo III, trata de la presentación, Análisis e interpretación de datos

Conclusiones y Recomendaciones

Anexos.:

Anexo # 1: Matriz de consistencia

Anexo #2: Cronograma de actividades

Anexo #3: Flujo de envío de unidades de Osmosis con sistema PI

Anexo #4: Formatos de entrega formal de equipos de bombas de estación de bombeo de planta Pampa Larga.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los primeros meses del año 2016 se detectó un problema de inconsistencia de flujos de descarga de agua tratada, al indagar las posibles causas se detectó que se tenían pérdidas de flujo de agua tratada que oscilaban entre 180 y 230 metros cúbicos por hora de un total de 1000 metros cúbicos por hora de flujo de descarga total, al hacer los seguimientos de las posibles descargas se detectó que la pérdida se debía a la fisura de una tubería de acero al carbono por donde se trasladaba el agua tratada hacia el Buffer Pond, esto por la falta de inspecciones y mantenimiento por ser esta tubería inaccesible al estar ubicada en la parte baja del PAD de Pampa larga. Esta pérdida de agua tratada retornaba al sistema originando problemas de disminución de leyes de oro y plata, uso de mayor cantidad de reactivos químicos por retratamiento de estos volúmenes que retornaban al sistema e incremento de los volúmenes de las pozas de operaciones ya que en realidad no se trataban los 1000 metros cúbicos por hora por el retorno de parte de esta agua que reingresaba por las pozas de operaciones.

Cuando se detectó el problema se activó un plan de emergencia dentro de Minera Yanacocha para poder dar solución a un problema que de no haberse tratado a tiempo pudo desencadenar en un deterioro abrupto del PAD y posible derrumbe, incremento descontrolado de volúmenes de almacenamiento en pozas y sobre todo pudo afectar la reputación de toda la empresa además de multas y el posible cierre temporal de las operaciones.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de Minera Yanacocha SRL en el distrito de la encañada en la planta de procesos de Pampa Larga a unos 52 Km del departamento de Cajamarca, Perú.

1.2.2 DELIMITACIÓN SOCIAL

El grupo de trabajadores de mantenimiento de Procesos y operaciones de la planta de Pampa Larga en Minera Yanacocha SRL.

1.2.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El trabajo se realizó durante el período que comprende los meses de Febrero del 2016 hasta Agosto del 2016.

1.2.4 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

El trabajo de investigación fue del tipo descriptivo por lo que fue necesario revisar datos históricas de flujos, presiones así como historial de mantenimientos de bombas y de las unidades de Osmosis Inversa.

1.3 PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo poner en operación la estación de re bombeo de planta Pampa Larga para él envío de 1000 M3/h de agua tratada?

1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

Pregunta 1

¿Cómo influye la instalación de bombas centrifugas para bombear el agua tratada por otra ruta?

Pregunta 2

¿Cómo influye las estrategias de mantenimiento y disponibilidad en la estación de re bombeo de planta Pampa Larga?

Pregunta 3

¿Cuál es el beneficio económico de la propuesta de instalación de bombas centrifugas por una ruta más accesible?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Puesta en operación de la estación de re bombeo de planta Pampa Larga para él envío de 1000 M3/h de agua tratada.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Rediseño de la estación de re bombeo de planta Pampa Larga.
- Evaluar flujos de envío de las plantas de Osmosis Inversa hacia el Buffer Pond pasando por la estación de re bobeeo.
- Evaluar las estrategias de mantenimiento para la estación de re bombeo.
- Evaluar la mejora en la disponibilidad y confiabilidad de la estación de re bombeo.
- Evaluar el costo beneficio con la puesta en operación de la estación de re bombeo de Pampa Larga.

1.5: HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 Hipótesis General:

Con la puesta en operación de la estación de re bombeo de Pampa Larga se lograra descargar 1000 M3/h de agua tratada hacia el medio ambiente.

1.5.2 Hipótesis Secundarias:

HIPOTESIS: H1

La puesta en operación de la estación de re bombeo influirá de manera positiva a dar mayor confiabilidad al sistema de tratamiento de aguas de excesos.

HIPOTESIS: H2

La puesta en operación estación de re bombeo permitirá dejar de utilizar la línea de envío de agua tratada antigua que tiene fugas.

1.5.3 Variables

Para el desarrollo del estudio se ha identificado las siguientes variables:

Cuadro N° 1.5 Operación de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE			
Gestion de mantenimiento	Planes de mantenimiento	Disponibilidad confiabilidad Estrategias de mantenimiento	Sistema PI Sistema SAP Entrega formal de equipo
DEPENDIENTE			
Puesta en operación de la estación de Re Bombeo en planta Pampa Larga.	1000 metros Cúbicos por hora.	Flujo: M3/h Volumen: M3	Flujometro Totalizador

Fuente: Elaboración propia

1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

a) TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación corresponde al tipo descriptivo. Esto porque se están describiendo situaciones y eventos.

Proceso descriptivo: La investigación descriptiva consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos. Esto es detallar como son y se manifiestan, en los estudios descriptivos, se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Fuente: (Roberto Hernandez Sampieri, 2014)

b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es correlacionar, ya que se están evaluando variables relacionadas.

Estudios de nivel correlacional: Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más

conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables.

Fuente: (Roberto Hernandez Sampieri, 2014)

1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a) MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:

Se realizara la observación, medición y recolección de datos, es decir se utilizara el método Cuantitativo.

Método cuantitativo: pretende “acotar” intencionalmente la información, es decir medir con precisión las variables del estudio.

Fuente: (Roberto Hernandez Sampieri, 2014)

b) DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Esta investigación tiene un diseño no experimental, esto debido a que no se manipulan deliberadamente las variables.

Investigación no experimental: estamos más cerca de las variables formuladas hipotéticamente como “reales” y, en consecuencia, tenemos mayor validez externa (posibilidad de generalizar los resultados a otros individuos y situaciones comunes).

Fuente: (Roberto Hernandez Sampieri, 2014)

1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION

a) POBLACIÓN:

Se considera como población a la estación de re bombeo de la planta Pampa larga.

b) MUESTRA:

Se considera como muestra cada uno de los elementos que conforman la estación de re bombeo como bombas, motores, tuberías, etc.

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) TÉCNICAS

Observación directa

b) INSTRUMENTOS:

- Sistema PI
- Sistema SAP
- Procesadores de datos como el Excel.
- Cámara fotográfica.

1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a) JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se justifica debido a que parte del agua tratada se perdía por la fisura de una tubería ubicada en una zona inaccesible por estar en la parte baja del PAD de Pampa Larga. El agua tratada que se perdía por la tubería fisurada retornaba al proceso de extracción de oro y plata, esto tenía como consecuencia el incremento de volúmenes en las pozas, dilución de las leyes de oro e incremento del consumo de reactivos por el tratamiento del agua que debió ser descargada al medio ambiente.

La situación actual de la minería y de Minera Yanacocha SRL exige realizar trabajos de optimización de costos, optimizar procesos y eliminar mermas o condiciones que pueden generar riesgos en los procesos.

El problema de tratar nuevamente el agua tratada que retornaba al sistema de la planta es que los sistemas de las plantas están diseñados para procesar un volumen máximo de solución, al tener re procesos del mismo volumen ya tratado o parte de este, es que no se puede lograr tratar solución nueva proveniente de los PADs y este efecto al final origina el incremento de los niveles de pozas, disminución en las leyes de oro y sobre costos por consumo de reactivos químicos, mayor gasto por consumo de energía y mayor tiempo

de operación de los equipos poniendo en riesgo los planes de mantenimiento de estos.

Para poder dar solución al problema mencionado se realizaron los trabajos para poder poner en operación la estación de re bombeo de agua tratada de Planta Pampa Larga con el fin de poder enviar los 1000 metros cúbicos por una nueva ruta dejando de utilizar la tubería fisurada, la cual no era ya posible reparar por su ubicación.

De no haberse ejecutado este proyecto las condiciones de operación hubieran ido empeorando con el paso del tiempo hasta generar un impacto mayor por el retorno de un porcentaje alto de agua al sistema, además de un riesgo latente de derrumbe del PAD de Pampa Larga por socavación.

Los resultados permitirán mejorar la disponibilidad y confiabilidad del sistema de tratamiento de agua de excesos, así como la reducción de costos de tratamiento de solución y la mejora en la distribución de la mano de obra calificada.

Además, los aportes del presente trabajo servirán de guía para otros proyectos similares en los cuales se tienen cálculos, ensayos, estándares de construcción, etc. y que puede ser aprovechado por otras plantas de procesos o estudiantes

b) IMPORTANCIA

La importancia del presente proyecto de mejora es directamente la de garantizar el tratamiento de aguas de excesos para cumplir con los compromisos asumidos de cantidad y calidad de agua, además de lograr los objetivos de producción que es muy importante para el negocio y finalmente la de poder administrar las horas hombre disponibles en tareas que puedan garantizar la vida útil de otros equipos importantes en las instalaciones de la planta.

c) LIMITACIONES

Se considera las siguientes limitaciones: Insuficiente personal de mantenimiento y de empresas contratistas, escasa información en la empresa, así como de fuentes secundarias para información bibliográfica.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Internacional

Antony Muñoz Ospino, 2016, optimización del sistema de bombeo y manejo de las aguas Residuales producto de la explotación minera en la mina de Carbón san Fernando, operada por carbonos san Fernando Sas, vereda paso nivel, amaga-Antioquia, Tesis para obtener el grado de Ingeniero de minas, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia, la realidad problemática de esta investigación radica en que en la mina subterránea de carbón de San Fernando se tenían problemas con sus sistemas de bombeo especialmente en la relación de caudal Vs potencia, además de problemas de fallas recurrentes por desgaste de componentes como sellos mecánicos, estas bombas retiran el agua que se acumula en la mina, lo que origina sobrecostos por mantenimiento así como retrasos en el avance de los frentes de producción. Para poder optimizar el sistema de bombeo se realizaron análisis de los componentes de agua para una correcta selección del tipo de bomba así como la potencia según el caudal que se requería evacuar. También este plan incluyo el tiempo proyectado de operación para determinar todas las necesidades necesarias para el desarrollo del proyecto.

Como resultado de esta implementación se tuvieron ahorro de costos operacionales, se elaboraron procedimientos de operación e instalación y planes de mantenimiento preventivos. (Ospino)

En la estación de re bombeo de Pampa Larga se realizaron análisis y cálculos para determinar el tipo de bomba necesaria para cubrir la demanda de envió de agua tratada, además de planes de mantenimiento y procedimientos de operación de equipos por parte de operaciones.

Fabián Eugenio Peña Devia, Oscar Javier Pobeda Ramirez, 2015, Diseño e implementación de un sistema de control de caudal e interfaz gráfica de usuario en planta didáctica del laboratorio de mecánica de la facultad tecnológica, Tesis en ingeniería y control, Universidad distrital "Francisco Jose

de Caldas”, Bogotá, Colombia, la realidad problemática que dio origen a este trabajo fue debido a que en el laboratorio de mecánica de la Universidad Francisco Jose de Caldas se tiene un tubo Venturi para medir el caudal que pasa por este tubo, se cuenta con una válvula de bola para cerrar el paso de agua, el sistema de control es totalmente manual, con poca precisión y debía ser controlado manualmente.

Se plantea diseñar e implementar un sistema de control de caudal e interfaz gráfica de usuario en la planta didáctica del laboratorio de mecánica de la facultad de tecnología.

Después de la implementación se logró obtener lecturas y registros de caudal con un error de instrumento de 0.75 %, se tienen dos modos de operación (Manual y Automático), se pueden realizar prácticas de laboratorio a distintas velocidades.

(Fabian Eugenio Peña Devia)

En la estación de re bombeo de Pampa Larga se cuenta con controles de caudal y estos son registrados y almacenados para tener data histórica y un sistema automatizado confiable para poder desarrollar nuevos planes de balance metalúrgico y además nos ayuda a determinar los tiempos en los cuales se deben de intervenir los equipos.

2.1.2 Nacional:

Jheysson Miguel Tuesta Yliquin, 2014, Plan de mantenimiento para la mejora de disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional del Callao, Provincia constitucional del Callao, Peru, la realidad problemática que dio origen a esta tesis es la de reducir la paradas imprevistas y mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa Obrainsa.

Se sugirió la implementación de un plan de mantenimiento basado en el TPM (Mantenimiento productivo total) como estrategia para los equipos de la empresa constructora con la implementación de los pilares del mantenimiento autónomo y la implementación de las 5Ss con lo que se lograra más orden, disciplina y eficiencia.

Con la implementación del TPM permitió mejorar la gestión de mantenimiento, tener una disponibilidad mayor al 91% y ahorros por S/. 105,000, se logró un incremento de las horas de mantenimiento que pasaron de 435 horas a 1077.91 horas en promedio. (Yliquin)

En minera Yanacocha se utiliza el TPM como parte de la gestión de mantenimiento en la estación de re bombeo de Pampa Larga se implementaron estrategias de mantenimiento y uno de los pilares es el TPM.

Yover Michel Rodriguez Ayala, 2014, Mejoramiento del sistema para evacuación eficiente de aguas subterráneas en VOLCAN Compañía Minera S.A.A. – Unidad San Cristóbal, Tesis para obtener el título de ingeniero mecánico, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru, la realidad problemática de esta investigación radica en el sistema de bombeo instalada en el nivel 1020, el cual contaba con tres bombas instaladas en paralelo y con una potencia de 750 HP cada uno, las que tenían fallas recurrentes de funcionamiento. Durante la investigación se revisó y evaluó el sistema de bombeo anterior, el sistema hidráulico y de operación. También se evaluó los consumos de energía de motores, flujo y reportes de mantenimiento de los equipos, esto con la finalidad de iniciar un nuevo proceso de diseño de estación de bombeo.

Con los resultados de la investigación se instalaron tres bombas en serie con una potencia de 350 HP cada una. (Ayala)

En la estación de re bombeo de Pampa Larga se realizó un rediseño mediante el análisis de flujos históricos y características de bombas y motores y se prepararon las instalaciones para poder enviar 1000 metros cúbicos por hora.

Celestino Barreto Inca, 2017, Optimización del sistema de bombeo construcción y drenaje- unida minera Antapaccay, tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Peru, la realidad problemática de esta investigación radica en la necesidad optimizar el bombeo de agua acumulada en el tajo Antapaccay y poder continuar con la explotación de la mina, para lo cual se realizó primero un estudio de un

sistema de bombeo, construcción y drenaje. Para poder ejecutar los trabajos se prepararon tuberías, se construyeron nuevas pozas y se realizó el recubrimiento con geo membrana. Durante la etapa de diseño se seleccionaron 4 marcas de bombas entre ellas de la marca Goulds Pumps.

Los resultados de la implementación permitieron bombear agua del tajo Antapaccay de un nivel a otro y se determinaron nuevos KPIs. (Inca)

En la estación de re bombeo y en general en Planta Pampa larga se requiere tener volúmenes de agua controlados para continuar operando y el bombeo es a distinto nivel, además las bombas instaladas en la estación de re bombeo son de la marca Goulds Pumps.

Jorge Luis Franco Sullca, 2015, optimización del sistema de bombeo de Agua subterránea, para satisfacer su Demanda volumétrica, en volcán Compañía minera s.a.a.-unidad chungar, tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru, la realidad problemática de esta investigación radica en la necesidad de evacuar las aguas de exceso que se almacenaban en las cámaras de la mina subterránea de Volcán unidad Chungar y poder atender los problemas de mantenimientos preventivos y correctivos de bombas. Los estudios de esta investigación indicaron que se necesitaba una bomba en stand by y poder atender las necesidades la mina.

Luego de la implementación de tiene instalada una bomba con un motor de 150 HP. (Sullca)

La estación de re bombeo de Pampa Larga ayuda a evacuar el agua tratada de excesos con los que se puede garantizar con continuidad de la operación y se cuentan con equipos tanto operando a rigor como en stand by, esto para no limitara la operación cuando se requiera intervenir algún equipo.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Sistema de bombeo:

Las bombas centrífugas en general tienen múltiples usos en casi todas las industrias para poder mover o bombear distintos tipos de solución o fluidos para diferentes procesos productivos o de investigación por su practicidad y

eficiencia y rentabilidad al momento de operar en distintas condiciones y climas.

Actualmente se tiene muchas empresas en el mundo que fabrican y venden bombas centrífugas para atender la demanda creciente de la industria y esto es materia de estudio para mejorar más estos diseños y poder ofrecer un mejor producto y con la ayuda de los software se pueden contar con simuladores y tablas en línea para poder determinar cuál es la necesidad real al momento de requerir una bomba centrífuga. (BSgroup, 2018)

2.2.2 Gestion de Mantenimiento:

La gestión de mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, de esta manera evitar interrupciones en el proceso productivo por fallas de máquinas o equipos por lo tanto, la existencia de un mantenimiento eficaz constituye uno de los elementos más importantes para consecución de la competitividad y operatividad empresarial en el actual marco económico de competencia global.

La Gestión de Mantenimiento involucra seis etapas diferenciadas: Identificación de la demanda, Planificación, Programación, Ejecución, el cierre, y el análisis. Este atiende a dos tipos de mantenimiento según el concepto universal de mantenimiento: El programado, en el cual se prevén las intervenciones, los recursos y los trabajos a ejecutar y el no programado, donde las intervenciones se realizan de emergencia. (BSgroup, 2018)

2.2.3 Tipos de mantenimiento:

2.2.3.1 Mantenimiento Correctivo: es el encargado de corregir los defectos observados tanto en equipos como en instalaciones, es una forma básica de mantenimiento y consiste en detectar averías o defectos y corregirlos.

(inc., 2018)

2.2.3.2 Mantenimiento Preventivo: es el que se realiza de forma anticipada para evitar el surgimiento de averías o fallas en los equipos o

instalaciones, este tipo de mantenimiento está destinada a la conservación de equipos para que sigan cumpliendo con sus funciones. (inc., 2018)

2.2.3.3 Mantenimiento Predictivo: es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. (inc., 2018)

2.2.4 Metas y objetivos de la gestión de mantenimiento:

2.2.4.1 Maximizar la producción o rendimiento operacional: La razón principal de la existencia de la gestión de mantenimiento es mantener los equipos e instalaciones, las empresas no obtiene ningún beneficio al tener equipos o instalaciones que no funcionan. (inc., 2018)

2.2.4.2 Identificar e implementar reducción de costos: Una buena gestión de mantenimiento puede ayudar a la compañía a reducir costos de muchas formas, por ejemplo una buena política de mantenimiento puede alargar los periodos de operación de los equipos sin dañarlos. Este cambio reduce los periodos de mantenimiento y al mismo tiempo incrementa la capacidad de producción. (inc., 2018)

2.2.4.3 Proporcionar registros precisos de mantenimiento de equipos: Contar con documentos precisos de mantenimiento permite a una compañía hacer seguimientos para determinar por ejemplo tiempo promedio entre fallas o el tiempo promedio entre reparaciones, sin embargo esto requiere registros precisos de cada mantenimiento o de cada reparación, esto puede generar el consumo de gran cantidad de papel u otra manera es utilizar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado para almacenar información de los registros de mantenimientos de equipos. (inc., 2018)

2.2.4.4 Necesidad de recolectar información de costos de mantenimiento: recolectando la información de los costos de mantenimiento de los equipos, las compañías pueden por ejemplo usar esta información para adquirir equipos nuevos con un costo de ciclo de vida más bajo en lugar de un costo inicial más bajo. Todos los costos deben de ser rastreados con precisión por cada equipo y esta tarea es responsabilidad de mantenimiento. (inc., 2018)

2.2.4.5 Optimizar los recursos de mantenimiento: La optimización de los recursos de mantenimiento incluye la eliminación de residuos a través de técnicas efectivas de planificación y programación. En organizaciones con mantenimiento reactivo, hasta un tercio de los gastos de mantenimiento son a menudo perdidos. Al optimizar la gestión del mantenimiento las empresas mejoran su efectividad para eliminar desperdicios o interferencias. (inc., 2018)

2.3 Definición de términos Básicos

2.3.1 Disponibilidad: cuanto tiempo está un equipo o sistema operativo o disponible con respecto al tiempo total que se hubiese deseado que este operativo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas durante un periodo de tiempo determinado.

Formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MUT}}{\text{MUT} + \text{MTTR}}$$

Dónde:

MUT: Tiempo promedio de operación

MTTR: Tiempo Promedio entre mantenimiento.

2.3.2 Confiabilidad: La confiabilidad de un equipo o sistema se da cuando el equipo o sistema cumple la función para la cual fue diseñado y además en el momento en que se requiere usar el equipo o sistema.

Formula:

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Dónde:

MTBF: Tiempo promedio entre fallas

MTTR: Tiempo promedio entre mantenimientos

2.3.4 Bomba Centrifuga: son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente impulsor. (inc., 2018)

2.3.5 Sistema PI: es un producto que permite gestionar los datos y eventos de tiempo real. El objetivo de PI System es convertir estos datos de tiempo real en acciones, para eso rutea datos de tiempo real a lo largo de toda la infraestructura.

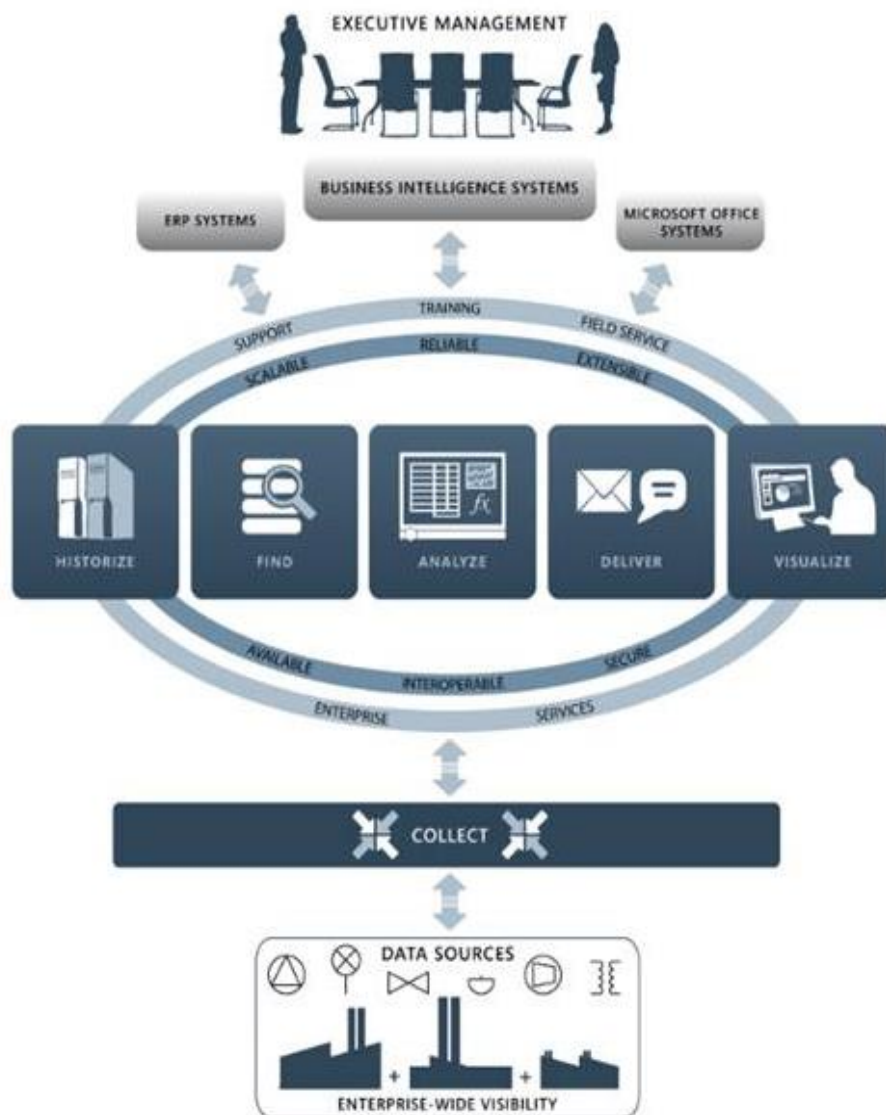


Figura 2.3.5: Fuentes que componen un sistema PI (Plant Information)

Fuente: Luis MI Garcia, 2012

2.3.6 Entrega Formal de Equipos: Formato que se utiliza para colocar los datos básicos de los parámetros de funcionamiento de un equipo determinado como flujo, presión, vibración, temperatura, etc., con este formato debidamente llenado se procede a la aceptación por parte del área de operaciones y mantenimiento para poner el equipo recién mantenido en operación nuevamente.

Fuente: Sistema de gestión de mantenimiento de procesos de Minera Yanacocha SRL

CAPITULO III: PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

3.1 Validez y Confiabilidad de los Instrumentos.

3.1.1 Objetivo: Es necesaria la evaluación de los datos históricos sobre todo de los flujos para poder determinar cuan eficiente es el sistema de bombeo por la tubería que enviaba el flujo por debajo del PAD de Pampa Larga y así determinar cuáles son las limitantes del sistema y compararlo con el nuevo sistema de la estación de re bombeo de Pampa Larga.

3.1.2 Entrega Formal de Equipos: Formato que se utiliza para colocar los datos básicos de los parámetros de funcionamiento de un equipo determinado como flujo, presión, vibración, temperatura, etc, con este formato debidamente llenado se procede a la aceptación por parte del área de operaciones y mantenimiento para poner el equipo recién mantenido en operación nuevamente.

Figura 3.1.2: Formato de entrega formal de equipos

Yanacocha		FORMATO Entrega de equipos				Código: MAI PR-EJ-FO-001																										
MANTENIMIENTO PROCESOS						Versión: 01																										
						Página : 1 de 1																										
						Fecha de Publicación: 14/09/2010																										
						Fecha de Modificación: 30/04/2013																										
Información																																
Ejecutor:		N° OT:		Reparado:		MYSRL <input type="checkbox"/>																										
		Planta (UP):		Terceros:		<input type="checkbox"/>																										
		Equipo:		Lima:		<input type="checkbox"/>																										
Fecha :		Componente:		Nuevo:		<input type="checkbox"/>																										
Contexto Operacional (PI)				Temperatura SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																												
	Corriente Amp	Presión psi	Caudal m ³ /hr	RTD _{rod1} °C	RTD _{rod2} °C	RTD _{cuerp} °C	T _{cuerpo} °C																									
Real																																
Nominal (min-max)																																
				<table border="1"> <tr> <td>T_{rod1} °C</td> <td>T_{rod2} °C</td> <td>T_{rod3} °C</td> <td>T_{rod4} °C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>< 60</td> <td>< 85</td> <td>< 45</td> <td>< 40</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>60 - 80</td> <td>85 - 105</td> <td>45 - 65</td> <td>40 - 60</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>80 - 100</td> <td>105 - 125</td> <td>65 - 85</td> <td>60 - 80</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>> 100</td> <td>> 125</td> <td>> 85</td> <td>> 80</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				T _{rod1} °C	T _{rod2} °C	T _{rod3} °C	T _{rod4} °C		< 60	< 85	< 45	< 40	<input type="checkbox"/>	60 - 80	85 - 105	45 - 65	40 - 60	<input type="checkbox"/>	80 - 100	105 - 125	65 - 85	60 - 80	<input type="checkbox"/>	> 100	> 125	> 85	> 80	<input type="checkbox"/>
T _{rod1} °C	T _{rod2} °C	T _{rod3} °C	T _{rod4} °C																													
< 60	< 85	< 45	< 40	<input type="checkbox"/>																												
60 - 80	85 - 105	45 - 65	40 - 60	<input type="checkbox"/>																												
80 - 100	105 - 125	65 - 85	60 - 80	<input type="checkbox"/>																												
> 100	> 125	> 85	> 80	<input type="checkbox"/>																												
Orden y Limpieza / Inspección Visual																																
1.				Puesta a Tierra?		<input type="checkbox"/>																										
2.																																
Análisis Vibracional SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				Lubricación SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Alineamiento SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																										
	V mm/seg	H mm/seg	A mm/seg	Env g's	Grasa	<table border="1"> <tr> <td>Velocidad (rpm)</td> <td>Paralelo (mm/100)</td> <td>Angular (mm/100)</td> <td>Lainas (mm)</td> </tr> <tr> <td>1000-2000</td> <td>0.08</td> <td>0.1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3000-4000</td> <td>0.05</td> <td>0.06</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1000-2000</td> <td>0.07</td> <td>0.07</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3000-4000</td> <td>0.05</td> <td>0.06</td> <td>4</td> </tr> </table>		Velocidad (rpm)	Paralelo (mm/100)	Angular (mm/100)	Lainas (mm)	1000-2000	0.08	0.1	1	3000-4000	0.05	0.06	2	1000-2000	0.07	0.07	3	3000-4000	0.05	0.06	4					
Velocidad (rpm)	Paralelo (mm/100)	Angular (mm/100)	Lainas (mm)																													
1000-2000	0.08	0.1	1																													
3000-4000	0.05	0.06	2																													
1000-2000	0.07	0.07	3																													
3000-4000	0.05	0.06	4																													
Normal	< 2.3				Marca:																											
Tolerable	2.3 - 4.5				Tipo:																											
Precauci	4.5 - 7.1				Cant(gr)																											
Alarma	> 7.1				Aceite																											
					Marca:																											
					Tipo:																											
					Cant(lt)																											
					Uso de estetoscopio																											
					SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																											
Análisis de Circuito de Motores SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																																
Pruebas Estáticas				Pruebas Dinámicas																												
R Mohm	Res Desb%	Ind Desb%	IP	I _{fuga} µAmp	Voltaje		Corriente																									
					Vr/Vn (%)	Desb (%)	THD (%)																									
					Ir/In (%)	Desb (%)	Fp dB																									
					Exc. # picos																											
100	1	1	>3	2	+/- 1	0	1																									
50	2	3	1.5-3	5	+/- 3	0.5	2																									
30	3	5	1-1.5	15	+/- 5	1	3																									
10	4	7	<1	30	+/- 10	3	5																									
					+/- 1	2	>54																									
					+/- 3	4	45-54																									
					+/- 5	6	36-45																									
					+/- 10	10	<36																									
							Normal																									
							Tolerable																									
							Precaución																									
							Alarma																									
Conclusiones /Comentarios																																
1.																																
2.																																
3.																																
Recepción y entrega de equipo																																
Recepción de equipo:		Fecha:		Hora:																												
Entrega de equipo:		Fecha:		Hora:																												
Esp. MBC:	Firma:	Fecha:		<table border="1"> <tr> <td>Normal</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Precaución</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Alarma</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Normal	<input type="checkbox"/>	Tolerable	<input type="checkbox"/>	Precaución	<input type="checkbox"/>	Alarma	<input type="checkbox"/>																	
Normal	<input type="checkbox"/>																															
Tolerable	<input type="checkbox"/>																															
Precaución	<input type="checkbox"/>																															
Alarma	<input type="checkbox"/>																															
Sup Mtto:	Firma:	Fecha:																														
Sup Oper:	Firma:	Fecha:																														
Modificacdo		Elaborado		Revisado		Control																										
Dante Cornejo		Guillermo Viza / Jorge Malaga		Jorge Hinostraza		Abraham Curo																										
30 de Abril 2013		14 de setiembre, 2010		4 de octubre, 2010		5 de octubre, 2010																										
						Aprobado Henry Rondon																										
						5 de octubre, 2010																										

Fuente: Sistema de gestión de mantenimiento Procesos de MYSRL

3.1.3 Check List de Equipos: Formato empleado para monitorear en campo

los parámetros de operación de equipos como motores y bombas, en este

formato se registran valores como la temperatura de operación, la vibración, presión, consumo de corriente, nivel de tensión, etc.

En la Figura 3.1.3 se puede apreciar un formato de Check List utilizados para la inspección de equipos de planta en donde se puede anotar el estatus de variables de operación de los equipos.

Figura 3.1.3: Formato de Check List de equipos de planta

CHECK LIST DE EQUIPOS DE PLANTA														
ITEM	PLANTA	UBICACION	TIPO	TAG	COOQUAL	FUNCIONAL LOCATION	CARACTERISTICAS BOMBA	CARACTERISTICAS MOTOR	ACTIVADO X	COMENTARIO REAL	TENSION REAL	CONTINUIDAD	OBSERVACIONES	CHECK LIST 08-04-15
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														

Fuente: Sistema de gestión de mantenimiento procesos de Minera Yanacocha

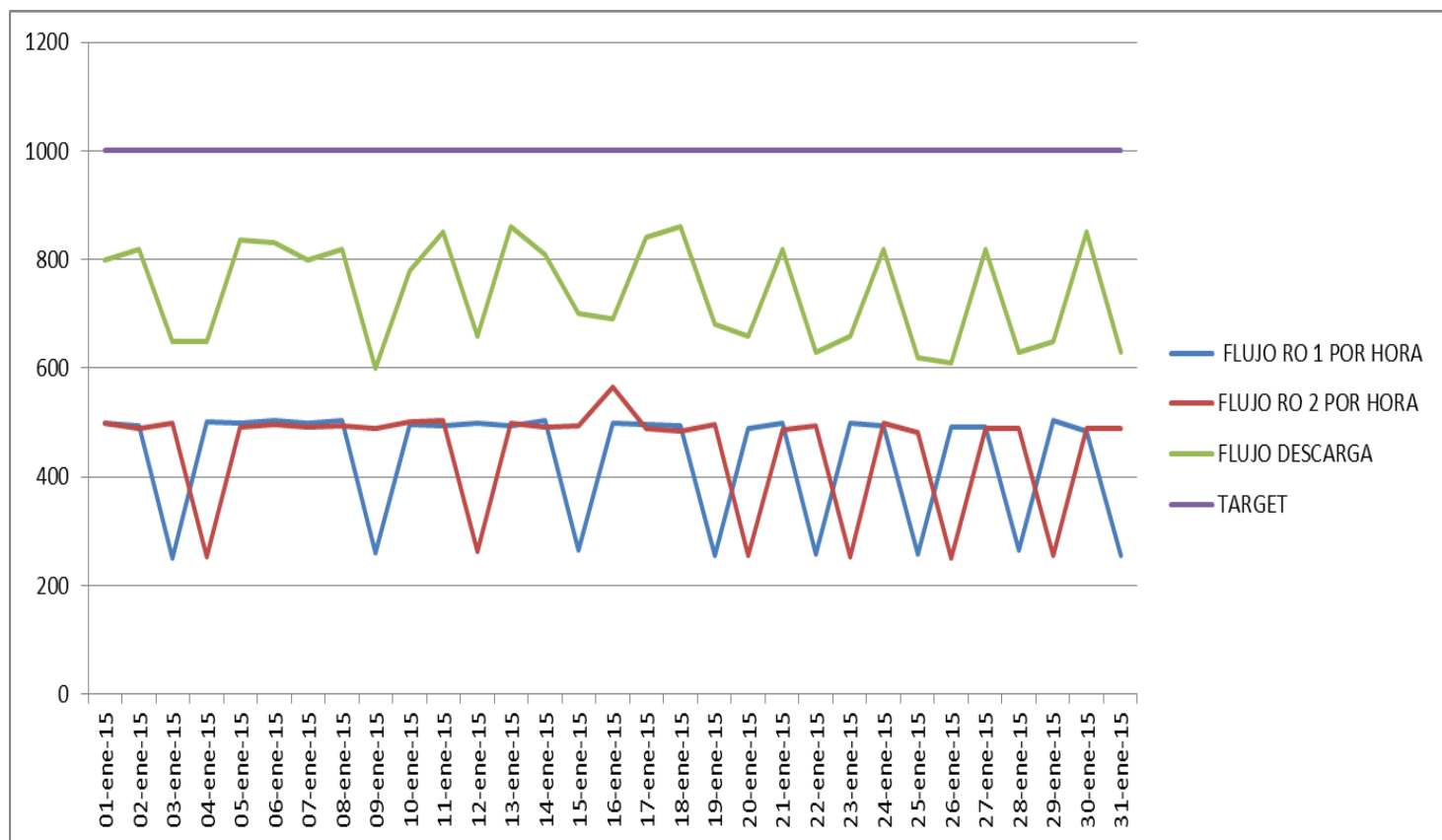
3.2 Análisis de tabla de datos

Cuadro 3.2: tabla de flujos de las unidades de RO durante el mes de Enero 2015

MES	FLUJO RO 1 POR HORA	FLUJO RO 2 POR HORA	FLUJO DESCARGA	TARGET
01-ene-15	500	500	800	1000
02-ene-15	495	488	820	1000
03-ene-15	250	499	650	1000
04-ene-15	501	252	650	1000
05-ene-15	500	492	835	1000
06-ene-15	503	496	830	1000
07-ene-15	499	492	800	1000
08-ene-15	505	493	820	1000
09-ene-15	260	488	600	1000
10-ene-15	496	501	780	1000
11-ene-15	495	503	850	1000
12-ene-15	499	262	660	1000
13-ene-15	493	498	860	1000
14-ene-15	503	492	810	1000
15-ene-15	265	493	700	1000
16-ene-15	499	566	690	1000
17-ene-15	496	488	840	1000
18-ene-15	493	485	860	1000
19-ene-15	255	496	680	1000
20-ene-15	489	256	660	1000
21-ene-15	498	487	820	1000
22-ene-15	259	493	630	1000
23-ene-15	499	254	660	1000
24-ene-15	493	499	820	1000
25-ene-15	259	482	620	1000
26-ene-15	491	251	610	1000
27-ene-15	491	489	820	1000
28-ene-15	265	488	630	1000
29-ene-15	505	256	650	1000
30-ene-15	485	488	850	1000
31-ene-15	255	489	630	1000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2: grafico de análisis de flujos de plantas de RO del mes de Enero 2015



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.2 se puede apreciar picos negativos o se puede interpretar como caídas abruptas de flujo, estos picos descendentes se dan cuando por temas operativos como la sobre presión, se tienen que invertir algunas horas en lavado de las unidades. Estos lavados tomas en promedio 4 horas por unidad.

3.2.1 Análisis del diseño actual de las plantas de Osmosis:

Las plantas de Osmosis Inversa de Pampa Larga reciben la solución pobre o barren de la planta de Merrill Crowe, esta agua es considerar de excesos, es decir se debe de tratar y evacuar al medio ambiente, en total se cuenta con dos plantas de Osmosis y cada una con dos unidades y cada unidad tiene una capacidad de tratamiento de 350 metros cúbicos y como producto final es la

descarga de 250 metros cúbicos por hora el agua tratada de buena calidad y el restante es llamado solución concentrada que es descargada en los PADs. Durante el proceso se controlan parámetros como PH, conductividad, turbidez, etc. Esto es controlado de principio a fin del proceso, además de la destrucción del cianuro como proceso final, antes de la descarga al medio ambiente.

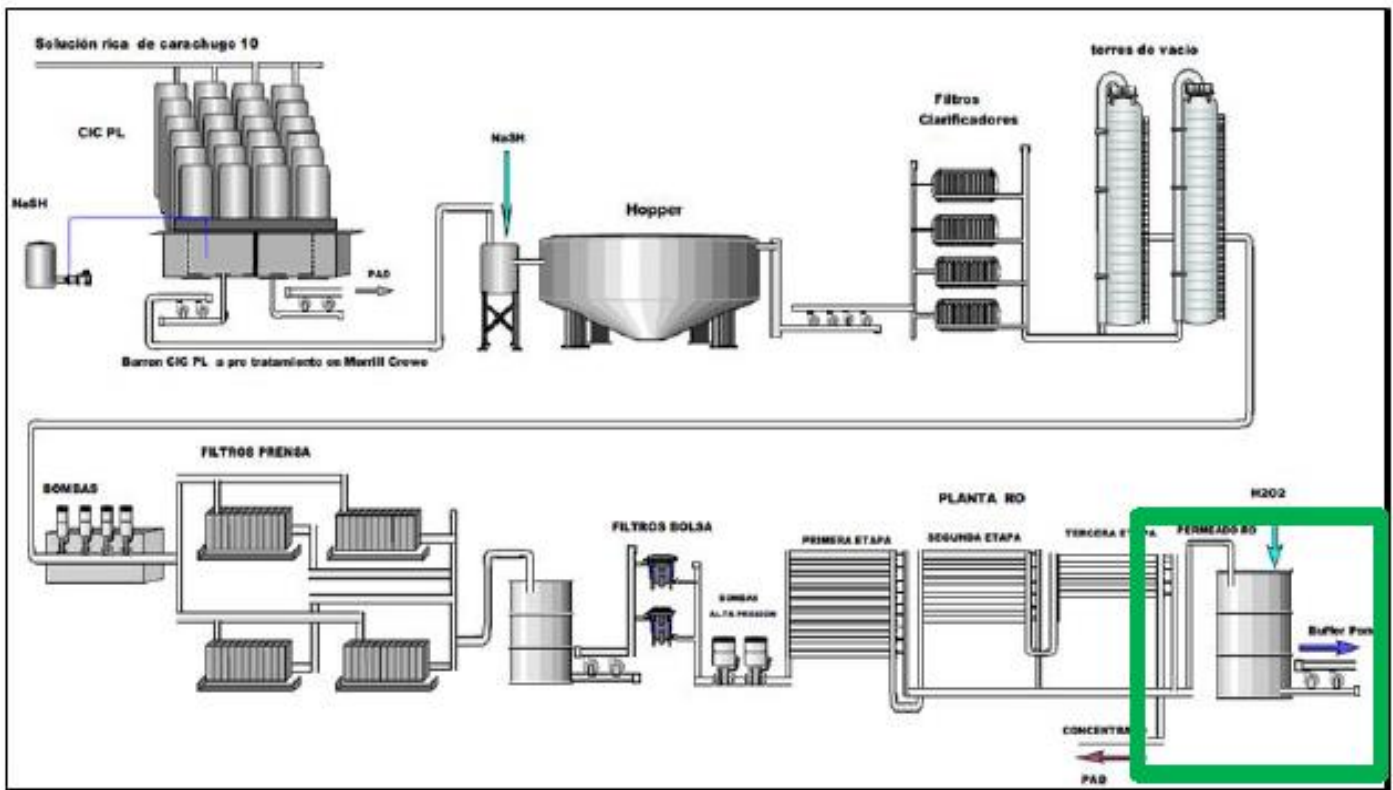


Figura 3.2.1: Diagrama esquemático del proceso de Osmosis Inversa y su sistema de alimentación y descarga

Fuente: manual de operación de plantas de Osmosis Inversa de Minera Yanacocha, 2012

En la figura 3.2.1 se puede observar en el recuadro de color verde la estación de Re bombeo en el diseño original de la planta de Osmosis Inversa, la cual por temas de mal diseño de ingeniería no se puso en funcionamiento junto con las plantas de osmosis inversa y se tomó otro grupo de bombas y tuberías.

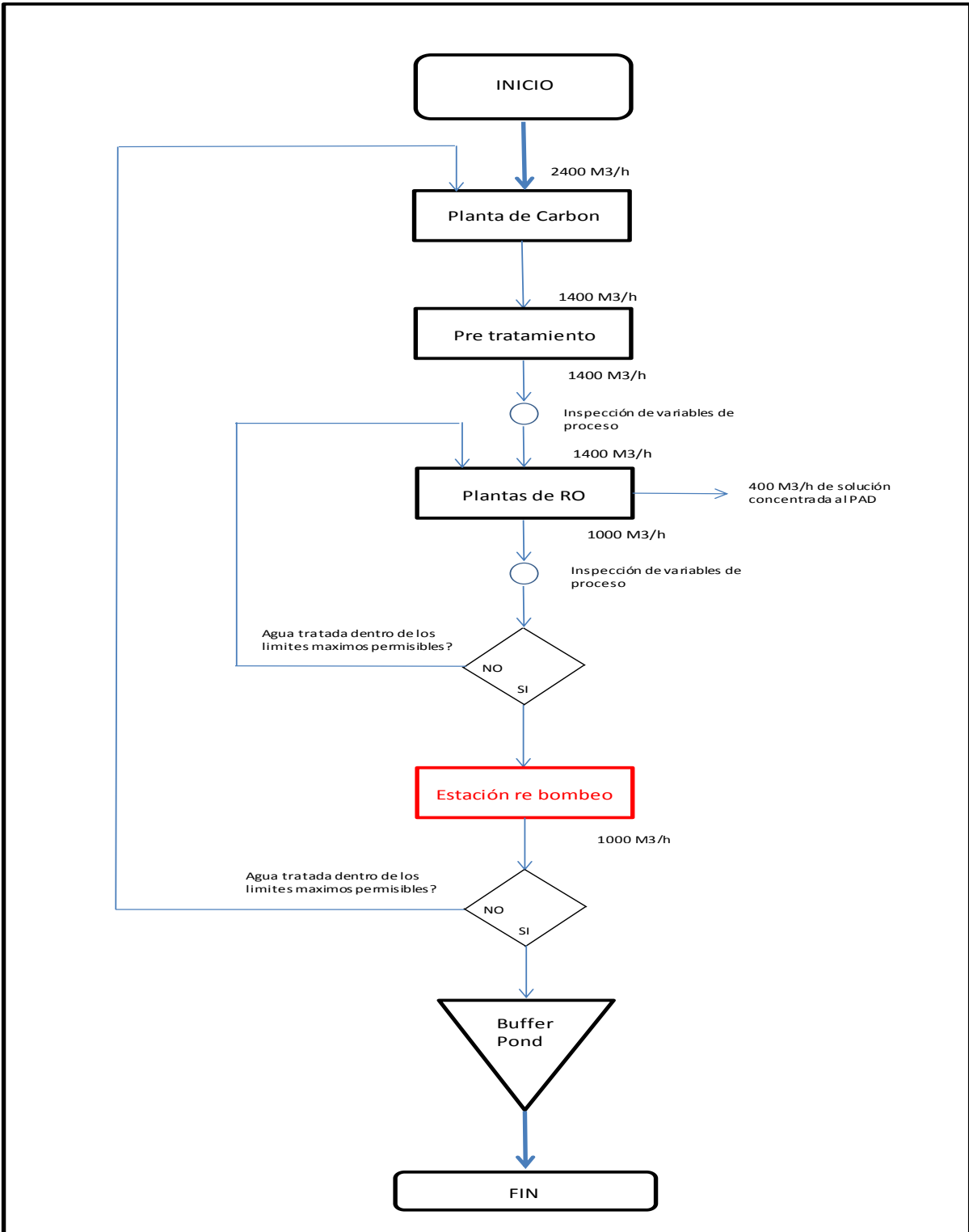


Figura 3.2.2: Diagrama de flujo de la alimentación a las plantas de Osmosis y destino del agua tratada.

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Prueba de hipótesis

3.3.1 Calculo de la potencia de motores eléctricos:

Para poder tener un sistema eficiente y no tener restricciones por sistemas sub dimensionados se realiza el cálculo de la potencia necesaria para poder mover cada bomba con el flujo deseado a la altura necesitada, en total se utilizaran tres bombas cada una con su motor trifásico los que tienen una tensión de 440 Vac que es el nivel de tensión estándar en baja para motores trifásicos.

Varios valores requeridos se lograron obtener de las curvas del fabricante de las bombas.

Para el cálculo de la potencia del motor de la bomba se empleara la siguiente formula:

$$P_{\text{teórica}} = H_B \times \rho \times g \times Q$$

En donde:

H_B : Altura dinámica: que es el punto más alto que la bomba debe de vencer para enviar el flujo deseado.

ρ : Densidad del agua que se considera 1000 Kg/M³

g : Coeficiente de gravedad que es 9.81 m/Seg²

Q : Caudal de la bomba obtenido según curva la bomba que lo da el fabricante, para esto es importante conocer el diámetro el impulsor.

Entonces tenemos que:

$$P_{\text{teórica}}: 150.5 \times 1000 \times 9.81 \times 0.065:$$

$$P_{\text{teórica}}: 95966.325 \text{ Watts}$$

El estándar de motores requiere que se conviertan los Watts a HP, entonces:

$$P_{\text{teórica}}: 95966.325 / 746 \text{ W}:$$

$$P_{\text{teórica}}: 128.26 \text{ HP}$$

Según manual del fabricante de la bomba, por la altura de trabajo (3800 MSNM), la eficiencia real de la bomba y por ende del motor es de solo del

61%, entonces:

HP: $128.26/0.61$: 210.8 HP

En el mercado no existen motores con esa potencia, se cuentan con motores de:

150 HP

175 HP

200 HP

250 HP

Por encima de 200 HP las potencias se incrementan de 50 en 50 HP

Por lo tanto teniendo una potencia teórica de 210.8 HP, la potencia del motor a seleccionar debe de ser el inmediato superior que es:

HP del Motor: 250 HP

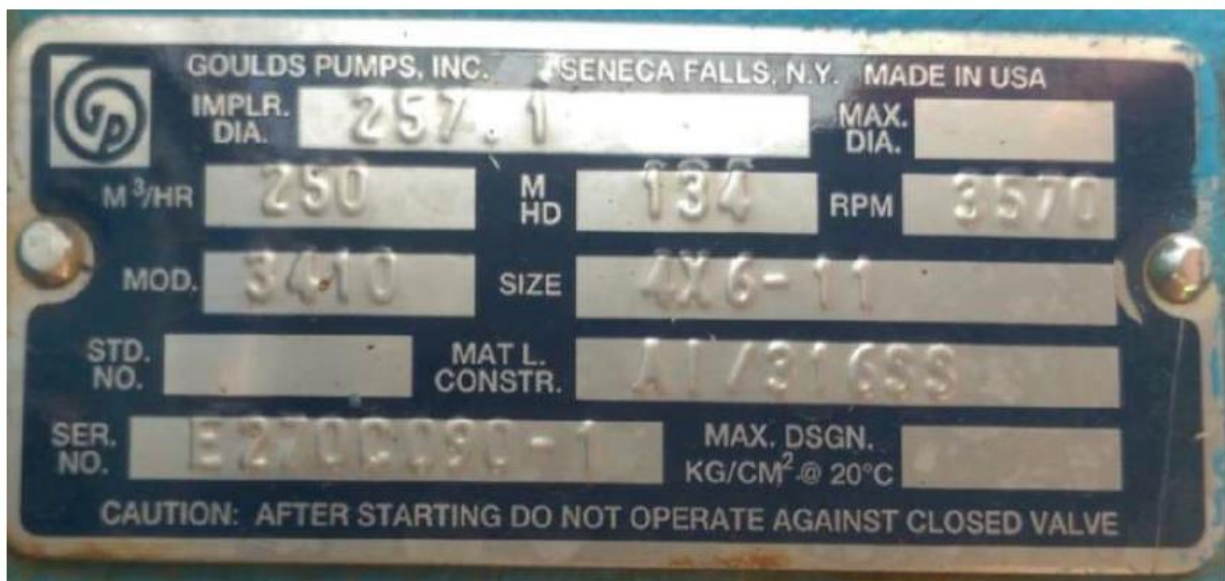


Figura 3.3.1: placa de bomba Goulds utilizada en la estación de re bombeo de Pampa Larga.

Fuente: manual de Bombas Gould Pumps

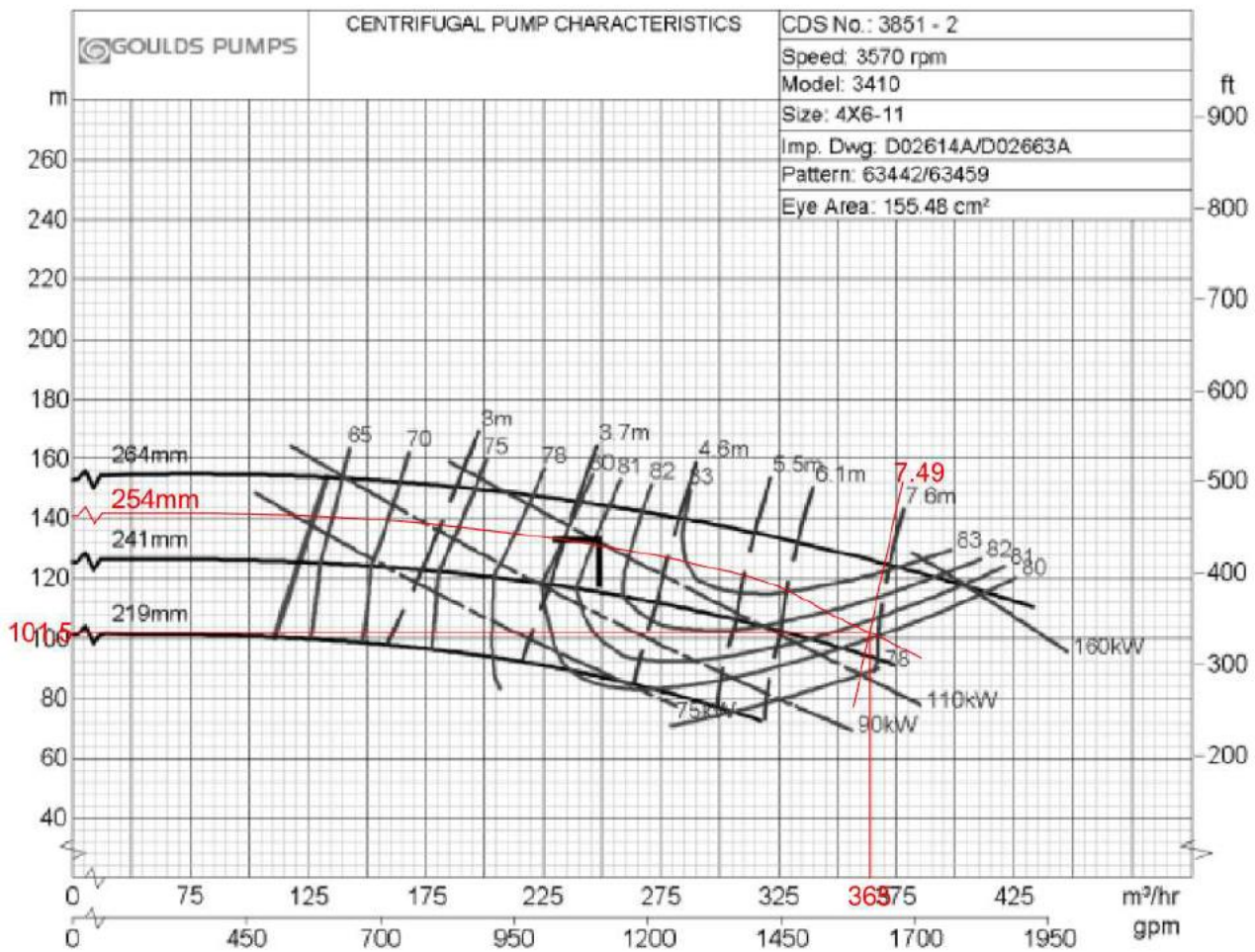


Tabla 3.3.1 grafico de características de la bomba Goulds Pumps

Fuente: manual de Bombas Gould Pumps

En la tabla 3.3.1 conociendo el diámetro del impulsor de la bomba, con el conocimiento del punto más alto a vencer, se pueden lograr determinar los siguientes datos necesarios:

- Flujo que la bomba enviara a la altura de 101.5 metros con el diámetro de impulsor de 254 mm.
- NPSH: que es la altura que debe de tener el tanque o la columna de agua en este para evitar que la bomba Cavite y se tenga un trabajo ineficiente y se dañe la bomba.
- Para el caso de las bombas empleadas en la estación de re bombeo, según el diámetro del impulsor y con el apoyo del representante de la bomba,

se construyó una curva nueva siguiendo los modelos y comportamientos de las curvas de la bomba con diámetros inferiores y superiores.

3.3.2 Determinación de la cantidad de bombas y motores necesarios para satisfacer la demanda:

Con el conocimiento de la potencia del motor necesario para accionar cada bomba y con el valor conocido del flujo que según la curva podrá enviar cada bomba, entonces se requiere del uso de tres bombas y motores trabajando en conjunto para poder enviar los 1000 metros cúbicos por hora máximos que descargan las plantas de tratamiento de aguas cuando trabajan a plena carga.

Cuando se concibió el proyecto original la estación de re bombeo esta solo contaba con dos bombas ya que solo se contaba con una planta de Osmosis Inversa, Luego se construyó la segunda planta den Osmosis Inversa con lo que se llegaba a 1000 metros cúbicos por hora, pero en ese tiempo no se consideró el uso de esta estación. Con la falla de la tubería debajo del PAD, la puesta en operación de la estación de re bombeo se volvió en un tema crítico.

Entonces al contar con solo dos bombas instaladas, se tuvo que conseguir otra bomba y motor de las mismas características a las existentes para mantener la misma eficiencia según las curvas de la bomba. Esto se consiguió en la misma planta de Pampa Larga, con lo que se pudo ahorrar mucho dinero. Adicional a la instalación del tercer conjunto motor bomba se instalaron tuberías de succión y descarga para esta tercera bomba.

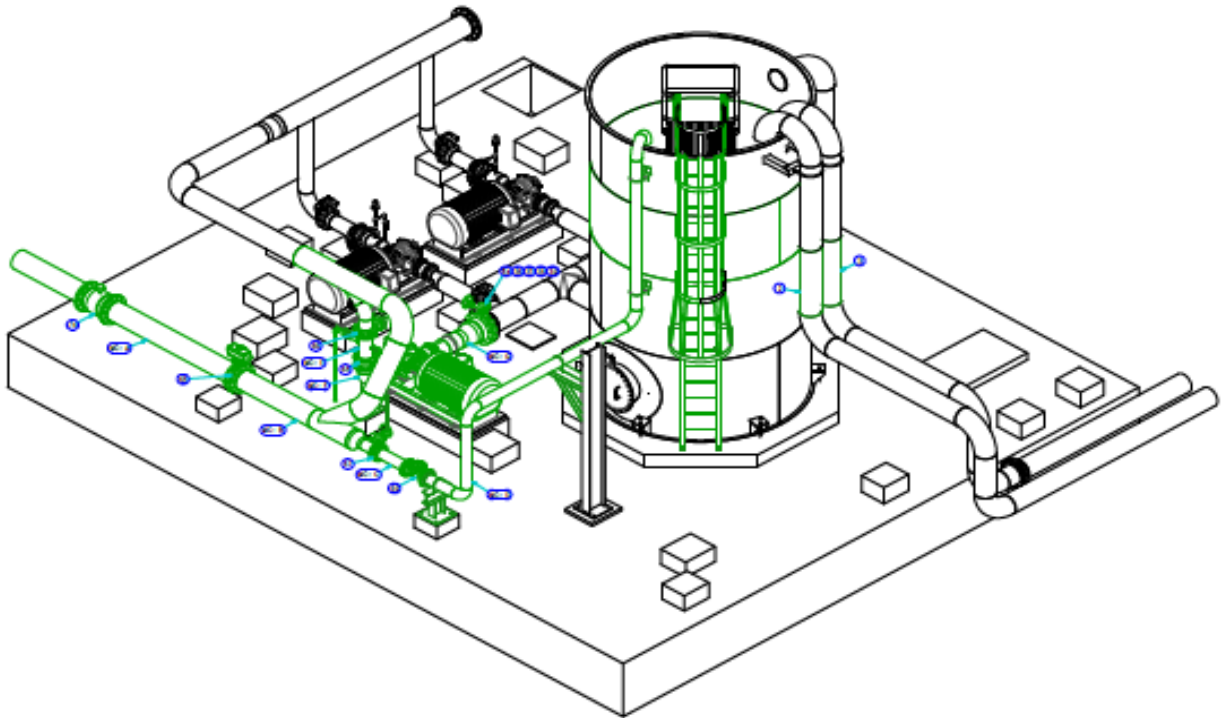


Figura 3.3.2 Esquema de la distribución de la estación de re bombeo de Pampa Larga

Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha

En la figura 3.3.2 se puede apreciar en color verde las nuevas instalaciones tanto de bomba, motor, tuberías y escalera, necesarias para poder cumplir con las demandas de ingeniería y flujo de envío al Buffer Pond que es de 1000 M³/h.

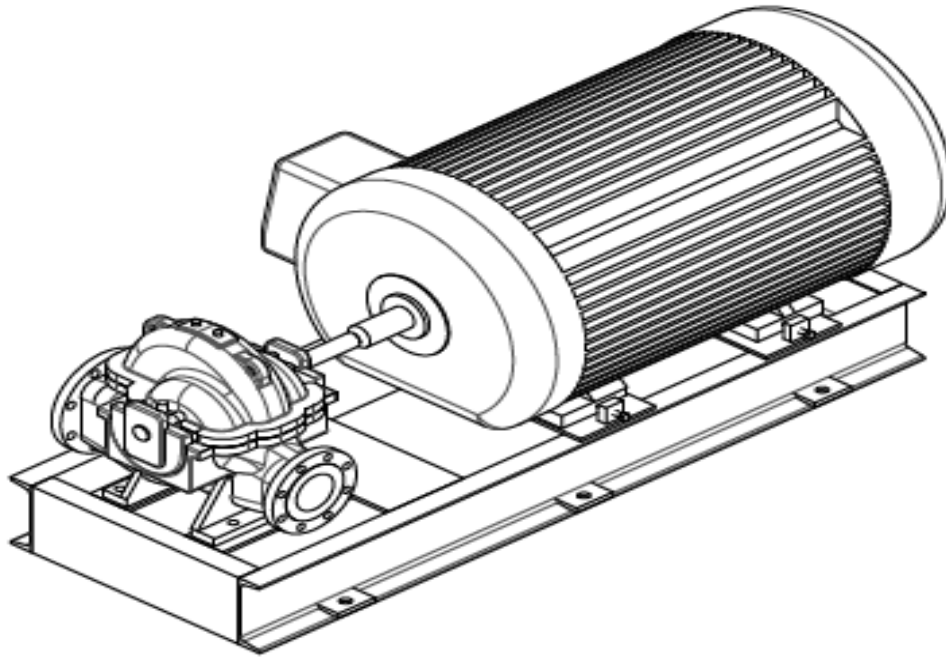


Figura 3.3.3 Esquema del conjunto motor-bomba, en total son tres bombas en la estación de re bombeo

Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha

3.3.3 Determinación de la altura del tanque pulmón:

De igual manera la curva del fabricante de la bomba determina una altura necesaria para que las bombas trabajen de forma eficiente, entonces de la tabla 3.3.1 tenemos que la altura necesaria del tanque (NPSH) debe de ser 7.0 metros, esta altura es igual para las tres bombas del sistema de re bombeo, el trabajo es mantener un nivel de tanque del 85% como mínimo para evitar la cavitación.

El tanque pulmón al inicio del proyecto medía 5 metros de altura, lo que no era suficiente para mantener un trabajo eficiente de las bombas Goulds, por lo que parte del proyecto consistió en incrementar la altura del tanque hasta 7.0 metros. Para poder lograr esto se adiciono un anillo metálico mas al tanque para incrementar su altura.

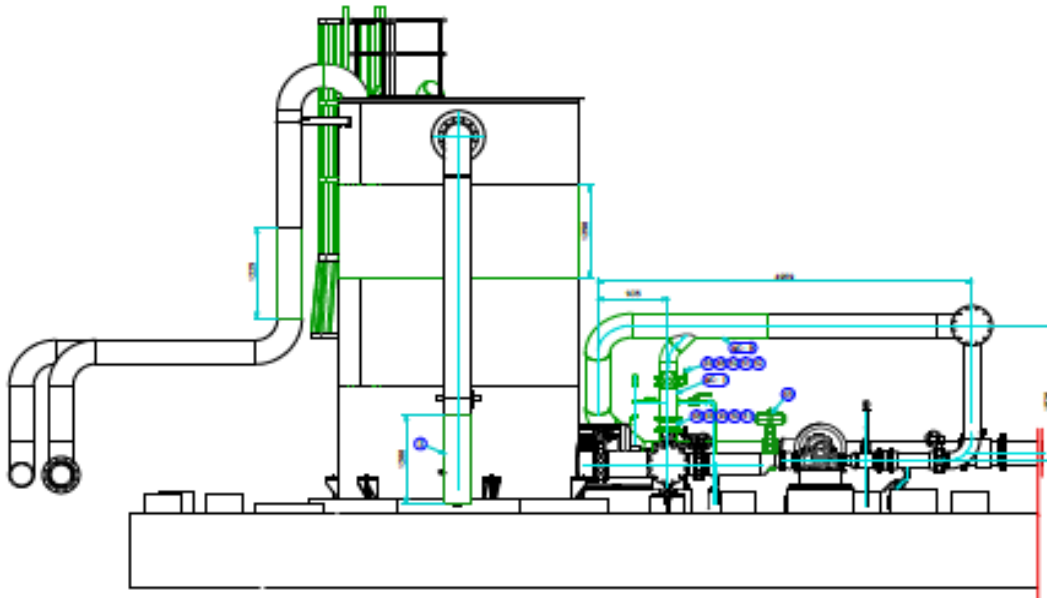


Figura 3.3.3: perfil del tanque pulmón al cual se le aumento un anillo adicional
Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha

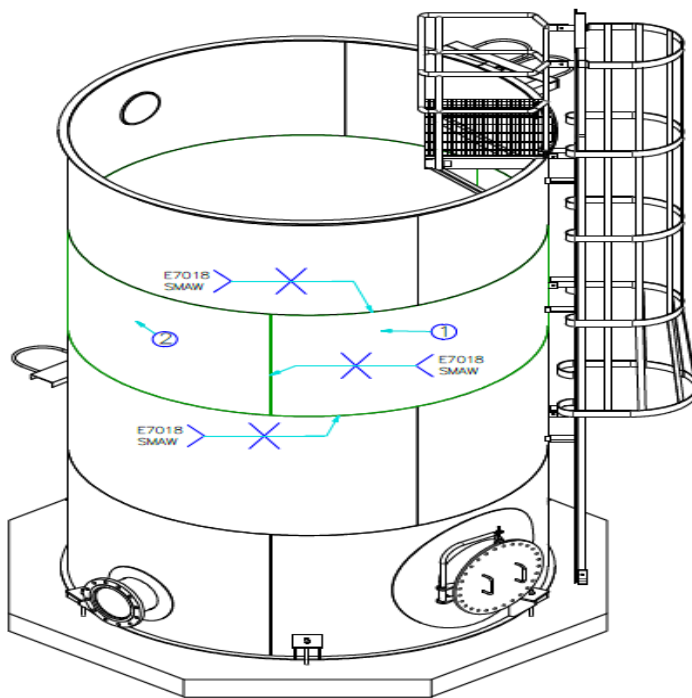


Figura 3.3.4 Esquema de tanque pulmón con detalle de anillo adicional
Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha



Figura 3.3.5 Tanque pulmón antes del aumento de anillo metálico
Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha



Figura 3.3.6 Instalación de un anillo metálico adicional en tanque pulmón.
Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha



Figura 3.3.7 Tanque Pulmón terminado con mayor capacidad

Fuente: Informe de cálculo de estación de re bombeo de Minera Yanacocha

3.3.4 Análisis Financiero:

3.3.4.1 costos por tratamiento de aguas de excesos antes de la implementación de la estación de re bombeo:

Los costos incurridos por volver a tratar nuevamente el agua que retornaba al proceso producto de la perdida por la tubería fisurada provocaban que se tengan gastos mayores a lo presupuestado ya que no se puede descargar agua que no cumple con los límites máximos y al retornar esta agua al sistema no se podía evitar este gasto adicional.

CUADRO DE GASTOS DIRECTOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA DE PAMPA LARGA ANUAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	Costo unitario en US\$	FLUJO DE TRATAMIENTO PRESUPUESTADO EN M3	FLUJO DE RE TRATAMIENTO EN M3	COSTO POR MES X 1000	COSTO ANUAL X 1000
1	Gasto por consumo de reactivos	0.1	1	0.2	86.4	1036.80
2	mantenimiento de equipos	0.3			7.50	90.00
3	Consumo de energía en Kw/h	0.065			26.1846	314.2152
TOTAL					120.08	1441.0152

Cuadro 3.3.4.1: Tabla donde se muestra los gastos directos por reprocesos

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3.3.4.1 se muestra cuáles son los gastos adicionales al presupuesto a los que se tenía que incurrir para poder tratar nuevamente el agua que retorna al sistema, es decir 200 M3 por hora.

El flujo de tratamiento presupuestado es de 1000 M3 por hora en promedio para poder tener un balance metalúrgico aceptable, además de poder cumplir con los planes de mantenimiento de los equipos de las plantas de Osmosis.

3.3.4.2 Costos estimados para poner en operación la estación de re bombeo de Pampa Larga:

Los trabajos necesarios para poder poner en operación la estación de re bombeo, se determinaron según las necesidades de flujo que tienen que descargar al medio ambiente.

En el tema técnico las necesidades de implementación se dieron por la capacidad de los equipos y sobre todo por las cotizaciones de las empresas contratistas según la especialidad en la que se incluyen mano de obra, materiales, facilidades, utilidad, etc.

Los trabajos que se realizaron para poder poner en operación la estación de re bombeo fueron:

- Instalación de un anillo adicional de 1.5 metros al tanque existente.
- Fabricación de base de concreto para instalación de tercera bomba y motor.
- Instalación de tuberías de succión y descarga de 10" para la tercera bomba.

- Instalación de válvula de control proporcional de 10" a la descarga de las bombas.
- Instalación de flujometro magnético a la descarga de las bombas.
- Instalación de sensor de nivel en tanque pulmón.
- Lógica de control para monitoreo remoto.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN \$	MONTO EN \$
	METAL MECANICA				
1	Plancha ASTM A 36 - 1500 x 6000 x 1/4"	UND	2	288.00	576.00
2	Tubería 12" SCH 40	UND	9	697.00	6,273.00
3	Valvula 6" tipo mariposa	UND	6	2,000.00	12,000.00
4	Flujometro magnetico	UND	1	8,000.00	8,000.00
5	Transmisor de nivel ultrasonico	UND	1	4,500.00	4,500.00
6	Valvula proporcional motorizada	UND	1	8,000.00	8,000.00
7	Perno con cabeza exagonal 1 - 1/2" X 2 1/2"	UND	150	0.16	24.00
8	Codo RL, SCH40, ASTM A234 GR. WPB - 14"X90°	UND	9	125.00	1,125.00
9	Brida Slip-on ASTM A105 CLASE 150 / 12"	UND	7	85.00	595.00
10	Abrazadera Tipo Ubolt 12"	UND	9	15.00	135.00
			SUB TOTAL	23,710.16	\$41,228.00
	CIVIL				
11	Varilla Corrugada- 5/8" x 12 mts	UND	8	12.00	96
12	Varilla Corrugada - 3/8" x 12mts	UND	4	4.50	18
13	Alambre de Amarre	MTS	5	1.62	8.1
14	Cemento	BLS	10	7.50	75
15	Pintura	GLS	4	220.00	880
			SUB TOTAL	245.62	\$1,077.10
	MANO DE OBRA CONTRATISTA				
16	Supervisor Mecanico (1)	H/H	100	15.00	1,500.00
17	Supervisor civil (1)	H/H	40	13.00	520.00
18	Supervisor Electricista (1)	H/H	100	15.00	1,500.00
19	Soldador 6 G (4)	H/H	1000	12.00	12,000.00
20	Mecanicos (10)	H/H	2500	9.00	22,500.00
21	Electricistas (6)	H/H	600	8.50	5,100.00
22	Cadista (1)	H/H	50	20.00	1,000.00
23	Albañil (3)	H/H	120	7.00	840.00
			SUB TOTAL	4510	\$44,960.00
			GASTOS GENERALES 8% DEL MONTO TOTAL		\$6,981.21
			UTILIDAD 10% DEL MONTO TOTAL		\$8,726.51
			GRAN TOTAL		\$102,972.82

Cuadro 3.3.4.2: Resumen de gastos por contratación de empresas contratistas
Fuente: Elaboración propia

3.3.4.3 Recursos de mano de obra directa y recursos materiales

a) Recursos Humanos

- 5 mecánicos de MYSRL.
- 3 electricistas de MYSRL.
- 3 supervisores de MYSRL.
- 2 profesionales de control de procesos.
- 4 mecánicos soldadores 6G de empresa especializada
- 10 técnicos mecánicos
- 6 electricistas de empresa especializada.
- 3 albañiles
- 1 ingeniero de confiabilidad.
- 1 cadista

b) Recursos Materiales:

- 20 M2 de Planchas rolada de acero al carbono de ¼"
- 30 metros Tuberías de 12" SCH 40
- 6 Válvulas de 10" ANSI 150
- 3 motores de 200 HP jaula de ardilla.
- 3 bombas centrifugas de la marca Goulds.
- 1 Flujometro Magnético de 12"
- 1 Transmisor de Nivel ultrasónico.
- 1 Válvula proporcional motorizada de 12"

3.3.4.4 Calculo del VAN y TIR

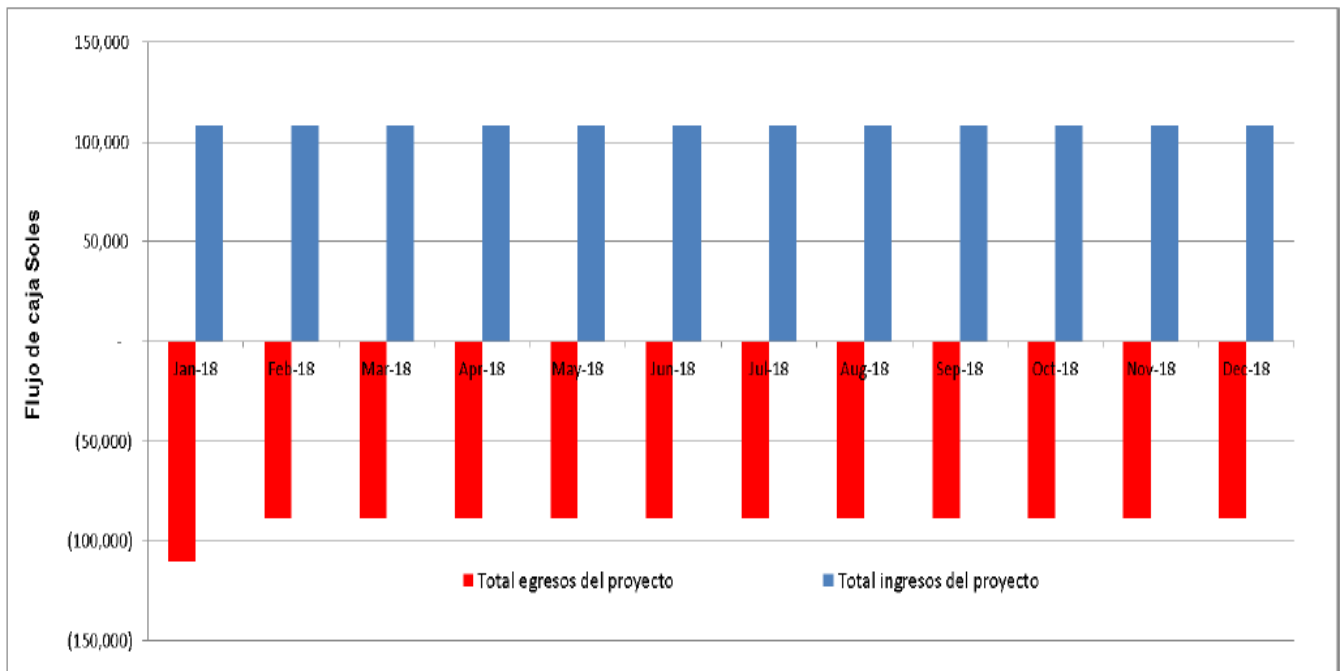
Formula:

$$VAN = -A + \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+k)^n}$$

Se consideró una tasa de descuento del 12% valor establecido para los proyectos en MYSRL

VAN: -102872+ 24285+21760+19428+17324+15454+13807= **US\$ 9,187.95**

El **TIR** es de 14%



Cuadro 3.3.4.4 Flujo de caja del proyecto de la estación de re bombeo

Fuente: Elaboración propia

3.4 Discusión de resultados:

Después de dejar operativo y realizar las pruebas de funcionamiento en conjunto con el área de operaciones se lograron los siguientes resultados:

3.4.1 Ventajas operacionales:

Envió de 1000 metros cúbicos por hora de agua tratada hacia el Buffer Pond con las tres bombas a través de la estación de re bombeo con una presión en la línea de 150 PSI, un consumo de corriente en los motores de 200 Amperios en promedio (la corriente nominal de placa de los motores es de 240 amperios), además se logra tener un control de nivel de tanque del 85% mediante la válvula proporcional.

Luego de 7 días de operación se confirmó que no se tenían pérdidas de agua tratada ya que la nueva ruta fue inspeccionada y el flujo de salida de las unidades de Osmosis Inversa (1000 M3/h) era el mismo que llegaba al Buffer Pond.

Se confirmó el gasto normal presupuestado por consumo de reactivos para el tratamiento de agua de excesos y la disminución del volumen acumulado en las pozas de operaciones y menores eventos producto del no retorno de parte de este agua al sistema.

CUADRO DE GASTOS DIRECTOS DEL TRATAMIENTO DE AGUA DE PAMPA LARGA ANUAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	Costo unitario en US\$	FLUJO DE TRATAMIENTO PRESUPUESTADO EN M3	FLUJO DE RE TRATAMIENTO EN M3	COSTO POR MES X 1000	COSTO ANUAL X 1000
1	Gasto por consumo de reactivos	0.1	1	0	72	864.00
2	mantenimiento de equipos	0.3			7.00	84.00
3	Consumo de energía en Kw/h	0.065			20.07486	240.89832
TOTAL					99.07	1188.89832

Cuadro 3.4.1: Gastos directos por el tratamiento de los 1000 M3/h según lo presupuestado

Fuente: Elaboración propia

Comparando el cuadro 3.3.4.1 con el cuadro 3.4.1 se puede apreciar que se tienen ahorros por tratamiento de agua sin reprocesos, por mantenimiento de equipos por la ampliación de los periodos de mantenimiento y en consumo de energía por el uso de una bomba menos para mover el mismo flujo.

3.4.2 Ventajas en la Gestion de Mantenimiento:

Con el uso de la estación de re bombeo se logró dejar de utilizar el sistema antiguo que contaba con 4 bombas y se utilizó la estación de re bombeo que consta de 3 bombas y el sistema antiguo se dejó deshabilitado.

Al tener un sistema con menor presión hace que los planes de mantenimiento de las bombas de la estación de re bombeo se incrementen, es decir se ejecuten en periodos más largos de tiempo.

Se logró tener un consumo menor de energía al tener un motor menos y al tener un envío de flujo por una ruta más baja la demanda de energía es menor y al tener un sistema con control de descarga por válvula el sistema entrega lo que la operación requiere de forma controlada en el tiempo.

Al no tener retornos al sistema se pueden hacer mejores planes de mantenimiento con paradas programadas para intervenir y mantener los activos de la empresa.

CONCLUSIONES

- Luego de la puesta en operación de la estación de re bombeo, se pudo determinar que con las tres bombas instaladas se logró enviar un promedio de 950 M3/h con lo cual se podía satisfacer la demandad de nuestros clientes.
- Se determinó que las bombas que alimentan a la estación de re bombeo eran insuficientes ya que no estaban diseñados para envió de solución a más de 20 metros de altura.
- Según los cálculos se tuvo que instalar motores de 250 HP par4a poder operar las bombas de envío al Buffer Pond.
- Con la puesta en operación de la estación de re bombeo de Pampa larga se puede enviar el agua tratada de planta Pampa Larga mediante un sistema confiable y fácil de monitorear en tiempo real.
- Se logró controlar los volúmenes anuales de solución en las pozas ya que no se tenían limitaciones para descargar el agua tratada de excesos.
- Con la puesta en operación de la estación de re bombeo de Pampa Larga se logró obtener un ahorro promedio anual de US\$ 252120,00

RECOMENDACIONES:

- Evaluar los requerimientos de los clientes desde el inicio de los proyectos y poder determinar si estamos alineados con la demanda para poder cumplir con los requerimientos de nuestros clientes a corto mediano y largo plazo.
- Desarrollar planes de mantenimiento respetando tiempos aceptables de ejecución para preservar y lograr llegar o superar la vida útil de los activos.
- Los sistemas que se diseñan deben de ser pensados para que operen a largo plazo y pensar en posibles ampliaciones para evitar modificaciones obligadas.
- Cuando se desarrolle un proyecto de implementación de plantas se debe de pensar siempre en la mantenibilidad de los equipos y no solo en la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

John, D. Campbell y James, V. Reyes- Picknell., 2006. Uptime, Strategies for Excellence in Maintenance Management. New York, USA.

John, Moubrray., 2004 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad II. Edición en español. 6 Deerfield Rd, Asheville, North Carolina, 28803, USA.

V. Narayan. 2005 Effective Maintenance Management, New York, USA.

Sampieri Hernandez, Roberto, Collado Fernandez, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 6ta edición, 2014. Metodología de la investigación, McGraw-Hill Interamericana. México D.F.

Antony Muñoz Ospino, 2016, optimización del sistema de bombeo y manejo de las aguas Residuales producto de la explotación minera en la mina de Carbón san Fernando, Amaga-Antioquia, Tesis para obtener el grado de Ingeniero de minas, Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia.

Fabián Eugenio Peña Devia, Oscar Javier Pobeda Ramirez, 2015, Diseño e implementación de un sistema de control de caudal e interfaz gráfica de usuario en planta didáctica del laboratorio de mecánica de la facultad tecnológica, Tesis en ingeniería y control, Universidad distrital “Francisco Jose de Caldas”, Bogotá, Colombia

Jheysson Miguel Tuesta Yliquin, 2014, Plan de mantenimiento para la mejora de disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional del Callao, Provincia constitucional del Callao, Peru.

Yover Michel Rodriguez Ayala, 2014, Mejoramiento del sistema para evacuación eficiente de aguas subterráneas en VOLCAN Compañía Minera S.A.A. – Unidad San Cristóbal, Tesis para obtener el título de ingeniero

mecánico, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru.

Celestino Barreto Inca, 2017, Optimización del sistema de bombeo construcción y drenaje- unida minera Antapaccay, tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Peru.

Jorge Luis Franco Sullca, 2015, optimización del sistema de bombeo de Agua subterránea, para satisfacer su Demanda volumétrica, en volcán Compañía minera s.a.a.-unidad chungar, tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru.

<https://bsgrupo.com/area/mantenimiento/Gestion%20del%20Mantenimiento>.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>.

www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf.

https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centrífuga

www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf

Luis MI Garcia, 2012

Sistema de gestión de mantenimiento de procesos de minera Yanacocha SRL, 2012

Manual de operación de plantas de Osmosis Inversa de Minera Yanacocha SRL, 2012

ANEXOS

**ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	FORMULACION DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	INDICADORES
En planta de procesos de Pampa Larga se tiene problemas por el retratamiento de agua tratada por la fuga de esta por una tubería rota y que no es accesible para su reparación, esto origina pérdida de reactivos e incremento de costos en esta unidad además de un posible daño en el terreno si no se toman las medidas correctivas necesarias al problema.	¿Cómo se corrige la fuga de agua tratada por la línea rota en una zona de difícil acceso?	¿Cómo influye la instalación de bombas centrífugas para bombear el agua tratada por otra ruta?	OBJETIVO GENERAL Determinar una solución definitiva para dejar de usar la tubería de acero al carbono de 10" que fallo de manera prematura y que originaba problemas de operación e incremento de costos.	HIPOTESIS GENERAL El sistema de Re bombeo garantizará el envío de agua tratada de buena calidad hacia la poza de buffer Pond de forma confiable, segura y rentable durante el resto de la vida útil de las plantas de Osmosis Inversa de la planta de Procesos de Pampa Larga.	VARIABLE INDEPENDIENTE Flujo de descarga de agua tratada	Bombeo de 1000 M3/H de agua tratada	Monitoreo de condiciones	Agua a la cual se le han quitado los metales pesados producto del proceso de lixiviación por cianuro.
		¿Cuál es el beneficio económico de la propuesta de instalación de bombas centrífugas por una ruta más accesible? ¿Cómo influye la Falla de la tubería de 10" en el proceso de tratamiento de aguas de las plantas de tratamiento de aguas de la planta de Pampa Larga?	OBJETIVOS ESPECIFICOS -Analizar el proceso actual de envío de solución tratada hacia el medio ambiente -Especificar los indicadores de medición de antes y después de la propuesta de mejora. -Determinar la pérdida económica que genera el tener que tratar parte del agua que ya se debió descargar al medio ambiente.	HIPOTESIS ESPECIFICAS HIPOTESIS: H1 La estación de re bombeo influirá de manera positiva a dar mayor confiabilidad al sistema de tratamiento de aguas de excesos. HIPOTESIS: H2 La estación de re bombeo garantizará las pérdidas de solución por fugas por falla de tuberías al ser fáciles de detectar y por trabajar con menores presiones.	VARIABLE DEPENDIENTE Selección de las bombas centrífugas necesarias	Flujo total del sistema. en M3/h Presión de salida del sistema. En PSI. Nivel de tanque pulmón. De 0- 100%	Monitoreo de condiciones	Es un cambio permanente en parte de las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas de Pampa Larga para poder garantizar una mejor operación de un sistema crítico con variables de control bien definidas y monitoreadas en tiempo real.

Fuente: Elaboración propia

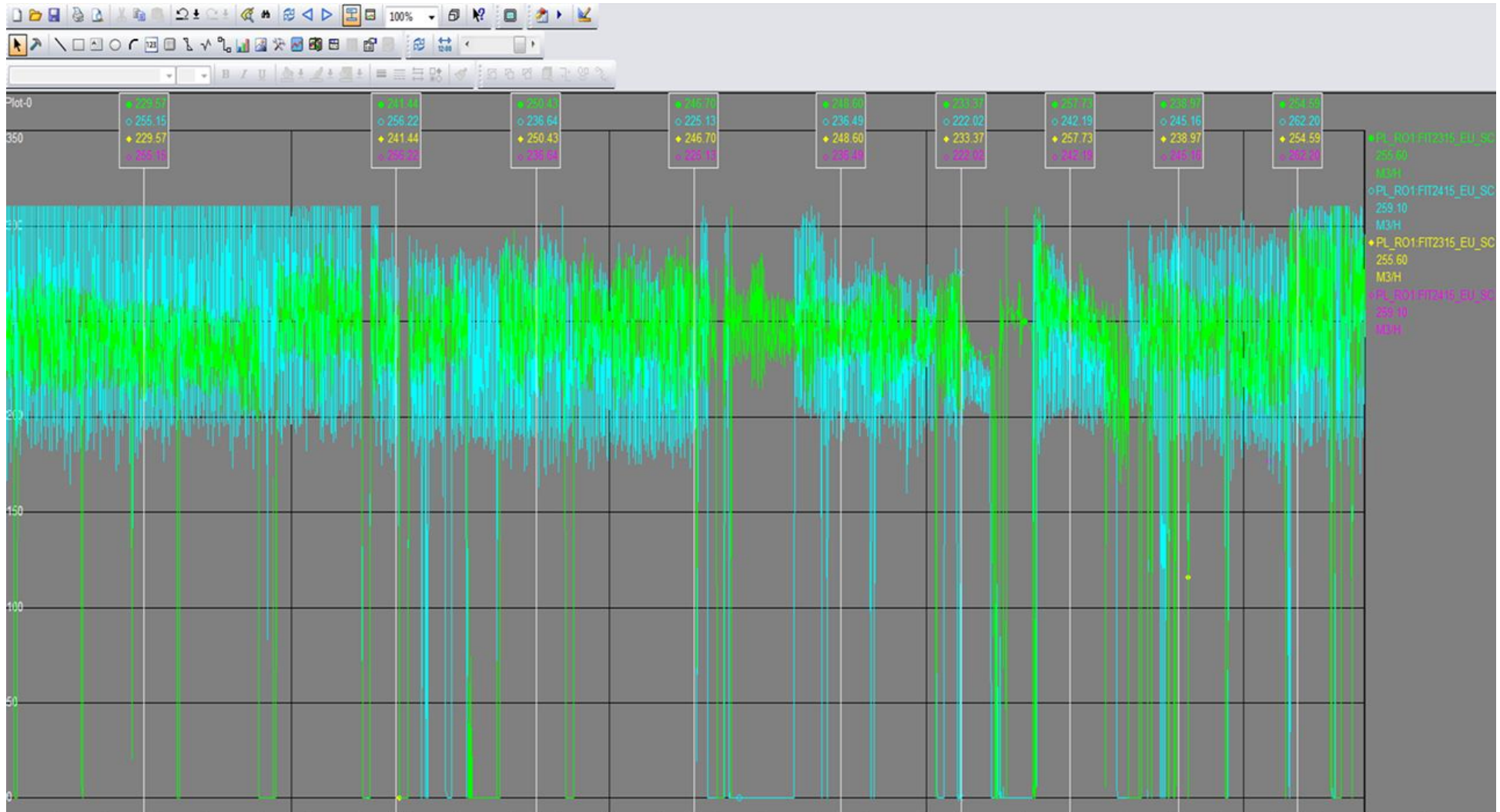
ANEXO N°2
5.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES-

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO (administrativo)	FECHAS	INICIO	FIN	DURACIÓN
1	Diseño de planos de ingeniería y calculos				
2	Solicitud Formal de Trabajo a Contratistas	Abril	04/04/2016	08/04/2016	5 Dias
3	Recepción de propuestas Tecnicas	Mayo	09/05/2016	13/05/2016	5 Dias
4	Evaluación de propuestas tecnicas	Mayo	16/05/2016	18/05/2016	3 Dias
5	Evaluación de propuestas economicas	Mayo	23/05/2016	24/05/2016	2 Dias
6	Generación de orden de servicio a ganador	Mayo	31/05/2016	31/05/2016	1 Dia
7	permisos de trabajo	Junio	13/06/2016	24/06/2016	14 Dias
8	Gestion de fotochecks	Junio	27/06/2016	30/06/2016	4 Dias
	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO METALMECANICO				
9	Movilización de materiales y herramientas	Julio	04/07/2016	08/07/2016	5 Dias
10	Inicio de obras civiles	Julio	11/07/2016	22/07/2016	14 Dias
11	Acondicionamiento de tanque pulmon	Julio	11/07/2016	19/08/2016	39 Dias
12	Fabricación de bases para motores y bombas	Julio	11/07/2016	22/07/2016	14 Dias
13	Soldadura de tuberías y bridas	Agosto	01/08/2016	19/08/2016	19 Dias
14	Montaje de Tanque pulmon	Agosto	22/08/2016	23/08/2016	2 Dias
15	Montaje de motores y bombas	Agosto	24/08/2016	02/09/2016	9 dias
16	Montaje de valvulas manuales	Setiembre	05/09/2016	07/09/2016	3 Dias
17	Instalación de Valvula proporcional de 12"	Setiembre	08/09/2016	08/09/2016	1 Dia
18	Acople de tuberías a sistema existente	Setiembre	12/09/2016	15/09/2016	4 Dias
19	Pruebas con tintes penetrantes	Setiembre	19/09/2016	22/09/2016	4 Dias
	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJOS ELECTRICO E INSTRUMENTACIÓN				
20	Tendido de cables de fuerza para motores	Julio	04/07/2016	15/07/2016	12 Dias
21	Instalación de Arrancadores electricos para motores	Julio	18/07/2016	22/07/2016	5 Dias
22	Tendido de cables de control y señal	Julio	25/07/2016	27/07/2016	3 Dias
23	Instalación de sensor y transmisor de nivel	Agosto	01/08/2016	02/08/2016	2 Dias
24	Conexionado de equipos electricos y de instrumentación	Setiembre	19/09/2016	21/09/2016	3 Dias
	PRUEBAS PARA ENTREGA (Personal de MYSRL)				
25	Alineamiento de equipos	Setiembre	26/09/2016	27/09/2016	2 Dias
26	Arranque de equipos para prueba	Setiembre	28/09/2016	28/09/2016	1 Dia
27	Arranque de equipos con solución	Setiembre	29/09/2016	30/09/2016	2 Dias
28	Entrega formal a operaciones	Setiembre	30/09/2016	30/09/2016	1 Dia

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 3

Flujo de envío de las 4 unidades de Osmosis Inversa por la estación de re bobmeo de Pampa Larga en el mes de Octubre 2016, obtenido del sistema PI



Fuente: Sistema PI de Minera Yanacocha

ANEXO # 4

Formatos de entrega formal de equipos de bombas de estación de re bombeo de planta Pampa Larga.

Información

Ejecutor: Juan Zubizarre
COE. HERAS

Fecha: 13-02-18

N° OT: []
Planta (UP): PLANTA ABOCADO
Equipo: PU:140-1608
Componente: VALVULA CHECK

Reparado: MYSRL
Terceros
Lima
Nuevo:

Contexto Operacional (PI)

	Comienzo Amp	Presión psi	Caudal m3/hr
Real			
Nominal			

Temperatura SI NO

RTD _{rod1} °C	RTD _{rod2} °C	RTD _{cuerp} °C	T _{cuerpo} °C	T _{rod1} °C	T _{rod2} °C	T _{rod3} °C	T _{rod4} °C
< 60	< 85	< 45	< 40				
60 - 80	85 - 105	45 - 65	40 - 50				
80 - 100	105 - 125	65 - 85	50 - 60				
> 100	> 125	> 85	> 60				

Orden y Limpieza / Inspección Visual

- SE DEJO ORDENADO Y LIMPIO EL AREA DE TRABAJO
- LA VALVULA CHECK SE ENCONTRO EN MAL ESTADO

Puntos a Tercero?

Análisis Vibracional SI NO

V mm/seg	H mm/seg	A mm/seg	Env g/s

Lubricación SI NO

Grasa

Marca: []
Tipo: []
Cant(gr): []

Aceite

Marca: []
Tipo: []
Cant(lit): []

Uso de estetoscopio
SI NO

Alineamiento SI NO

	Velocidad (rpm)	Paralelo (mm/100)	Angular (mm/100)	Lance (mm)
Horizontal	1000-2000	0.08	0.1	1
Vertical	1000-2000	0.07	0.07	3
Vertical	3000-4000	0.05	0.06	4

Análisis de Circuito de Motores SI NO

Pruebas Estáticas

R	Res	Ind	IP	lfuga
100	1	1	>3	2
50	2	3	1.5-3	5
30	3	5	1-1.5	15
10	4	7	<1	30

Pruebas Dinámicas

Voltaje			Corriente		Fp	Exc.	
V _{min} (%)	V _{max} (%)	THD (%)	I _{in} (%)	I _{max} (%)	dB	# picos	
+/- 1	0	1	+/- 1	2	>54	1	Normal
+/- 3	0.5	2	+/- 3	4	45-54	2	Tolerable
+/- 5	1	3	+/- 5	6	36-45	3	Precaución
+/- 10	3	5	+/- 10	10	<36	4	Alarma

Conclusiones / Comentarios

- SE REALIZO CAMBIO DE VALVULA CHECK DE 8" CLASE ISO MARCA S&W
- EN LO UNA DE DESARROA DEL PU: 1608.
- SE REALIZO CAMBIO DE EMPARDES DE TERCEROS DE 8"

Recepción y entrega de equipo

Recepción de equipo: Fecha: 13-02-18 Hora: 8:00 AM

Entrega de equipo: Fecha: 13-02-18 Hora: []

Esp. MBC: [] Firma: [] Fecha: []

Sup Mto: [] Firma: [] Fecha: []

Sup Oper: Jorge N. Contreras Calderón Firma: [Firma] Fecha: 13-02-18

Superintendente de Reparación

Modificado [] Elaborado [] Revisado [] Control [] Aprobado []

Información *Montaje y Alineamiento Motor Eléctrico para el Pantebalo p-1608*

Ejecutor: _____ N° OT: *21149591* Reparado: MYSRL
 Planta (UP): *el pantebalo* Terceros
 Fecha: *30-01-18* Equipo: *21608* Lima
 Componente: *Ajustado* Nuevo:

Contexto Operacional (PI)				Temperatura								
	Corriente Amp	Presión psi	Caudal m3/hr	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
Real	<i>187</i>			RTD _{rod1} °C	RTD _{rod2} °C	RTD _{cuerp} °C	T _{cuerpo} °C	T _{rod1} °C	T _{rod2} °C	T _{rod3} °C	T _{rod4} °C	
Nominal (yámax)	<i>280</i>			< 60	< 85	< 45						
				60 - 80	85 - 105	45 - 65						< 40
				80 - 100	105 - 125	65 - 85						40 - 60
				> 100	> 125	> 85						60 - 80
												> 80

Orden y Limpieza / Inspección Visual

1. *El Área se dejó Limpia y Organizada*

2. _____

Puesta a Tierra?

Análisis Vibracional					Lubricación		Alineamiento				
	V mm/seg	H mm/seg	A mm/seg	Env gs	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
Normal		< 2.3			Grasa						
Tolerable		2.3 - 4.5			Marca:		Velocidad (rpm)	Paralelo (mm/100)	Angular (mm/100)	Lainas (mm)	
Precaución		4.5 - 7.1			Tipo:		1000-2000	0.08	0.1	1	
Alarma		> 7.1			Marca:		3000-4000	0.05	0.06	2	
					Tipo:		1000-2000	0.07	0.07	3	
					Cant (lt)		3000-4000	0.05	0.06	4	
					Uso de estetoscopio						
					SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>						

Análisis de Circuito de Motores SI NO

Pruebas Estáticas					Pruebas Dinámicas						
R	Res	Ind	IP	Itoga	Voltaje			Corriente		Fp	Exc.
Mohm	Desb%	Desb%		µkmp	Vr/Vn (%)	Desb (%)	THD (%)	Irn (%)	Desb (%)	dB	# picos
100	1	1	>3	2	+/- 1	0	1	+/- 1	2	>54	1
50	2	3	1.5-3	5	+/- 3	0.5	2	+/- 3	4	45-54	2
30	3	5	1-1.5	15	+/- 5	1	3	+/- 5	6	35-45	3
10	4	7	<1	30	+/- 10	3	5	+/- 10	10	<35	4

Conclusiones / Comentarios

1. *Se Realizó la limpieza de Aros, Limpieza de la Base del Motor y se aplicó un grado de tolerancia*

2. _____

3. ***

Recepción y entrega de equipo

Recepción de equipo: Fecha: _____ Hora: _____

Entrega de equipo: Fecha: _____ Hora: _____

Esp. MBC: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Sup Mto: *Ciudadela* Firma: _____ Fecha: *28-03-18*

Sup Oper: *Lima C. Rojas* Firma: _____ Fecha: *31-01-18*

Modificado	Elaborado	Revisado	Control	Aprobado
Dante Cornejo	Guillermo Viza / Jorge Malaga	Jorge Hinostroza	Abraham Curo	Henry Rancón
30 de Abril 2013	14 de setiembre, 2010	4 de octubre, 2010	5 de octubre, 2010	5 de octubre, 2010

Fuente: Sistema de gestión de mantenimiento de Minera Yanacocha SRL

Información

Ejecutor: Wilson SANCHEZ BARRA N°OT: 1 Reparado: MYSRL
WILSON MURMAN Planta(UP): REACHCO Terceros
 Fecha: 20-3-18 Equipo: 1410-RU-1001 Lima
 Componente: Verificación de Tensión del sistema de descarga del motor Nuevo:

Contexto Operacional (PI)

	Corriente Amp	Presión psi	Caudal m³/hr
Real			
Nominal (máx)			

Temperatura SI NO

RTD _{rot1} °C	RTD _{rot2} °C	RTD _{cuorp} °C	T _{cuerpo} °C	T _{rot1} °C	T _{rot2} °C	T _{rot3} °C	T _{rot4} °C
< 60	< 85	< 45					< 40
60 - 80	85 - 105	45 - 65					40 - 60
80 - 100	105 - 125	65 - 85					60 - 80
> 100	> 125	> 85					> 80

Orden y Limpieza / Inspección Visual

1. El Area se dejó Limpia y Ordenada. Puesta a Tierra?
 2.

Análisis Vibracional SI NO

	V mm/seg	H mm/seg	A mm/seg	Env g's
Normal	< 2.3			
Tolerable	2.3 - 4.5			
Precaud.	4.5 - 7.1			
Alarma	> 7.1			

Lubricación SI NO

Grasa
 Marca: /
 Tipo: /
 Cant(gr): /

Aceite
 Marca: /
 Tipo: /
 Cant(l): /

Uso de estetoscopio SI NO

Alineamiento SI NO

	Velocidad (rpm)	Paralelo (mm/100)	Angular (mm/100)	Linas (mm)
Horizontal	1000-2000	0.08	0.1	1
	3000-4000	0.05	0.06	2
Vertical	1000-2000	0.07	0.07	3
	3000-4000	0.05	0.06	4

Análisis de Circuito de Motores SI NO

Pruebas Estáticas

R Motor	Res Desb%	Ind Desb%	IP	Fuga uAmp
100	1	1	>3	2
50	2	3	1.5-3	5
30	3	5	1-1.5	15
10	4	7	<1	30

Pruebas Dinámicas

Voltaje			Corriente		Fp dB	Exc. # golpes
Wth (%)	Desb (%)	THD (%)	Inf (%)	Desb (%)		
+/- 1	0	1	+/- 1	2	>54	1
+/- 3	0.5	2	+/- 3	4	45-54	2
+/- 5	1	3	+/- 5	6	36-45	3
+/- 10	3	5	+/- 10	10	<36	4

Conclusiones / Comentarios

1. Se hizo el Petreo de Pernos de la valvula check para verificar
 2. Tension del sistema, en contrabando se le diligencio de aceite a los bujes
 3. se diligencio Al Ing. Carlos Torres para su Verificación y se hizo su Alineamiento.
del motor - Se hizo ajuste de los bujes de la teranca.

Recepción y entrega de equipo

Recepción de equipo: Fecha: Hora:
 Entrega de equipo: Fecha: Hora:

Esp. MBC: Firma: Fecha:
 Sup Mto: Giuseppe Zebec Firma: [Firma] Fecha: 28-03-18
 Sup Oper: Juan Rafael Firma: [Firma] Fecha:

Aceptado
 Rechazado

Modificado	Elaborado	Revisado	Control	Aprobado
Dante Cornejo 30 de Abril 2013	Guillermo Vize / Jorge Malega 14 de setiembre, 2010	Jorge Hinojosa 4 de octubre, 2010	Abraham Curo 5 de octubre, 2010	Henry Rondon 5 de octubre, 2010