



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño de un sistema de izaje de 1tn. Para optimizar el mantenimiento de bombas
de lodo – Cajamarca 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Briones Vásquez Hernán (ORCID: 0000-0002-4005-3735)

ASESORES:

Mg. Pedro Demetrio Reyes Tassara (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

Mg. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos.

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, porque sin él no hubiera logrado culminar satisfactoriamente mi tesis, la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada esposa Ayde Gallardo por brindarme siempre su comprensión, cariño y amor.

A mí amada hija Lucero por ser siempre mi motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A mí amada madre por su inmenso amor a mi padre quienes con sus palabras de aliento para seguir adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideas.

Briones Vásquez Hernán

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo
Por haber aceptado ser parte de ella y abierto las
puertas de su seno científico para poder estudiar
mi carrera.

Un agradecimiento especial a las personas que
me han proporcionado toda la información
necesaria para elaborar este trabajo.

Briones Vásquez Hernán

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **Ing. Dante Omar Panta Carranza** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, asesor de la Tesis titulada:

“Diseño de un sistema de izaje de 1tn. Para optimizar el mantenimiento de bombas de lodo – Cajamarca 2019”

del autor Briones Vásquez Hernán, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Chiclayo 21 de agosto de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor: PANTA CARRANDA, DANTE OMAR	
DNI 17435779	Firma 
ORCID 0000-0002-4731-263X	

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	15
2.1 Diseño de investigación	15
2.2 Variables, Operacionalización	15
2.3 Población y muestra.....	16
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	17
2.5 Métodos de análisis de datos.....	17
2.6 Aspectos éticos.....	18
III. RESULTADOS	18
IV. DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS	39
Declaratoria de originalidad del autor	52
Autorización de publicación en repositorio institucional	53

Reporte de turnitin..... 55

Índice de tablas

Tabla 1.- Descripción del izaje de bombas sumergibles con tecla manual.	18
Tabla 2.- Descripción del izaje de bombas sumergibles con tecla eléctrica.	19
Tabla 3.- Tiempos de izaje.	19
Tabla 4.- Coordenadas GPS de la ubicación del diseño.	20
Tabla 5.- Características de la bomba.	21
Tabla 6.- Velocidades calculadas del izaje de las bombas por medio de la grúa.	22
Tabla 7.- Características técnicas de la bomba. Fuente.	25
Tabla 8.- Características técnicas del polipasto eléctrico.	25
Tabla 9.- Carga por punto de apoyo.	26
Tabla 10.- Carga por punto de apoyo para peso real de la bomba.	26
Tabla 11.- Análisis para la bomba 1.	27
Tabla 12.- Análisis para la bomba 2.	27
Tabla 13.- Análisis bomba 3.	28
Tabla 14.- Factores de seguridad.	28
Tabla 15.- reacciones en los extremos para cada análisis.	28
Tabla 16.- Análisis del pórtico con fuerza mayor.	29
Tabla 17.- Costo de materiales e instalación de la estructura para montaje.	30
Tabla 18.- costo de mantenimiento de las bombas sumergibles.	30
Tabla 19.- Costo del personal para labor de mantenimiento con el nuevo sistema de izaje.	30
Tabla 20.- Gasto anual del mantenimiento polipasto eléctrico.	31
Tabla 21.- Flujo de caja para evaluación económica.	31
Tabla 22.- Evaluadores económicos.	32

Índice de figuras

Figura 1.- Fases del diseño.	7
Figura 2.- Distancias entre los puntos de apoyo.	20
Figura 3.- Altura que se requiere elevar la bomba. Fuente.	21
Figura 4.-Pórtico para soportar viga riel. Fuente.	23
Figura 5.- Longitudes para el análisis. Fuente.	24
Figura 6.- Esquema del polipasto eléctrico DMK-SM.	25
Figura 7.- Aplicación de fuerzas según manual.	26

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo realizar un sistema de izaje que pretende optimizar el sistema manual que se tiene en la actualidad en las acciones de mantenimiento que se les dan a las bombas sumergibles de minería. Esta actividad se constató que resulta muy cara en comparación al diseño propuesto ya que lo realiza una servís externa, la cual cotiza las actividades teniendo en cuenta muchos factores que involucran precios elevados, aclarando que es así como se riges las actividades de minería, el sistema de izaje permitirá reducir el tiempo de izaje y aunque se tiene en cuenta que se utilizara de acuerdo al sistema que se tiene, en la actualidad se está desarrollando el izaje de una bomba por día y cuatro al mes, este resulta más óptimo en comparación del realizado hasta el momento. La toma de datos se realizó de primera fuente por medio de fichas de observación directa y el diseño se analizó mediante un software de simulación Solid Word resultando el diseño propuesto un diseño muy sólido y económico en comparación de la actividad que se realiza.

Palabras clave: Izaje, Evaluación económica, polipasto.

Abstract

The purpose of this research is to carry out a hoisting system that aims to optimize the manual system currently used in the maintenance actions given to the mining submersible pumps. This activity was found to be very expensive compared to the proposed design since it is carried out by an external service, which quotes the activities taking into account many factors that involve high prices, clarifying that this is how the mining company's activities are governed, the Lifting system will reduce the lifting time and although it is taken into account that it will be used according to the system currently being developed by lifting one pump per day and four per month, this is more optimal in comparison to the one carried out until the moment. The data collection was carried out from the first source by means of direct observation cards and the design was analyzed by means of Solid Word simulation software, resulting in the proposed design a very solid and economical design in comparison to the activity as it is performed.

Keywords: Lifting, economic evaluation, hoist.

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de bombas sumergibles es indiscutible por su practicidad en Guatemala, el poder reconocer la explotación de las aguas subterráneas y su importancia debida les escasas de ciertas fuentes superficiales de agua se hace o se fundamenta cómo necesaria para poder establecer el estudio de la explotación hasta el mantenimiento de la tecnología que se usa para está (Mijangos Rivas, 2014 pág. 17)

En la minería en sus actividades en lo general se encuentra estrechamente ligadas al uso del bombeo de agua subterránea ya que estas generan un problema que debe ser evitado o corregido en el mejor de los casos para poder ser aprovechado fuera de la mina o dentro de ella. Sí se compara la minería con otras actividades agrícolas e industriales se puede definir que está no se requiere un gran consumo de agua en la mayor de las veces el problema es al contrario por que se tiene que liberar enorme cantidad de agua que no se necesita Bloquea la necesidad de eliminar este exceso de agua según problema para el verano para el drenaje minero estos lujos deben ser erradicado de una manera en la que no canción en daños del medio ambiente debido a esto el problema del drenaje de agua necesita un enfoque adecuado así como un planteamiento de gestión correcto (Rodriguez Ayala, 2014 pág. 13).

El uso de maquinaria enfoca a que se debe brindar mantenimiento sobre ellas ya que es indispensable su funcionamiento para el sector de minería considerando este precepto la implementación de herramientas para aumentar u optimizar este mantenimiento es el enfoque dado en la actualidad por la implementación de ciertas herramientas cómo la metodología 5S en ciertos trabajo de mantenimiento realizado en las estaciones de drenaje y de bombeo de riego en la Hacienda Primavera por el grupo Bananero Pereira estas herramientas contempla la operación que se realizan en las estaciones de bombeo para que estas sean más óptimas debido a que se mejora el servicio de mantenimiento correctivo y preventivo por la contratista ALBANBOMBAS. Herramientas en conjunto con diagramas de Ishikawa permitió a la contratista establecer mejoras en los trabajo de mantenimiento correctivo y preventivo dependiendo las principales causas del bajo rendimiento de dichos mantenimientos (Alban Nuñez, 2017 pág. 11)

Como se aprecia en la realidad internacional el uso de las bombas en la industria minera es muy importante y determinante para el proceso, además que el mantenimiento que se le da a ella conlleva a aceptar que el trabajo que realizan es muy relevante. Para realizar el mantenimiento el primer paso y el más importante es su izaje ya que deben retirarse de su ubicación de manera segura y a la velocidad pertinente, lo que establece que es el principal problema que enfrenta el mantenimiento.

Las necesidades de usar bombas sumergibles se presentan también en nuestro país por ejemplo la necesidad de la Unidad Minera Antapacay para poder continuar con explotación de las reservas minerales a las cual se dedica y teniendo en cuenta que el drenaje minero puede conllevar a un problema importante en el diseño de la minería atajo abierto para su explotación. Aunque este requiere realizar un estudio geológico es preciso que a la vez se realice un estudio hidrogeológico de manera minuciosa para establecer los detalles de los acuíferos que se encuentran en el techo del yacimiento, teniendo en cuenta el régimen de lluvias de la zona o la llamada pluviometría. Colocar con lo cual se puede establecer los sistemas para drenaje de la manera más adecuada en la que no sé perjudicaría los trabajos que se realizan normalmente para la explotación en la mina estableciendo sistemas adecuados de bombeo (Barreto inca, 2017 pág. 6)

Es por esto que para la planificación de una instalación de bombeo siempre se tiene presente el mantenimiento de la misma, durante el cálculo para poder dimensionar la estación final de bombeo de la propuesta a la Unidad Minera de Antapacay esta se planifico mediante Un análisis de la relación que existe entre el coste de mantenimiento y el costo de la instalación para poder conseguir la instalación más óptima que se pueda tener (Barreto inca, 2017 pág. 28)

El sistema de mantenimiento en las minerías no cuenta con un sistema eficiente de izaje en sitios inaccesibles para retirar con camión grúa para las bombas de lodo lo que conlleva a que al llegar el tiempo del mantenimiento de las mismas no se deba sobre exigir al personal y la maquinaria para desmontar y mover las mismas. La minera como toda empresa dispone de su optimización en todos sus procesos para mantener sus estándares de calidad, esto hace que los sistemas que hasta el día de hoy se disponen para el desmontaje de las bombas sumergibles sean considerados costoso y obsoleto.

Tenelema (2014) en su investigación “Diseño y simulación de un puente grúa de cinco toneladas” para adquirir el título de ingeniero mecánico, hace mención que este proyecto se realizó cumpliendo el requisito más importante que solicita el área de producción que es mover las estructuras finalizadas, así como sus partes en el proceso de ensambles de estructuras, siendo este sistema de izaje un importante apoyo a la hora de trabajar producciones largas y medianas, debido a que se requiere mover cargas de formas rápidas y seguras, con el uso de pocos recursos humanos con el objetivo también de llegar a cumplir con las fechas establecidas con los clientes.

Martínez (2016) en su trabajo de investigación “Diseño y cálculo de la estructura de una grúa pórtico de 50 T de capacidad y 50 m de luz” presentado para la obtención de grado de ingeniero mecánico, manifiesta que se ejecutó el presente proyecto por encargo de la empresa PREFAHOR, dedicada a la producción de elementos de prefabricados de hormigón de grandes dimensiones, tales como pilas y tableros de puentes, la finalidad de este sistema de izaje es contribuir a la rápida producción de esta empresa, para dimensionar la estructura de este sistema se ha seleccionado previamente una de las alternativas propuestas y siguiendo las reglas marcadas por la normativa vigente para cubrir así el objetivo de estudio.

Guerra (2015) en su investigación “Sistema de transporte para el ensamblaje de estructuras de carrocerías en la empresa PICOSA CIA” para adquirir el título de ingeniero mecánico hace mención que el estudio de este sistema este hecho con la finalidad de minimizar los tiempos de producción, buscando alternativas de ensamblaje y optimizando los recursos disponibles en dicha empresa. Así mismo se estudia el proceso que se está empleando en la empresa para ver las carencias que este posee y poder mejorarlo o sustituirlo por uno mejor. Se ha tomado varios sistemas que pueden ser aplicables para el ensamblaje de estructuras, es así que mediante una selección bajo criterios ponderados los mismos que tienen que estar orientados a mejorar el proceso en si se selecciona el sistema de izaje que es más eficaz.

Flores de la Colina (2015) en su trabajo de investigación “Análisis técnico y financiero de las máquinas de elevación” presentado para obtener el título de Ingeniero de Camino, Canales y Puertos, hace mención que en la actualidad los sistemas de izaje o grúas los cuales ponen las empresas fabricantes y muy frecuentemente no tienen relación con su tipología ni con su capacidad. Por otra parte, es de uso común en la construcción, llamar a las grúas usando su tonelaje nominal que coincide normalmente con su capacidad máxima que se obtiene a radio mínimo. Existe una controversia por el uso de este valor ya que no se suele definir bien la capacidad de las máquinas. Por ello la finalidad de este proyecto es determinar cuál de los dos parámetros es más fiable a la hora de definir la capacidad real de estas máquinas, se selecciona dentro de las tres tipologías más importantes por su presencia e importancia en los talleres de industriales y en la construcción (grúas de celosía sobre cadenas, grúas telescópicas sobre camión y grúas torres) con el objeto de analizar una serie de parámetros técnicos y sus costes.

Mieles (2016) en su tesis “Diseño de un Puente Grúa Tipo Monorriel de 1 Tonelada de Capacidad” presentado para alcanzar el título de ingeniero mecánico diseña un sistema de izaje de 1 toneladas cuyo movimiento vertical lo realiza por medio de un tecele eléctrico con la misma capacidad antes mencionada, la cual fue seleccionada mediante las características del puente grúa, así mismo el movimiento de avance de la viga central es ejecutado por un carro transversal con forma de una viga omega acuarteladas en sus alas, acoplada a un motor reductor de 3hp, precisamente al eje de la llanta a través de una brida cuadrada. Las llantas fueron diseñadas de un tamaño óptimo, para permitir mover el testero a una velocidad de 35m/min, material del cual desgasta su garganta antes de que se desgaste los rieles. Sistema de Izaje el cual es para talleres dedicados a la construcción de estructuras metalmecánica, puesto a que ello servirá para el traslado de maquinaria, materiales, así como estructura metálica, con este trabajo se busca disponer de horas de trabajo largas en producción, medianas y largas debido a que se requiere mover carga de forma rápida y segura. Obteniendo así fechas establecidas con los clientes, pero usando pocos recursos humanos.

Diseño

Como concepto el diseño se puede tomar que el diseño es una pre configuración mental de una solución que se presenten a una necesidad que va a ser solucionada usando una tecnología, usualmente ese concepto se utiliza dentro de la industria, comunicación, algunas disciplinas creativas e ingeniería (Elena, 2018 pág. 29).

Por lo tanto, el diseño es una forma de expresar ideas creativas que ayudan a dar solución a problemas que en ciertos momentos interfieren en el desempeño de una labor o productividad de una empresa, así pues, que diseñar se convierte en un recurso idóneo donde diferentes habilidades se combinan para crear una imagen sobre la dificultad o el problema. El diseño se expresa a través de esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes. Todo este prospecto requiere de una visión previa del problema a solucionar, mediante una investigación previa (Elena, 2018 pág. 29)

Inicialmente el diseño se hace con el fin de solucionar el problema, a medida que se va desarrollando se va dando una mejor estética. En la industria el diseño es una actividad que dando prioridad a la forma busca generar un producto que se pueda producir industrialmente, este llega a conceptualizar el producto y su proceso de producción. Bien la forma del objeto no solo busca tener fines estéticos suficientes para abordar un mercado, sino que debe tener las características suficientes para tener significancia en el mercado y solucionar problemas prácticos determinados a su fabricación y a su utilización. El diseño en sí es un proceso de adecuación que no necesariamente es consiente en los objetos (Elena, 2018 pág. 29).

Desde este punto de vista como diseñador, se debe conocer sobre aquellos materiales apropiados para el diseño del proyecto, esto significa conocer resistencias, capacidad, ductilidad, maleabilidad, etc. que determinen la resistencia de los materiales, y así poder seleccionar el material viable para el desarrollo del proyecto y de esta manera proporcionar confiabilidad del trabajo a realizar. Un diseño se debe realizar para que satisfaga la necesidad del problema, por lo tanto, debe ser fácil de

usar, fácil de armar, y que cumpla con todos los estándares requeridos según su utilidad (Elena, 2018 pág. 29).

El diseño es un óptimo simulador de la puesta en marcha lo que implica no solo el desarrollo del producto sino implica también su funcionamiento, en otras palabras el diseño no solo ahondara su proyección en la forma y utilización del objeto sino que debe realizar su proyección en el funcionamiento de el con respecto al tiempo para poder tener en cuenta posibles falla o mejoras ya que este es retroalimentado por la información que se tiene de las funciones del producto y así buscar una mejora a tal (Eduardo, 2014 pág. 41).

En el diseño se evalúa analizando cada opción que se cree óptima para el mecanismo buscado, evaluando si son posible todas las alternativas que sirvan para satisfacer la necesidad y eligiendo quien más se adecue a la aplicación que se determinó previamente (Eduardo, 2014 pág. 41).

El realizar las evaluaciones de varias alternativas implica y elegir la más óptima implica tener presente la determinación de la configuración del trabajo que realizara así como la configuración misma del mecanismo, estimas los grados de libertad más óptimos para desempeñar sus funciones, analizar los espacio donde va a funcionar el mecanismo, determinar sus esfuerzos y además las velocidades de trabajo más optimas (Eduardo, 2014 pág. 41).

Diseño mecánico

En el área de mecánica el concepto de diseño se puede determinar mediante la formulación de un plan para lograr satisfacer un requerimiento específico o para dar solución a un problema determinado. Si la solución resulta en la creación de una tecnología está debe ser segura, funcional, competitivo, confiable y útil, además que pueda comercializarse y fabricarse. El diseño en mecánica se considera como un proceso altamente iterativo e innovador. También puede decirse que es un proceso de toma de decisiones, estas decisiones deben tomarse de acuerdo a la cantidad de información que se tenga en el proceso de diseño siendo avances poca información,

otras con información apenas adecuada o con exceso de información contradictoria. Es común que las decisiones se tomen de forma tentativa por lo que es necesario retroalimentar el diseño para realizar ajustes a medida que se logra aumentar los datos sobre (Budynas , y otros pág. 5).

Fases e interacciones del proceso

El diseño mecánico requiere realizar iteraciones para poder establecer los planes necesarios para satisfacer la necesidad. De acuerdo a la misma naturaleza de la tarea de diseñar, se establecen algunas fases que se podrán repetir durante la vida de un producto, desde que se origina hasta que termina su vida útil (Budynas , y otros pág. 8)

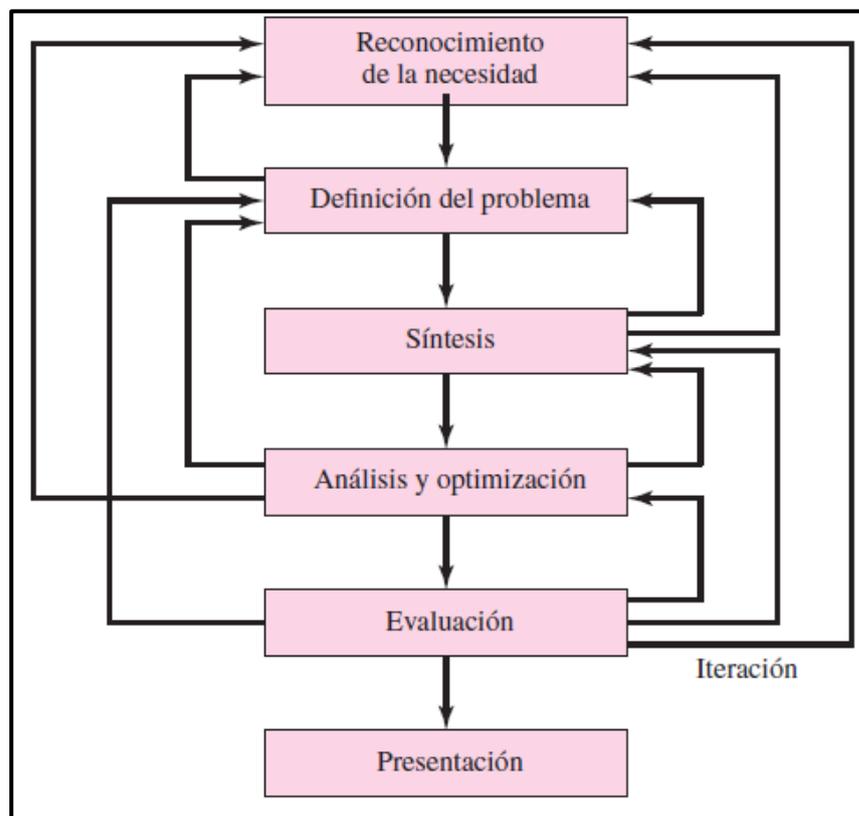


Figura 1.- Fases del diseño.

Consideraciones para el diseño mecánico

En varias ocasiones la resistencia que requiere un objeto para determinarse como resultado del diseño es uno de los factores más importantes para poder determinar su dimensión y geometría. Por lo tanto, la resistencia de diseño se considera como un factor de importancia. Cuando se utiliza la expresión “de diseño” involucra de manera directa algunos parámetros que se involucran en la tarea del diseño del elemento o de todo el sistema cuando se da el caso. Muchas veces debe considerarse estos parámetros en para situaciones de diseño dadas. Entre los más característicos se pueden mencionar (Budynas , y otros pág. 8):

- Estilo
- Tamaño
- Forma
- Peso
- Volumen
- Superficie
- Funcionalidad.
- Confiabilidad
- Seguridad
- Desgaste
- Distorsión/deflexión/rigidez Forma
- Resistencia/esfuerzo
- Fricción
- Corrosión
- Manufacturación
- Lubricación
- Utilidad
- Costo
- Vida
- Ruido
- Control

- Propiedades térmicas
- Mantenimiento
- Comercialización
- Responsabilidad legal
- Capacidad de reciclado

Algunas características pueden estar interrelacionadas, lo que afecta la configuración del sistema total detalle (Budynas , y otros pág. 16).

Esfuerzo y resistencia

Para poder determinar un producto que logre soportar las cargas que se emplearan en él, el diseñador establece ciertos puntos de interés donde ajustara un esfuerzo inducido que asegure que en la totalidad el objeto diseñado soportara la carga ya que esta generar esfuerzo inferior a la resistencia del material. Se debe asegurar que la resistencia del material supere al esfuerzo generado con un margen determinado, así se asegura que, aunque aparezca cierto grado de incertidumbre durante su funcionamiento las fallas que ocurran no sean constantes. Para establecer la relación que existe entre la fuerza y la resistencia de un material en un punto determinado cómo critico de manera controlada con frecuencia se establece por qué se necesita o se busca es establecer la resistencia en condición del uso al cual se le va a dar a la pieza o a la forma de la pieza desarrolla. Siendo las resistencias son magnitudes de fuerza en los cuales ocurre algo de interés, como el límite de proporcionalidad, la fluencia desplazada 0.2 por ciento, o la fractura. Una variedad de cazo Esto sucede todo esto suceso representa El nivel de fuerza en el qué ocurre Una pérdida de sus características La resistencia una propiedad que tiene el material. Está magnitud depende del tratamiento, el procesamiento y la elección del material que se hace. Considere, por ejemplo, un embarque de resortes. Puede asociarse una resistencia con un resorte específico. Cuando este resorte se incorpora a una máquina, se aplican fuerzas externas que provocan cargas inducidas en el resorte, las magnitudes de las cuales dependen de su geometría y son independientes del material y su procesamiento. Si el resorte se retira de la máquina sin daño alguno, el esfuerzo debido a las fuerzas externas disminuirá a cero, su valor antes del ensamble, pero la

resistencia permanece como una de las propiedades del resorte. Recuerde, entonces, que la resistencia es una propiedad inherente de una parte, una propiedad construida en la parte debido al empleo de un material y de un proceso particular (Budynas , y otros pág. 15)

Varios procesos de trabajo en metales y tratamiento térmico, como el forjado, el laminado y el formado en frío, causan variaciones en la resistencia de punto a punto en toda la parte. Es muy probable que el resorte citado antes tenga una resistencia en el exterior de las espiras diferente a su resistencia en el interior, puesto que el resorte se ha formado mediante un proceso de enrollado en frío y los dos lados quizá no se hayan deformado en la misma medida. Por lo tanto, también deberíamos tener en cuenta que un valor de la resistencia dado para una parte se aplica sólo a un punto particular o a un conjunto de puntos en la parte (Budynas , y otros pág. 16)

Sistema De Izaje

En tanto continúe la tendencia de la explotación de minas de profundas, los sistemas de izaje y sus equipos asociados se irán haciendo cada vez más sofisticados, complejos, grandes y caros. Un sistema de izaje tiene como semejanza a los ascensores de los edificios, en las minas importantes del Perú se requieren de estos sistemas de izaje acoplados a máquinas para el transporte vertical. Este sistema se puede utilizar para levantar, bajar, empujar o tirar una carga por medio de equipos tales como elevadores eléctricos, de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes – grúa, winches, antenas lineales y tecles (Decreto Supremo N° 055 – 2010 – EM) (Ayque, 2014 pág. 18).

Requisitos de diseño de un sistema de izaje

Existen dos aspectos a tener en cuenta para realizar el diseño de un sistema de izaje:

- a) **Geometría.-** Se tiene que establecer o determinar la luz del pórtico que es la distancia horizontal entre ejes de los soportes, la altura de elevación que es la distancia vertical entre el plano de apoyo del aparato y el punto de mayor elevación

del gancho y por último la morfología que viene referida a la luz y la carga que ocupara a la grúa (Martinez Ribes, 2016 pág. 25).

- b) Cargas.-** Las cargas que se deben considerar serán la carga útil que incluye tanto el peso de los objetos a elevar como de los aparejos, ganchos y otros accesorios necesarios para su sujeción, el peso del conjunto formado por el carro, el polipasto y sus elementos de accionamiento, la carga de servicio que es la suma de la carga útil y del peso del carro-polipasto (Martinez Ribes, 2016 pág. 25).
- c) Velocidad de maniobra. -** se debe considerar la velocidad con la que se sube la carga y la velocidad con la que se mueve la misma cuando la grúa está funcionando (Martinez Ribes, 2016 pág. 26).
- d) Aspecto técnico-económico. -** se debe considerar el diseño más óptimo como el que genera menos costo en caso de un sistema de izaje será el que use menor material (Martinez Ribes, 2016 pág. 26).

Componentes de un sistema izaje

Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un sistema de izaje tiene los siguientes componentes: Un motor, palanca de control, jaula baldes o skips, una estructura de desplazamiento o también llamada Castillo, entre una o dos tamboras, un sistema de seguridad que puede ser una línea de control o frenos y un juegos de cables (Ayque, 2014 pág. 18).

Parámetros considerados para el diseño de izaje

Los datos necesarios para poder establecer el diseño de un sistema de izaje pueden ser suficientes con: el peso neto de la carga que va a izar, un plano preliminar de la máquina, la distancia a la que se va a realizar el izaje, el tamaño del cable lo que involucra el peso del mismo, las dimensiones del tambor, el pez efectivo del tambor , los engranajes y poleas para un sistema de izaje, la velocidad a la que se va a realizar el izaje, El tiempo de carga y descarga que se requiere Así como el pedido de aceleración y desaceleración (Huichi, 2017 pág. 11):

Aunque muchos de los parámetros mencionados son obvios, el ingeniero a cargo deberá determinar el tipo de sistema de izaje que se debe emplear para una minería (Huichi, 2017 pág. 11).

Tipos de Izaje

En la actualidad podemos dar dos tipos de izaje es que se presenta en cualquier parte del mundo primero tenemos el izaje por winche de tambora en este tipo de izaje un cable se enrolla en un tambor y este mueva la carga, el otro tipo de izaje es el determinado cómo koepe o izaje de fricción en dónde el cable pasa sobre una rueda durante todo el proceso de izaje y es estirado por una fuerza externa levantando la carga que se requiere izar. Estos dos tipos de izaje son solamente término genéricos a los cuáles dentro de ellos se les puede clasificar con otras categorías más específicas pudiendo haber varios tipos de categorías en cada uno de estos tipos de izaje. Las aplicaciones en sistema de izaje con fricción o koepe o winche de tambora, se resumen en las principales partes del sistema de izaje. En las cuales son: tolva de carga de material, cable de izaje, winche, polea, castillo de izaje, tornapunta, pique, skip o jaula (Aydin, 2016 pág. 28).

Pero los izajes también pueden dividirse en dos tipos de acuerdo al balance el primero el no balanceado establece que no hay un peso que ayude al movimiento del izaje del cuerpo o máquina que se quiere levantar mientras que el segundo izaje qué es el balanceado establece una carga que desciende y va a portar fuerza para poder realizar el izaje con la otra parte del cabo (Aydin, 2016 pág. 28).

Bomba sumergible para lodos grasos

Una estación depuradora de aguas residuales tenía problemas recurrentes con una bomba centrífuga utilizada para el transporte de lodos grasos. La bomba centrífuga sumergida transportaba el lodo de los tanques de lodos grasos a un pozo de alimentación de donde una segunda bomba transportaba los lodos grasos a la torre de digestión. La bomba centrífuga tenía problemas con altas concentraciones de sustancia seca. Estos frecuentes atascos en la bomba y los laboriosos trabajos de mantenimiento

que conllevaban motivaron al explotador de la planta depuradora a buscar una técnica de bombeo alternativa (Bombas para Lodos, 2015 pág. 5).

Tras una extensa investigación, el cliente optó por una bomba lobular rotativa sumergible de Börger. Gracias a su gran estabilidad de presión, la bomba lobular rotativa de Börger es capaz de transportar el espeso fango graso directamente del tanque de lodos grasos a la torre de digestión. Ya no se requiere ni pozo de alimentación ni una segunda bomba (Bombas para Lodos, 2015 pág. 5).

El cliente está muy satisfecho con su nueva bomba para lodos grasos. Desde que el cliente utiliza la bomba lobular rotativa de Börger, incluso con elevadas concentraciones de sustancia seca en el líquido de bombeo, no ha vuelto a haber más averías de bombeo en la planta (Bombas para Lodos, 2015 pág. 5).

Formulación del Problema

¿Se podrá diseñar un sistema de izaje de 1tn para optimizar el mantenimiento de bombas de lodo - Cajamarca 2019?

Justificación del Estudio

Técnica

Radica en que el resultado de esta investigación será una tecnología que generara al ser un diseño nuevo, nuevos conocimientos técnicos en el campo de izaje, lo que dispone a que esta máquina sea una base para solucionar un problema presenta en todas las empresas que tienen bombeo subterráneo, ya que el método tradicional que se usa ha demostrado en la minera Yanacocha ser lento por lo tanto poco óptimo.

Económica

Con el resultado de esta investigación se pretende optimizar los tiempos en el mantenimiento de las bombas sumergibles eso hace que el personal que se emplea para

el mantenimiento sea más productivo terminando su trabajo en tiempos más cortos además de que disminuye la disposición del personal, ya que los esfuerzos físicos se reducen y la maquinaria que se condiciona para ayudar en el levantamiento de las bombas también no sería requerida todo esto se convierte en un ahorro económico ya que toda disposición de personal y maquinaria le cuesta a la empresa cada minuto que está trabajando, por lo tanto ahorrar en tiempo y en personal conlleva a un ahorro económico razonable.

Social

La justificación social se desprende de la reducción de esfuerzo físico que realiza el personal ya que según la Ley de Ergonomía que establece la minera el personal está sujeto a levantar un máximo de 25 Kg lo que no sucede por ciertos momentos donde el trabajo obliga a que el personal disponga de mayor peso durante su actividad, por lo tanto el diseño es dirigido justamente a preservar esta disposición para que se garantice la seguridad del persona y así establecer un beneficio social por el cuidado del trabajador como una persona parte de una familia.

Ambiental

El tema ambiental se justifica ya que no se utilizará ningún material agresivo con el ambiente por lo que este aspecto se tendrá en cuenta durante el diseño del sistema de izaje.

Hipótesis

Si se podrá diseñar de un sistema de izaje de 1tn. Para optimizar el mantenimiento de bombas de lodo - Cajamarca 2019

Objetivos

General

Diseñar de un sistema de izaje de 1tn. Para optimizar el mantenimiento de bombas de lodo - Cajamarca 2019.

Específicos

1. Evaluar las condiciones actuales de trabajo de izaje de las bombas
2. Determinar los parámetros de diseño para el sistema de izaje
3. Diseñar el sistema de izaje condicionado a los parámetros que se deben cumplir.
4. Realizar la evaluación económica según los evaluadores VAN y TIR.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de investigación

Aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico.

Descriptiva ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

Diseño

No experimental no se manipularán las variables.

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

Diseño de un sistema de izaje

Variable dependiente

Optimización del mantenimiento

Operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Diseño de un sistema de izaje	Proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades	Definir parámetros de diseño	Velocidad Peso longitud	Razón Razón Razón
		Diseño de la maquina	Optima/ no optima	Nominal
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Optimización del mantenimiento.	Disposición de la maquinaria a ser utilizada cuando es requerida (Muñoz, Carrillo, 2015, p. 49)	Establecer el tiempo de mantenimiento actual.	horas	Razón
		Establecer el tiempo de mantenimiento nuevo.	horas	Razón

2.3 Población y muestra

Población muestral

Trabajadores de la empresa

Tiempos Proceso de mantenimiento actual

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica	Instrumento	Descripción
Observación directa.	Ficha de auditoria de mantenimiento.	Esta ficha permite evaluar el propósito del mantenimiento actual midiendo el tiempo de trabajo, número de personas y esfuerzos.
	Ficha de dimensiones geométricas.	Determinar los espacios para la sujeción del sistema de izaje.
Análisis de documentos.	Ficha de revisión de documentos.	Se utilizará para determinar pesos de las bombas.

Validez: la validez de los instrumentos será dada por la aprobación de un especialista en el área.

Confiabilidad: la confiabilidad será responsabilidad del investigador acentuando está bajo juramento con una declaración jurada en el desarrollo de la investigación.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método que se utilizará en este proyecto es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar. La estadística que se utilizará será descriptiva utilizando indicadores como la varianza y el promedio para establecer datos bases sobre los cuales actuar.

2.6 Aspectos éticos

Se mantendrá en reserva la información que pueda causar un conflicto de intereses dentro de la investigación, y se tendrá en cuenta el consentimiento de los involucrados para poder utilizar la información que sea brindada. Se respetará los derechos de autor de los textos de cualquier publicación de la cual sea utilizada la información, citándolos dentro del informe del proyecto.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluar las condiciones actuales de trabajo de izaje de las bombas

El trabajo de izaje actualmente se realiza por una empresa externa, siendo el trabajo para una empresa minera la formalidad debe ser muy concreta, las acciones que se desarrollan por izaje de bomba se registraron mediante una ficha de observación directa durante el desempeño del izaje de las bombas teniendo:

N°	Acción	Tiempo		
		Inicio	Final	Diferencia
1	TRANSLADAR PERSONAL Y HERRAMIENTAS	09:00:00	09:30:00	00:30:00
2	INSTALAR EL TECLE MANUAL AL PUNTO DE IZAJE	09:30:00	09:50:00	00:20:00
3	BAJADA DE GANCHO PARA CONECTAR LA BOMBA	09:50:00	10:20:00	00:30:00
4	ENGANCHAR LA BOMBA	10:20:00	10:30:00	00:10:00
5	IZAJE DE LA BOMBA	10:30:00	11:00:00	00:30:00
6	DESCENZO DE LA BOMBA	11:00:00	11:30:00	00:30:00
7	SUBIDA DEL GANCHO LIBRE DE PESO	11:30:00	11:50:00	00:20:00
8	DESISTALAR EL TECLE MANUAL	11:50:00	12:05:00	00:15:00

Tabla 1.- Descripción del izaje de bombas sumergibles con tecla manual.

Debido a que el izaje es manual no se puede advertir mayores mejoras en el procedimiento que se tiene se utiliza un tiempo total en el izaje de la bomba y comparándolos con un izaje por grúa se tendrá donde el equipo permanece instalado en la estructura y se el descenso y recojo del gancho es más rápido tenemos:

N°	Acción	Tiempo		
		Inicio	Final	Diferencia
1	TRANSLADAR PERSONAL Y HERRAMIENTAS	09:00:00	09:30:00	00:30:00
3	BAJADA DE GANCHO PARA CONECTAR LA BOMBA	09:30:00	09:40:00	00:10:00
4	ENGANCHAR LA BOMBA	09:40:00	09:50:00	00:10:00
5	IZAJE DE LA BOMBA	09:50:00	11:00:00	01:10:00
6	DESCENZO DE LA BOMBA	11:00:00	11:30:00	00:30:00
7	SUBIDA DEL GANCHO LIBRE DE PESO	11:30:00	11:40:00	00:10:00

Tabla 2.- Descripción del izaje de bombas sumergibles con tecele eléctrico.

Los tiempos totales de ambos tipos de izaje el manual y el que se propone que se llamara a partir de ahora como izaje por grúa son diferentes siendo este último más óptimo que el primero.

Izaje	Tiempo	Minutos
Manual	03:05:00	185.00
Grúa	02:40:00	160.00

Tabla 3.- Tiempos de izaje.

Como se aprecia el resultado de colocar una grúa para el izaje de la bomba ahorra un 14% del tiempo que se utiliza actualmente.

Otro punto para analizar es la seguridad de los trabajadores, como se menciona en la justificación de esta investigación según la ley de Ergonomía a la cual debe disponerse toda la actividad que se realice en la mina, un trabajador solo puede levantar un máximo de peso muerto de 25 kg. Según las características técnicas de la bomba esta tiene un peso de 382 kg siendo las acciones realizadas por 4 personas en las que cuenta 2 mecánicos y 2 ayudante y el personal de movilidad que es un chofer, para el desplazamiento vertical de la bomba al carro con el que se traslada para su retiro al taller o su mantenimiento en el sitio requerirán levantarla 30 cm del piso donde se coloca, si se considera el centro de gravedad en el centro de la bomba cada persona levantaría de manera ideal 76.4 kg lo que supera en más de 3 veces el peso permitido. Con lo que se concluye que el izaje no es seguro y no obedece a la ley de Ergonomía.

3.2.Determinar los parámetros de diseño para el sistema de izaje

Los parámetros de diseño son solo tres los requeridos:

- Distancias para los puntos de apoyo
- Peso que se levantara por bomba
- Velocidad de elevación de la bomba.

a) Distancia de los puntos de apoyo

La coordenada GPS donde se ubican las bombas nos sirve para identificar el primer punto de apoyo sobre la estructura existente.

coordenadas	
X	Y
6.9988116	78.561409

Tabla 4.- Coordenadas GPS de la ubicación del diseño.

A partir de este punto uno se midió los otros puntos tentativos considerando el espacio y facilidad de instalación teniendo:



Figura 2.- Distancias entre los puntos de apoyo.

Las distancias entre los puntos se esperaron en milímetro debido a que el estudio mecánico se realizara con el software Solid Word y se vio conveniente estas unidades.

b) Peso que soportara

El peso que soportara la estructura aparte del generado por su misma masa, será el de las bombas para esto se muestra la ficha técnica de la bomba justificando el peso al que se diseñara el sistema de izaje.

MODELO	KRS822	
POTENCIA	30	HP
VOLTAJE	440	V
DESCARGA	8	PULG
VELOCIDAD	1745	RPM
PESO	840	lb
	382	Kg

Tabla 5.- Características de la bomba.

c) Velocidad de elevación de la bomba

La velocidad de elevación debe ser la utilizada por la grúa para realizar el mantenimiento actual esta se determinó cronometrando el levantamiento de esta a la distancia que se requiere.

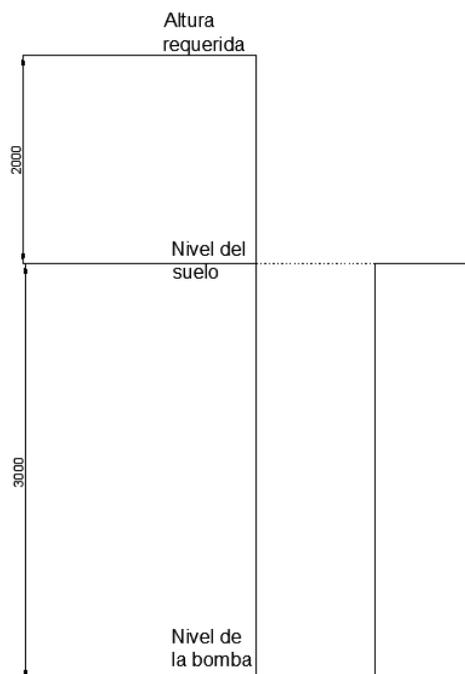


Figura 3.- Altura que se requiere elevar la bomba. Fuente.

El considerando el tiempo que se demora en subir con la grúa por cada bomba se calculó la velocidad considerando un promedio de las tres

Bombas	Distancia	Tiempo		Velocidad
	m	cronometro	s	m/s
1	5	00:31:00	1860.00	0.0027
2	5	00:29:05	1745.00	0.0029
3	5	00:30:10	1810.00	0.0028

Tabla 6.- Velocidades calculadas del izaje de las bombas por medio de la grúa.

El promedio de las tres medidas que se establecieron fue de 0.0028 m/s que será la velocidad que se deberá respetar. Ya que de manera práctica se estableció que es así como la bomba podrá salir del pozo donde se aloja sin balanceo, lo que asegura que no se dañe ni las paredes del pozo ni la bomba al chocar con ellas.

3.3. Diseñar el sistema de izaje condicionado a los parámetros que se deben cumplir.

a) Estructura

El diseño propuesto será una estructura que se desarrolló en el software Solid Word para soportar el peso de las bombas, se determinó según el procedimiento que se tiene de izar las bombas de una en una para hacer más económica la estructura.

Se estableció dos denominados pórticos diseñados con perfiles W4 x 14 y tubo redondo 3". La intención de esta estructura es soportar la viga riel que servirá para mover el tecele eléctrico sobre las bombas para su izaje.

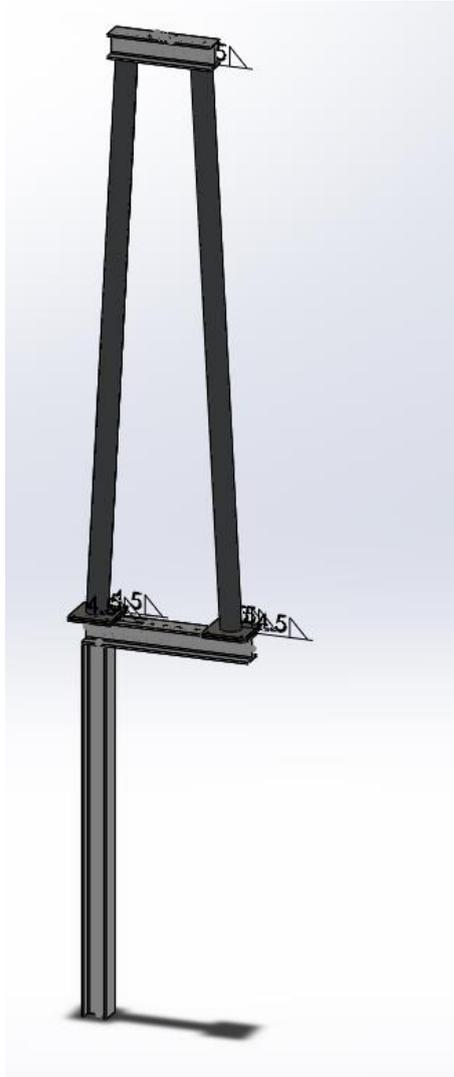


Figura 4.-Pórtico para soportar viga riel. Fuente.

Se planteó una viga riel W5 x 16 para que soporte el peso de la bomba junto al teclé eléctrico sobre todos los puntos donde se izaran bombas, debido a que existen 5 bombas se utilizaran los puntos de apoyo 1 y 2 establecidos en el ítem anterior, tenido una viga con una extensión de 7865 mm de acuerdo a las medidas tomadas se estableció los puntos de análisis teniendo en referencia la posición de las bombas bajo la viga.

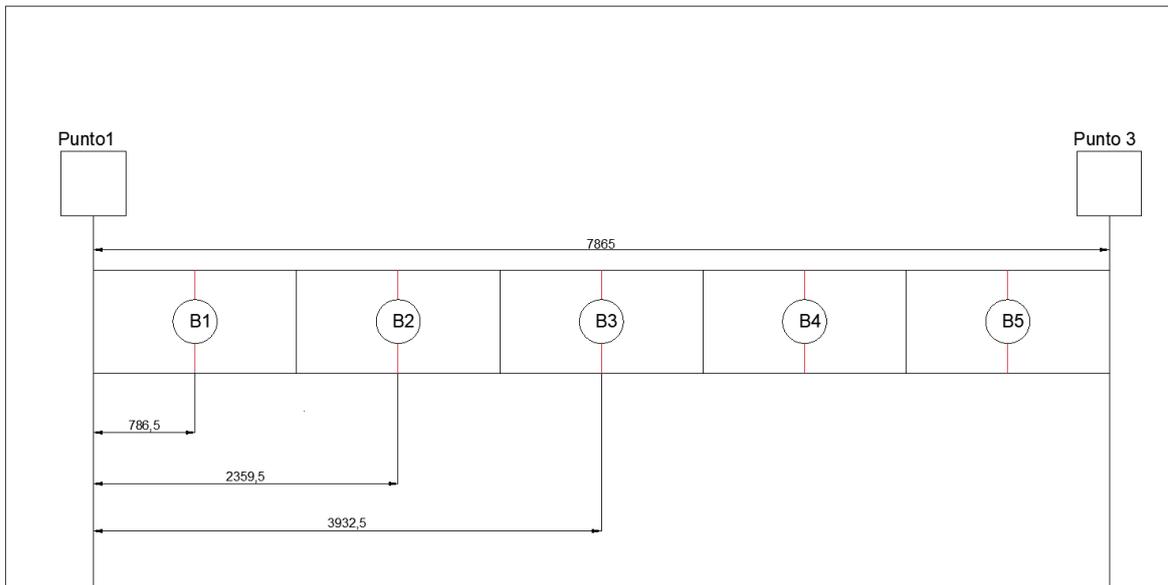


Figura 5.- Longitudes para el análisis. Fuente.

Aunque como se ve son 5 bombas será suficiente con analizar solo tres ya que las medidas se repetirán para para las otras dos que quedan. Es decir, en el primer que al tomar una cuarta longitud con referencia al punto 1 para la bomba 4, las distancia será la complementaria de la bomba 2 al punto tres el cual ya está siendo considerando, lo mismo pasará con una quinta medida de la bomba 5 al punto uno esta sería la misma distancia que el complemento de la distancia de la bomba 1 al punto 3.

b) Cargas para análisis.

Se tendrán tres cargas para el análisis las cuales serán la carga del peso de la bomba, el peso del polipasto y el propio peso de la estructura, este último será tomara de manera automática debido al análisis que se desarrollara con el programa Soliword ya que este tiene la facilidad de agregarle características físicas a los componentes de acuerdo a tu tipo de material que para el acero de las vigas es ASTM 572-Gr50 y para el resto de acero es STM A500.

El peso de la bomba se tomó de ficha técnica teniendo como características requeridas las rescatadas de la misma.

MODELO	KRS822	
POTENCIA	30	HP
VOLTAJE	440	V
DESCARGA	8	PULG
VELOCIDAD	1745	RPM
PESO	840	lb
	382	Kg

Tabla 7.- Características técnicas de la bomba. Fuente.

Las características del polipasto también se establecieron de su manual, este nos facilitó ciertas condiciones de funcionamiento como la aplicación de la carga en cada sujeción a la viga por parte de este.

Distancia entre ejes	100	mm
Peso del polipasto	39	kg
Modelo	DMK-SM2	
Carga máxima	500	kg
Diámetro de la rueda	52	mm
Ancho de rueda	15	mm

Tabla 8.- Características técnicas del polipasto eléctrico.

Polipasto con carro de empuje SM

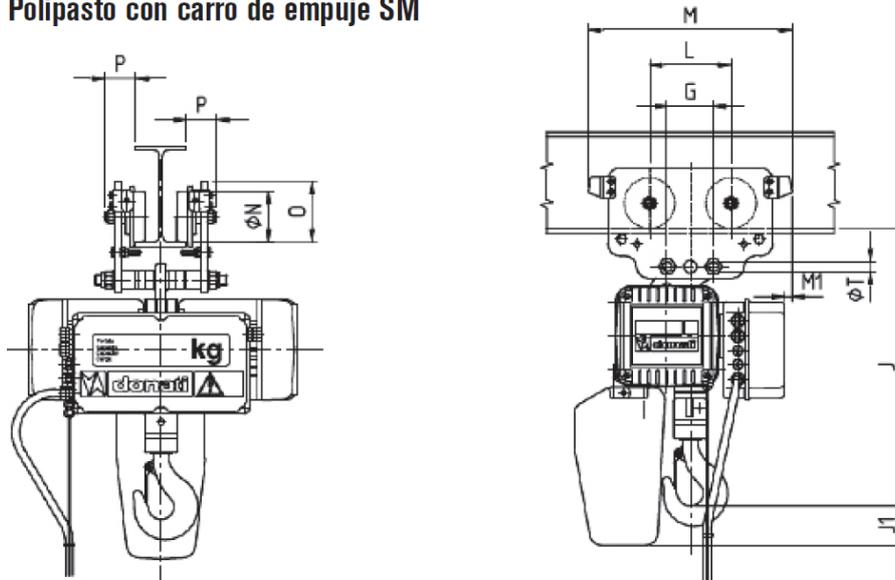


Figura 6.- Esquema del polipasto eléctrico DMK-SM.

El polipasto que se eligió tiene una capacidad de carga de 500 kilos y establece las condiciones de la aplicación de la fuerza en sus llantas que se acoplan a la viga.

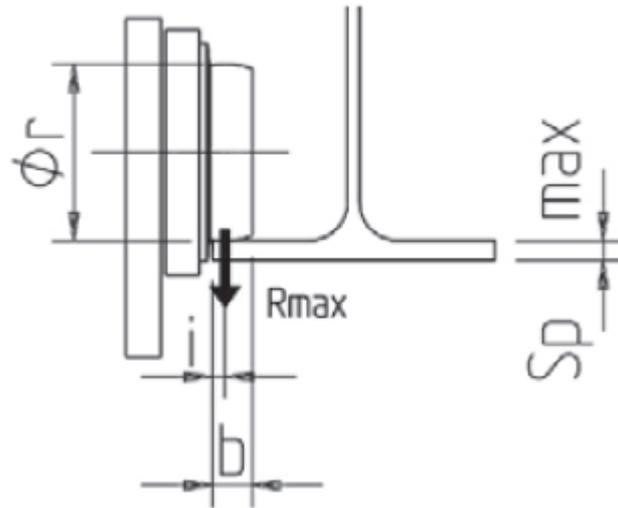


Figura 7.- Aplicación de fuerzas según manual.

Las reacciones para la máxima capacidad del polipasto que es de 500 kg, considerando el peso de la bomba y el peso propio del polipasto es de:

Carga por punto	154	kg
Puntos de apoyo	4	
Distancia del filo	5	mm
Carga máxima	500	kg
Peso del polipasto	39	kg

Tabla 9.- Carga por punto de apoyo.

Debido a que no se trabajara con toda la carga se le resto a cada reacción la diferencia entre carga máxima y la carga de trabajo que vendría a ser el peso de la bomba.

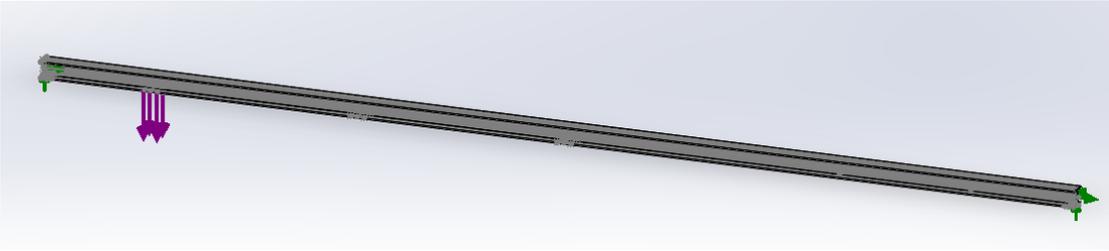
Peso de la bomba	382	kg
Peso del polipasto	39	kg
Peso real	421	kg
Peso total a disminuir	79	kg
Peso a disminuir por punto	19.75	kg
Reacción real	134.25	kg

Tabla 10.- Carga por punto de apoyo para peso real de la bomba.

c) Determinar factores de diseño.

El análisis se desarrolló para tres bombas según lo explicado en el ítem anterior. Analizando la viga riel se tuvo

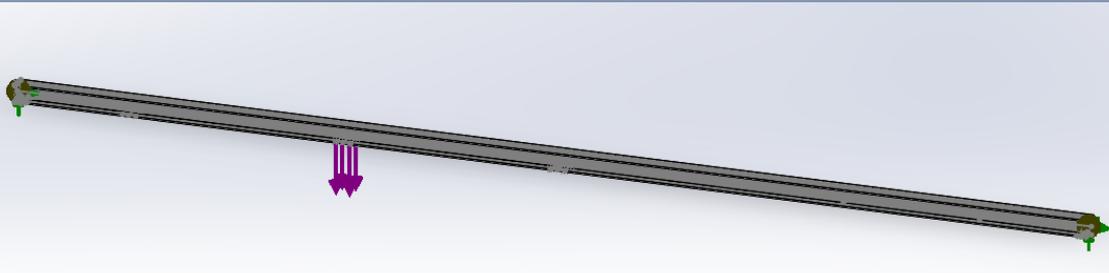
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.080e+002 Nodo: 144	1.550e+004 Nodo: 1



viga dos soportes W5-16-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Tabla 11.- Análisis para la bomba 1.

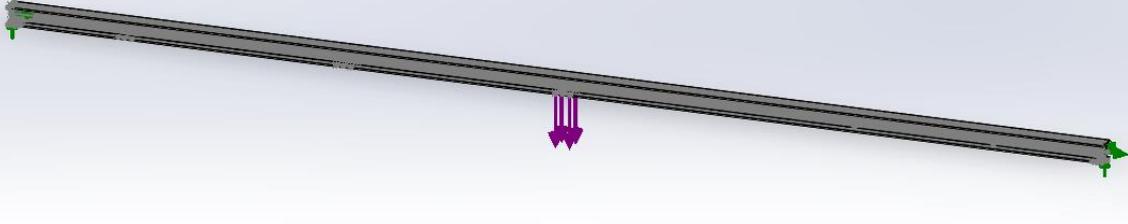
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	4.806e+001 Nodo: 112	5.336e+003 Nodo: 1



viga dos soportes W5-16-Análisis estático 2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Tabla 12.- Análisis para la bomba 2.

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	4.084e+001 Nodo: 80	3.309e+003 Nodo: 163



viga dos soportes W5-16-Análisis estático 3-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Tabla 13.- Análisis bomba 3.

Con lo que se tiene:

Análisis	Factor de seguridad	
	Máximo	Mínimo
1	1.55×10^4	1.08×10^2
2	5.34×10^3	4.80×10^1
3	3.31×10^3	4.08×10^1

Tabla 14.- Factores de seguridad.

El factor de seguridad para izaje no debe ser menor de 5 por lo que todos superan y por mucho este criterio. Para el análisis del pórtico se establecieron las reacciones en cada extremo teniendo:

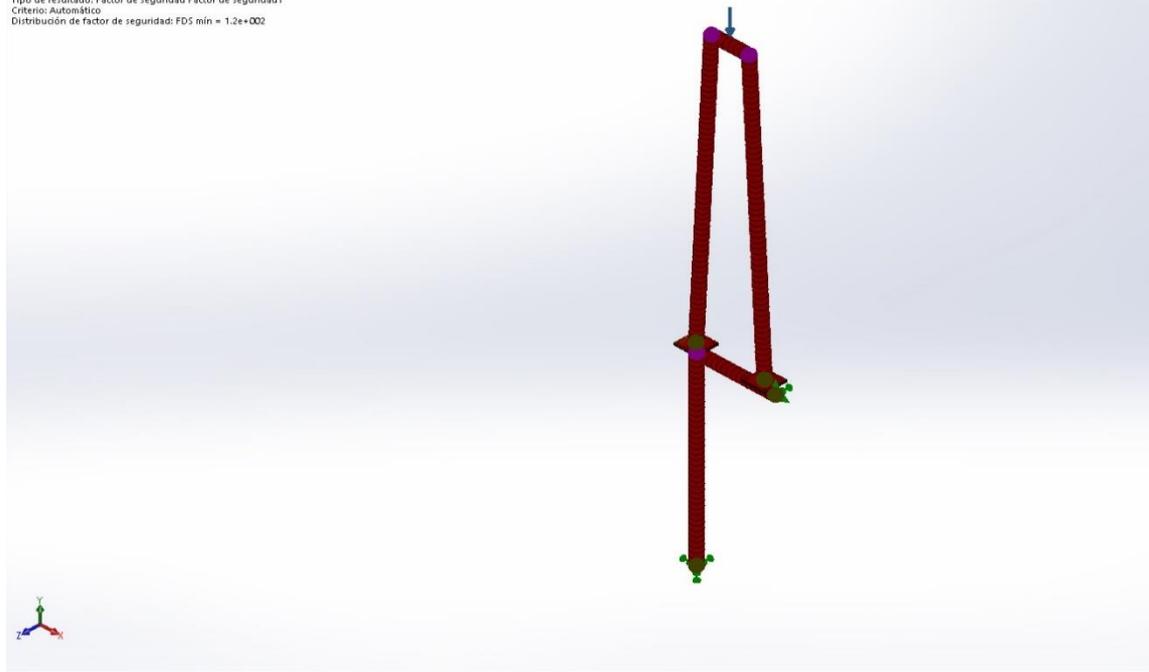
Reacciones	Pórtico 1		Pórtico 2	
	x	z	x	z
Bomba 1	416	2.91E-12	184	1.28E-12
Bomba 2	537	3.75E-12	63.2	4.42E-13
Bomba 3	296	2.07E-12	304	2.13E-12

Tabla 15.- reacciones en los extremos para cada análisis.

Se observa que las reacciones en el eje Z son insignificantes, siendo una fracción muy pequeña de la reacción en X por lo que se despreciaran como fuerza para el análisis. Al considerar que ambos pórticos son idénticos en su construcción se analizó solo la fuerza de mayor magnitud es decir con 537 kgf.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.195e+002 Nodo: 3479	1.721e+006 Nodo: 5044

Nombre del modelo: PARA DOS PORTICO
Nombre de estudio: Análisis estático 1-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.2e+002



PARA DOS PORTICO -Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Tabla 16.- Análisis del pórtico con fuerza mayor.

El análisis demuestra que el pórtico también cumple con el factor de seguridad ya que el mínimo es de 1.195×10^2 .

3.4. Realizar la evaluación económica según los evaluadores VAN y TIR.

a) Costos

Para realizar la evaluación económica se tendrá que establecer dos costos, en este caso se determinó según el presupuesto generado por una empresa proveedora de servicios a la minera. Teniendo los presupuestos a detalle en el anexo 4.

MANO DE OBRA	58%	S/ 15,469.30
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	18%	S/ 4,895.50
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO	24%	S/ 6,430.33
GASTOS GENERALES	0%	S/ -
SUB-TOTAL		S/ 26,795.13
UTILIDAD	8%	S/ 2,009.63
TOTAL (SIN IGV)		S/ 28,804.76

Tabla 17.- Costo de materiales e instalación de la estructura para montaje.

El costo del tecele eléctrico con carro móvil que se selecciono tiene un costo de S/. 4,500.00 según la consulta que se tuvo con el proveedor del catálogo que se adjunta en los anexos como fichas técnicas. Lo que hace que el sistema completo de izaje cueste S/. 33,304.76.

Para realizar el flujo de caja y establecer la evaluación económica se establece el ingreso como el ahorro que se realizara al evitarse los servicios de la empresa para el mantenimiento de las bombas también este se detalla en el anexo 4.

MANO DE OBRA (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)	79%	S/ 1,080.06
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)	9%	S/ 120.50
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)	13%	S/ 172.40
GASTOS GENERALES	0%	S/ -
SUB - TOTAL		S/ 1,372.96
UTILIDAD	15%	S/ 199.08
TOTAL. SIN IGV		S/ 1,572.04

Tabla 18.- costo de mantenimiento de las bombas sumergibles.

Los costos de operación que se incurrirán una vez establecida el nuevo sistema de izaje solo corresponderán al uso de personal para realizar el mantenimiento de las bombas.

ítem	Descripción	Cantidad	Costo diario	costo total
1	Técnico nivel 6	1	S/ 120.00	S/ 120.00
2	Técnico nivel 1	2	S/ 80.00	S/ 160.00
				S/ 280.00

Tabla 19.- Costo del personal para labor de mantenimiento con el nuevo sistema de izaje.

Debido a que, durante las labores de mantenimiento de las bombas por la empresa de servicios externa, también se tendrá que utilizar un técnico de nivel 6 para la supervisión de las labores, ya que estas deben cumplir con los estándares de calidad que requiere la empresa. El gasto de este no se tomará en cuenta por que tendría que aumentársele al gasto servicio de mantenimiento presupuestado, dejando así un costo de S/. 280.00 por mantenimiento de cada bomba.

El costo de mantenimiento del sistema solo involucra el mantenimiento del polipasto ya que le empresa el cual establece para ellos un costo de S/. 700.00 semestral.

ítem	Descripción	Periodo	costo	costo anual
1	mantenimiento del polipasto	semestral	S/ 700.00	S/ 1,400.00

Tabla 20.- Gasto anual del mantenimiento polipasto eléctrico.

Durante el año las bombas son retiradas por mes para dos acciones muy específicas:

- Mensual por revisión de componentes
- Trimestral por mantenimiento preventivo.

Los que hace que cada bomba sea retirada 12 veces anuales y en consideración con las cuatro el servicio de izaje ser realiza 48 veces anuales considerando las 4 bombas, este se realiza por día por lo que solo se hace la supervisión y mantenimiento de una bomba diaria.

Teniendo ya todas las referencias se establece los valores anuales para el flujo de caja.

Año	Inversión	Operación y mantenimiento	Ahorro	Flujo de caja
0	S/ 33,304.76			-S/ 33,304.76
1		S/ 9,080.00	S/ 75,457.72	S/ 66,377.72

Tabla 21.- Flujo de caja para evaluación económica.

Como se aprecia desde el primer año se realizará un ahorro de casi el doble del gasto, lo que hace más que obvio aceptar que el proyecto es factible, aunque teniendo esta seguridad se aplicó los indicadores VAN con una tasa de retorno del 12% anual y TIR teniendo:

TIR	99%	
VAN	S/25,961.06	12%

Tabla 22.- Evaluadores económicos.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación involucra el diseño de una sistema de izaje que se compone de una estructura armada en campo sobre el banco de bombas que se usa para drenar los remanentes del proceso de minado, y una polipasto eléctrico con carro para su movilización sobre todo el banco de bombas el cual se seleccionó de acuerdo a la capacidad de carga, este sistema pretende reemplazar el servicio de izaje que brinda la empresa se servicios externos Yanacocha para realizar el izaje de las bombas para su revisión o mantenimiento. Los datos se obtuvieron por medio de observación directa considerándose tres puntos de apoyo tentativos, pero referente a las condiciones de diseño que se sugirieron el diseño de la estructura arrojó factores de seguridad altísimos en consideración de los requeridos que según la normativa de izaje que toma como referencia la minera debe ser de mínimo 5.

La estructura considera una viga riel de ala ancha W5 x 16 la cual no se requerirá soldar para unirla ya que la medida de una viga es de 12 m mientras que para el sistema solo se requiere 7.865m, se sostendrá sobre dos pórticos cada uno a los extremos de los puntos que se establecieron como tentativos para su posición. En cuanto al polipasto este tiene un sistema de carro que permite sobre toda la longitud de la estructura, debido a que la última bomba cuenta con una tapa de acero suficiente para realizar el mantenimiento de la misma, el operador no tendrá que realizar ninguna manipulación de las bombas así se tendrá que las acciones ingresen dentro de la ley de Ergonomía donde se establece que cada persona no debe de cargar más de 25 kg, hasta el momento esta ley no se cumple debido a que algunas acciones dentro de la operación de izaje y transporte de las bombas exigen que los técnicos y el personal que se encuentra durante el trabajo que no es superior a 5 o 6 aporten fuerza física para moverla o levantarla siendo el peso de la bomba más de 380 kg, cada persona como mínimo levanta cerca de 65 kg, en el caso del sistema de izaje la bomba no será levantada en ningún momento por parte de los operadores ya que el polipasto podrá moverse con ella y colocarla sobre el carro de transporte o permitirá realizar las labores de mantenimiento mientras sostiene la bomba en el aire.

Se constata lo que menciona Tenelema (2014) en su investigación, un sistema de izaje permite mejorar el proceso de movimiento de cargas grandes o medianas debido a que mejora en gran medida la rapidez del trabajo volviéndolo más óptimo así como mejora la seguridad de los trabajadores debido a que estos no están involucrados en el movimiento de una carga que podría perjudicar su salud de manera directa debido a un golpe, o de manera indirecta debido a generarle una enfermedad ocupacional que se podría presentar en una edad más avanzada debido a las actividades de fuerza excesiva que aplico durante el proceso de movimiento o levantamiento de la carga.

También existe una gran similitud en la conclusión a la que llega Martínez (2016) en su investigación en la que establece que con el sistema izaje los tiempos de producción se aceleran mediante el sistema diseñado para la empresa, aunque a diferencia del objetivo de esta tesis no fue direccionado a bajar los tiempos sino a optimizar el sistema, pero se tomó el mismo criterio para determinar si el sistema sería más óptimo, es decir que se definió según el ahorro de tiempo para el izaje la optimización del sistema, logrando en la investigación de este informe disminuir un 14% el tiempo de izaje mediante el sistema propuesto. La conclusión que lleva a que el sistema debería implementarse es la evaluación económica por lo que se determina factible ya que se recuperara la inversión desde el primer año que se involucre el nuevo sistema. Aunque a diferencia del antecedente involucrado es esta investigación también se hace referencia a la seguridad que tienen los trabajadores al involucrarse en el levantamiento o movilidad de la bomba por parte de ellos mismo. Con el sistema propuesto esto no se presentará ya que el mismo sistema moverá y levantará la bomba para poder darle supervisión o mantenimiento.

Muy similar son las conclusiones en la investigación de Guerra (2015) donde se establece un ahorro de tiempo debido al sistema de transporte que se diseña para el ensamblaje de carrocería, al igual que este antecedente lo primero que se determino fue la evaluación del proceso para determinar las carencias que este tiene, en consecuencia la única irregularidad que se halló en el proceso en la manipulación de la bomba cuando es necesario moverla algunos centímetros de manera horizontal o vertical. Esta acción no es considerada desarrollarla por medio de la grúa por lo que se realiza como se menciona por parte del personal presente. El resto del proceso no tiene deficiencias ya que ninguno de los pasos que

se registró durante el procedimiento de izaje actual pudo ser excluido, esto es debido a que las acciones dentro de la minera son echas o propuestas por técnicos capacitados y supervisado por personal del nivel indicado, esto concuerda con el costo que involucra desarrollar un trabajo dentro de ella y es justo este elevado costo el que vuelve tan rentable la ejecución del diseño que se propone en este informe.

Al igual que Miles (2016) el sistema de izaje considera una grúa puente y este difiere con la investigación que se muestra en este informe, en que la selección del polipasto no se estableció con referencia a la estructura sino al peso con el que trabajara, aunque ambos fueron diseñados considerando el movimiento y la carga, lo que hace considerar que es el mismo criterio, ya que en el antecedente la grúa puente se dimensiona bajo el rango de peso que debe subir verticalmente. En esta investigación no fue correspondiente como lo hizo el antecedente a tener dos direcciones en el movimiento o traslado de la carga, en este caso solo se tuvo como referente el movimiento lineal en una sola dirección aparte del izaje vertical. Por lo que no fue necesario calcular motores adicionales al polipasto eléctrico que tiene el carro de translación para su movimiento incluido en el.

V. CONCLUSIONES

- Al evaluar las condiciones de trabajo actuales se determinaron dos aspectos primero el tiempo debido a los requerimientos de calidad y servicio que tiene la minera las acciones no se pueden reducir mediante una mejora del procedimiento, considerando que este sea manual, pero debido a que se busca un diseño más óptimo un sistema automatizado con una estructura para izaje, el tiempo se puede ahorrar en un 14%, por lo que se podría decir que el sistema se puede optimizar aún más. El otro aspecto es el de seguridad, aunque existe normativa que exige y referencia la minera para sus trabajos durante algunas acciones por ahorrar tiempo en la maniobra y ser a distancias cortas la bomba se mueva por la fuerza del personal que se encuentre en el lugar rompiendo la regla de ergonomía que exige solamente 25 kg de peso máximo por cada personal. Siendo hasta 6 las personas que han ayudado en esta acción el peso aproximado por cada persona son de 65

kg siendo totalmente inseguro el movimiento de la bomba (horizontal o vertical) cuando se decide realizarlo de manera manual.

- Los parámetros de diseño que se requieren solo fueron tres el primero fue la distancia entre los puntos de apoyo que existen en el sistema de bombeo se revisó el sistema en el sitio y se determinó tres puntos de apoyo considerando las coordenadas GPS para el primero en 6.998816 – 78.561409 y los otros dos se midieron a partir de este mediante cinta métrica a 3.395 m el segundo punto y 4.470 m el tercero con referencia al segundo punto haciendo una longitud total para el sistema de 7.865 m. el siguiente parámetro que se determinó fue la carga a soportar que en este caso es tanto el peso de la bomba que según su característica técnica es 382 kg. Aunque también debe soportar el peso del polipasto este se le sumó durante el análisis más no durante la selección de parámetros para el diseño. El último parámetro fue la velocidad de izaje, durante el proceso de izaje se tomó en cuenta mediante cronometro cuanto demora la bomba en estar a la altura de trabajo para el personal esta altura desde el punto de instalación de la bomba fue de 5 metros medida por cinta métrica y los tiempos fueron en los intervalos de 29 a 31 minutos dejando una velocidad promedio de 0.0028 m/s.
- El sistema de izaje conllevó al diseño de un sistema viga riel que está sostenida entre dos pórticos estos serán montados directamente en el sitio de su ubicación dentro del banco de bombas. La selección del polipasto fue solamente debido a la carga a levantar siendo esta de 382kg se seleccionó un polipasto de 500kg como carga máxima lo que deja un buen margen para alguna eventualidad. Se justificó el diseño por medio del modelamiento en el software Solid Word estableciéndose para esto un factor de diseño según la norma de izaje de 5, llegando a la conclusión que el diseño es justificado debido a que el factor de diseño mínimo fue de 40.8 lo que establece un gran rango para la aparición de eventualidades.
- La evaluación económica estableció tres tipos de costos el primero el de construcción e instalación de todo el sistema que se cotizó de dos maneras una cotización fue de la fabricación y montaje de la estructura y el otro de la compra del polipasto siendo un total de S/. 33,304.76. el siguiente fue del ahorro que se originara si se instala el sistema de izaje completo siendo este ahorro el dejar de pedir el servicio de izaje a la empresa que lo brinda hasta el momento cuyo costo

es de S/. 1,572.04. y por último el costo de operación y mantenimiento que haciende a S/. 160.00 por izaje en cuanto a operación y siendo el izaje necesario 4 veces por mes esta acción tanto como el servicio que se da actualmente es de 48 veces anuales, también se consideró el mantenimiento del polipasto que según la empresa es de S/. 700.00 semestrales, según la evaluación económica el costo de inversión se recuperará el primer año teniendo unos indicadores TIR y VAN altísimos de 99% y S/. 25,96.06, considerando este proyecto como factible.

VI. RECOMENDACIONES

- Aunque la minera tiene estrictos controles en cuanto a la seguridad de las acciones que se toman. Existen pequeñas acciones como el movimiento de la bomba de 382 kg tanto vertical como horizontalmente en distancias pequeñas, que figuran un riesgo por lo que si no son observadas podrían concluir en un accidente. Debe hacerse referencia de manera muy clara a evitarse tales acciones para que se reduzca la posibilidad de riesgo.
- Los parámetros podrían ampliarse para poder realizar un trabajo de mayor precisión, lo que requiere que exista un formato de control para las acciones de izaje en el desempeño de mantenimiento.
- El sistema de izaje puede optimizarse reduciendo el factor de seguridad a lo estipulado por la norma de izaje a 5 lo que lograría un gran ahorro en el costo del material a utilizar.
- Realizar de manera pronta el proyecto ya que el estudio estableció que es factible, lo que se también involucra un formato y tiempo de pruebas para determinar que de verdad se logró el objetivo.

REFERENCIAS.

Alban Nuñez, Alan Carlos. 2017. *Propuesta de implementación del método 5S en trabajos de mantenimiento de estaciones de bombeo en el Grupo Bananero Pereira.* Facultad de Ingeniería Industrial: Departamento Académico de Titulación, Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2017. pág. 70, Tesis de Pregrado.

Aydin, Luna Mayta Guillermo. 2016. *Mejora del proceso de cambio de cables de Acero en el Sistema de Izaje en Piques de Socavón de la.* Lima : s.n., 2016. pág. 56.

Ayque, Medina. 2014. “*SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL DEL PIQUE 718 CON WINCHE DE.* Puno : s.n., 2014. pág. 74.

Barreto inca, Celestino. 2017. *Optimización del sistema de bombeo - construcción y drenaje - Unidad Minera Antapaccay.* Facultad de Geología, Geofísica y Minas: Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa : s.n., 2017. pág. 157, Tesis Pregrado.

Bombas para Lodos. **AB, Metso Minerals (Sweden). 2015.** Suecia : s.n., 2015, pág. 204.

Caceda Corilloclla, Juan Antenor y Perez Villaverde, Jean Carlos. 2015. *Proyecto Pique Central para explotación debajo de nivel 1400 - Sociedad Minera Austria Duvaz SAC.* Facultad de Ingeniería en Minas, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2015. pág. 124, Tesis Pregrado.

Eduardo, Sevillano Gainza Gonzalo. 2014. *Diseño Mecánico de un Simulador de Marcha Normal basado en la Plataforma Stewart-Gough.* Lima . Lima : s.n., 2014. pág. 113.

Elena, Blanco Romero María. 2018. *Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contexto de comunidades en desarrollo.* Barcelona : s.n., 2018. pág. 189.

Flores de la Colina, Miguel. 2015. *Análisis técnico y financiamiento de las máquinas de elevación.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puentes, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid : s.n., 2015. pág. 252, Tesis Doctoral.

Guerra Perez, Jorge Luis. 2015. *Sistemas de Transporte para el Embalaje de Estructuras de Carrocerías en la Empresa Picoso CIA. LTDA.* Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica: Carrera de Ingeniería Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2015. pág. 183, Tesis Pregrado.

Huichi, Fernandez. 2017. *IMPLEMENTACIÓN DEL SKIP CON GUIADERAS DE MADERA PARA LA PROFUNDIDAD DEL PIQUE INCLINADO 90 E INCREMENTO DE EXTRACCIÓN DE MINERA LA ESPAÑOLA S.A.* Puno : s.n., 2017. pág. 113.

La Confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. **Mesa Grajales, Dairo H, Ortiz Sanchez, Yesid y Pinzon, Manuel. 2006.** 3, Mayo de 2006, Scientia et Technica Año XII, pág. 6. 0122-1701.

Martinez Ribes, David. 2016. *Diseño y calculo de la estructura de una grua portico de 50 t de capacidad y 50 m de luz.* Escuela Superiro de Tecnologia y Ciencias Experimentales, Universidad Jaime. Castellon de la Plana : s.n., 2016. pág. 155, Tesis de Pregrado.

Mieles Miranda, Christian Andres. 2016. *Diseño de un Puente Grua Tipo Monoriel de 1 Tonelada de Capacidad.* Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion, Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil : s.n., 2016. pág. 165, Tesis de Pregrado.

Mijangos Rivas, Jose Maria. 2014. *Diseño, instalacion, energizacion y puesta en operacion de equipo electromecanic, aplicando equipo submonitor en posos profundos.* Facultad de Ingenieria: Escuela de Ingenieria Mecanica Electrica, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2014. pág. 181, Tesis pregrado.

Rodriguez Ayala, Yover Michel. 2014. *Mejoramiento del sistema de bombeo para evacuacion eficiente de aguas subterranas en Volcan Compañia Minera SAA - Unidad San Cristobal.* Facultad de Ingenieria Mecanica, Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2014. pág. 79, Tesis Pregrado.

Tenelema Quitio, Oscar Jamil. 2014. *Diseño y Simulacion de un Puente Grua de Cinco Toneladas.* Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion, Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaqueil : s.n., 2014. pág. 196, Tesis de Pregrado.

ANEXOS

ANEXO 01.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha de observación directa

Punto	X	y
1	6.9988116	78.561409
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

El diagrama muestra una línea horizontal con tres puntos etiquetados como Punto 1, Punto 2 y Punto 3. Debajo de cada etiqueta hay un cuadro vacío. Una línea horizontal conecta los puntos, con una flecha que apunta a la izquierda desde Punto 2 hacia Punto 1, y una flecha que apunta a la derecha desde Punto 2 hacia Punto 3. El valor 3395 está escrito debajo de la línea entre Punto 1 y Punto 2, y el valor 4470 está escrito debajo de la línea entre Punto 2 y Punto 3.

Ficha de observación directa

Fecha

07/08/2019

N°	Acción	Tiempo		
		Inicio	Final	Diferencia
1	TRANSLADAR PERSONAL Y HERRAMIENTAS	09:00:00	09:30:00	00:30:00
2	INSTALAR EL TECLE MANUAL AL PUNTO DE IZAJE	09:30:00	09:50:00	00:20:00
3	BAJADA DE GANCHO PARA CONECTAR LA BOMBA	09:50:00	10:20:00	00:30:00
4	ENGANCHAR LA BOMBA	10:20:00	10:30:00	00:10:00
5	IZAJE DE LA BOMBA	10:30:00	11:00:00	00:30:00
6	DESCENZO DE LA BOMBA	11:00:00	11:30:00	00:30:00
7	SUBIDA DEL GANCHO LIBRE DE PESO	11:30:00	11:50:00	00:20:00
8	DESISTALAR EL TECLE MANUAL	11:50:00	12:05:00	00:15:00

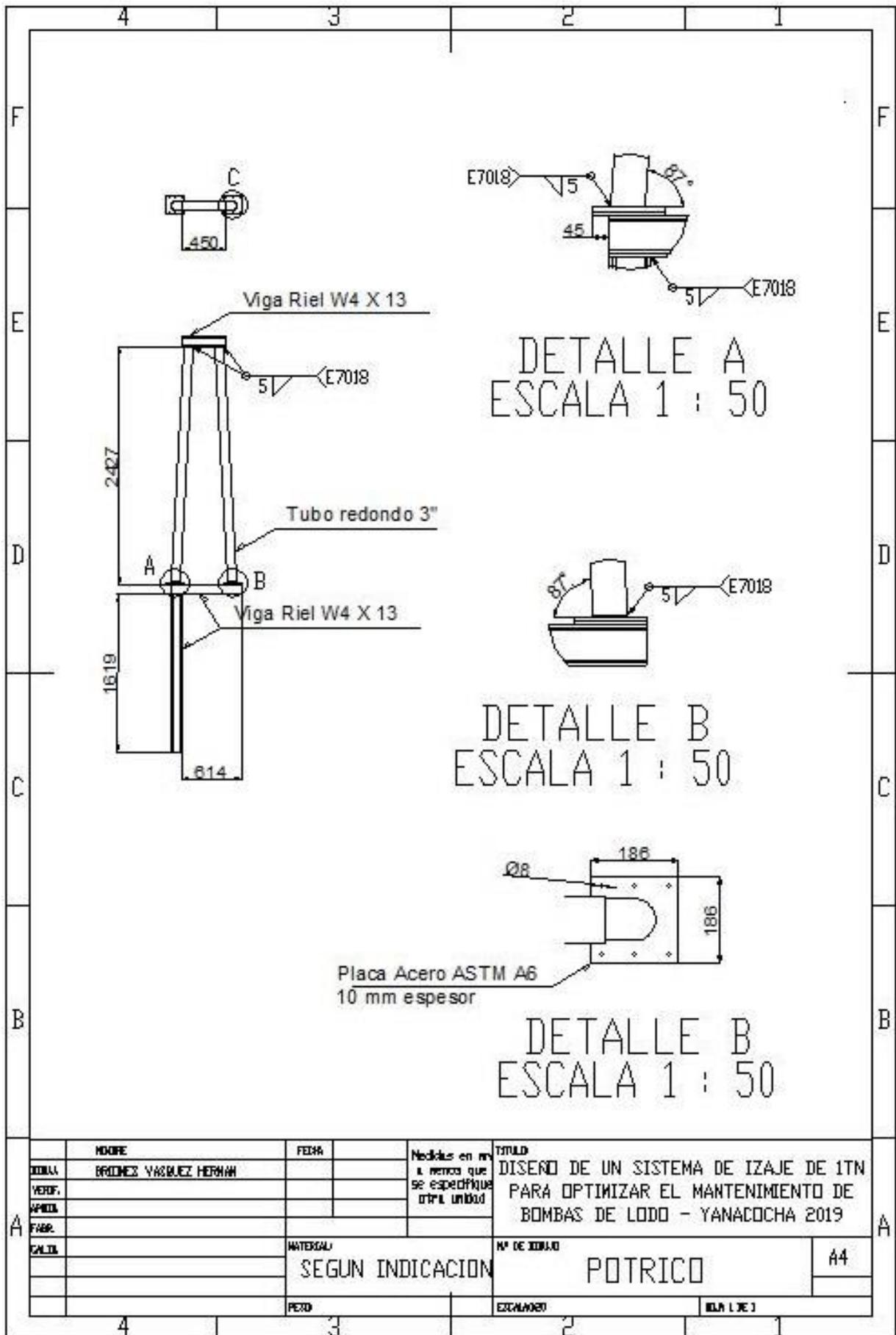
FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS DE IZAJE

Bombas	Distancia	Tiempo		Velocidad
	m	cronometro	s	m/s
1	5	00:31:00	1860.00	0.0027
2	5	00:29:05	1745.00	0.0029
3	5	00:30:10	1810.00	0.0028

ANEXO 02.- PLANOS



	NOMBRE	FECHA	Medidas en mm o menos que se especifique otro. unidad	TITULO	
	BRUNHS VASQUEZ HERNAN			DISEÑO DE UN SISTEMA DE IZAJE DE 1TN PARA OPTIMIZAR EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE LODO - YANACocha 2019	
	VERIF.			Nº DE DIBUJO	
	APROB.			ARMADO COMPLETO	
	FABR.			A4	
	CALDA.		MATERIAL	Nº DE DIBUJO	
			SEGUN INDICACION	ARMADO COMPLETO	
			PESO	ESCALA	HOJA 1 DE 1



ANEXO 03.- FICHA TÉCNICA

tubos

Los Tubos Aceros Arequipa son los únicos que poseen un acabado perfecto, limpio de rebordes y costura uniforme. No tienen abolladuras en los extremos, lo que permite aprovechar todo el tubo. Libres de óxido y corrosión.

Contamos con una gama completa de medidas y acabados para todos los usos. Se abastecen largos especiales a pedido.

Tubo LAC ASTM A500



Designación Nominal		Dimensión exterior (mm)	Esesores (mm)								
Designación Nominal	Designación Nominal		1.5	1.8	2	2.5	3	4	4.5	6	
REDONDO	DIAM. NOMINAL	1/2	21.3		0.866	0.952	1.159				
		3/4	26.7		1.105	1.218	1.492				
		1	33.4		1.403	1.549	1.905	2.249			
		1 1/4	42.2		1.793	1.983	2.448	2.900			
		1 1/2	48.3		2.064	2.284	2.824	3.351			
		2	60.3		2.597	2.876	3.564	4.239			
		2 1/2	73.0			3.502	4.347	5.179			
		3	88.9			4.285	5.327	6.355			
		4	114.3			5.539	6.892	8.234			
		CUADRADO	L.E.	-	25x25	1.061		1.460			
-	30x30			1.300		1.700					
-	40x40			1.770		2.244		3.320			
-	50x50			2.250		3.122	3.872	4.316			
2	50.8					3.122	3.872	4.316			
-	75x75					4.500	5.560	6.810			
4	101.6					6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	
-	100x100					6.165	7.675	9.174	12.133	13.594	16.980
-	20x40			1.354		1.700					
RECTANGULAR	L.E.			-	25x50	1.650		2.251			
		-	40x60	2.260		3.033	3.600	4.250			
		-	40x80	2.710		3.660	4.390	5.190			
		-	50x75					5.423			
		-	50x100			4.500	5.560	6.600	8.590		
		-	50x150			6.165	7.676	9.174	11.730		

■ Negro y Galvanizado

NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la Norma ASTM A500.

DESCRIPCIÓN:

Tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente (LAC), utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

PRESENTACIÓN:

Longitud
 Redondos : 6.40 y 6 m.
 Cuadrados : 6 m.
 Rectangulares : 6 m.
 Otras longitudes a pedido.

Acabado de extremos: Refrentado (plano), limpio de rebordes.
 Recubrimiento : Negro Galvanizado (mínimo 120 gr / m²)

USOS:

Estructuras livianas y pesadas diversas, tijerales, postes, cercos perimétricos, carrocerías, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Redondo:

Resistencia a la Tracción (Mpa)	Grado A	Grado B
Límite de Fluencia (Mpa)	310	400
	230	290

Cuadrado y Rectangular:

Resistencia a la Tracción mín. (Mpa)	Grado A	Grado B
Límite de Fluencia mín. (Mpa)	310	400
	270	315

PERFIL H AMERICANO DE ALA ANCHA - WF

ASTM A 6/A 6M - 07

DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO

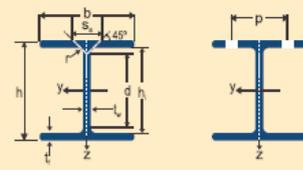


Tabla 1-a

Designación	Altaura		Ala		Distancia				Área	Peso		Superficie		Eje Y-Y			Eje Z-Z			Mód. plástico		Inercia Tors.	
	h	t _w	b	t _f	r	h ₁	d	Pmín		Pmáx	A ₁	A ₂	L _y	W _y	I _y	L _z	W _z	I _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _p		
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	kg/m	lbs/ft	m ² /m	m ² /ft	x10 ⁴	x10 ³	x10 ⁴	x10 ³	x10 ³	x10 ³	x10 ³	x10 ⁴	
W 4 x 13	106	7.1	103	8.8	6	88.4	76.4	-	-	24.7	19.3	13	0.599	30.902	476	89.79	4.39	161	31.19	2.55	103.3	47.9	6.52
W 5 x 16	127	6.1	127	9.1	8	108.8	92.8	60	70	30.3	23.8	16	0.736	30.946	886	139.50	5.41	311	48.98	3.20	157.2	74.7	8.10
W 5 x 19	131	6.9	128	10.9	8	109.2	93.2	62	70	36.0	28.1	19	0.746	26.423	1.099	167.70	5.53	381	59.60	3.26	190.9	90.9	13.33
W 6 x 9	150	4.3	100	5.5	6	139	127	-	-	17.3	13.5	9	0.681	50.193	686	91.40	6.29	92	18.36	2.30	102.4	28.3	1.74
W 6 x 12	153	5.8	102	7.1	6	138.4	126.4	-	-	22.8	18.0	12	0.692	38.596	916	122.10	6.33	126	25.37	2.36	138.6	39.3	3.86
W 6 x 16	160	6.6	102	10.3	6	139.4	127.4	-	-	30.5	24.0	16	0.704	29.404	1.342	167.80	6.63	183	35.80	2.45	191.5	55.2	9.35
W 6 x 15	152	5.8	152	6.6	6	138.8	126.8	70	82	28.4	22.5	15	0.890	39.893	1.206	158.60	6.51	387	50.87	3.68	176.1	77.6	4.34
W 6 x 20	157	6.6	153	9.3	6	138.4	126.4	72	84	37.9	29.8	20	0.902	30.333	1.714	218.40	6.73	556	72.62	3.83	243.9	110.5	10.16
W 6 x 25	162	8.1	154	11.6	6	138.8	126.8	74	84	47.3	37.1	25	0.913	24.613	2.220	274.10	6.85	707	91.79	3.86	309.9	140.0	19.51

POLIPASTO ELÉCTRICO DE CADENA

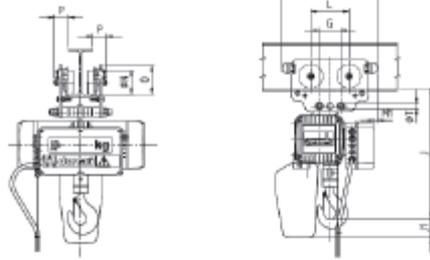


WORKS FOR YOU.

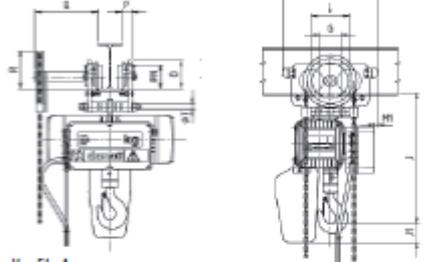
POLIPASTOS ELÉCTRICOS DE CADENA SERIE DMK CON CARROS DE TRASLACIÓN SERIE DMT

DIMENSIONES TOTALES - PESOS

Polipasto con carro de empuje SM

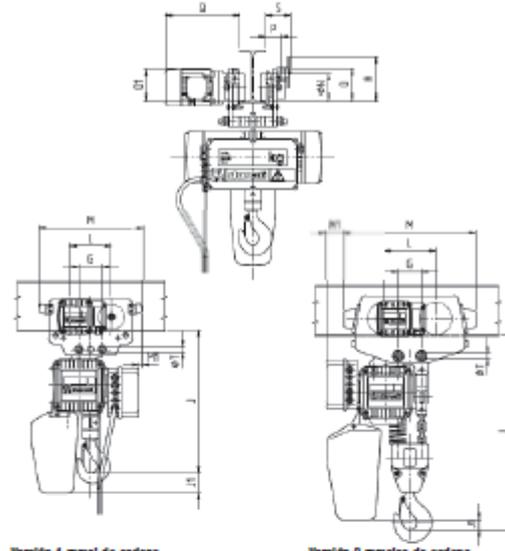


Polipasto con carro de cadena CM



J1 = E1 - A

Polipasto con carro eléctrico EM



Versión 1 ramal de cadena

Versión 2 ramales de cadena

Tamaño DMK	Ramales cadena	Tipo DMT	*Peso polipasto carro (kg)	***J	L	M	M1	Dimensiones totales (mm)											
				Φ N D **D1 P **Q R S Φ T															
1	1	SM2	29	340	100	236	54	52	72	/	20	/	/	/	/	/	M10		
	1	EM3	58	355	135	362	-10	80	98	100(108)	54	260(280)	165	90	/	M14			
	1	CM3	41	355	135	362	-10	80	98	/	54	240	108	/	M14				
2	1	SM2	39	375	100	236	58	52	72	/	20	/	/	/	/	M10			
	1	EM3	88	390	135	362	-6	80	98	100(108)	54	260(280)	165	90	/	M14			
	1	CM3	51	390	135	362	-6	80	98	/	54	240	108	/	M14				
3	1	SM3	62	462	135	362	-3	80	98	/	54	/	/	/	/	M14			
	1	EM3	85	462	135	362	-3	80	98	100(108)	54	260(280)	165	90	/	M14			
	1	CM3	68	462	135	362	-3	80	98	/	54	240	108	/	M14				
4	1	SM4	105	560	160	402	-15	100	120	/	60	/	/	/	/	M20			
	1	EM4	130	560	160	402	-15	100	120	100/(118)	60	266(286)	165	96	/	M20			
	1	CM4	115	560	165	402	-15	100	120	/	60	264	160	/	M20				
	2	SM5	160	755	201	510	70	125	155	/	55	/	/	/	/	M24			
	2	EM5	190	755	201	510	70	125	155	130(130)	55	282(282)	208	110	/	M24			
	2	CM5	170	755	201	510	70	125	155	/	55	350	198	/	M24				

* Peso relativo al polipasto con 3 m de carrera gancho.

** Entre paréntesis las cotas relativas al carro de 2 velocidades.

*** SM3/EM3/CM3: per ala > de 220 mm hasta 400 mm la cota J aumenta en 70 mm

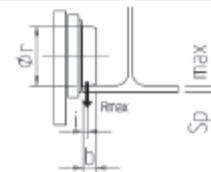
*** SM4/EM4/CM4: per ala > de 220 mm hasta 400 mm la cota J aumenta en 60 mm

*** SM5/EM5/CM5: per ala > de 220 mm hasta 400 mm la cota J aumenta en 75 mm

N.B. Cuando el polipasto está equipado con F.C. subida/bajada, la cota J sufre el incremento dado por las cotas A y E de pag.11 y de la cota relativa a la caja recogecadena

REACCIONES MÁXIMAS RUEDAS CARROS DMT EN EL ALA DE LA VIGA

Tamaño DMK	Capacidad máx (kg)	Tipo de carro DMT	Φ r	i	b	*R máx (kg)	Sp máx	Dimensiones totales (mm)	
1	250	SM2	52	5	15	80	17		
		EM3/CM3	80	7	16	87	22		
2	500	SM2	52	5	15	154	17		
		EM3/CM3	80	7	16	161	22		
3	1000	SM3	80	7	16	309	22		
		EM3/CM3	80	7	16	309	22		
4	2000	SM4	100	9	19	608	24		
		EM4/CM4	100	9	19	608	24		
4	4000	SM5	125	14	29	1163	20		
		EM5/CM5	125	14	29	1163	20		



* R máx calculada considerando un coeficiente dinámico de 1.15 y ningún coeficiente de aumento "M"

TEREX | DONATI

ANEXO 04.- PRESUPUESTOS

SERVICIOS PUNTUALES, MENORES Y NO REPETITIVOS DE MANTENIMIENTO					
		DISEÑO DE VIGA RIEL PARA IZAJE DE BOMBAS EN LA QUINUA			
		ALCANCE DEL SERVICIO / SCOPE OF WORK DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO A REQUERIR (DEFINICIÓN BASE DE ACTIVIDADES A CARGO DE YANACOCHA)			
1	TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
2	FABRICACIÓN DE PORTICO N°01				
3	FABRICACIÓN DE PORTICO N°02				
4	FABRICACIÓN DE PORTICO N°03				
5	MONTAJE DE PORTICO N°01				
6	MONTAJE DE PORTICO N°02				
7	MONTAJE DE PORTICO N°03				
8	MONTAJE DE VIGA RIEL				
9	ORDEN Y LIMPIEZA				
10					
11					
12					
PLAZO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO					12 días
MANO DE OBRA (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
Item	PUESTO DE TRABAJO	UnId	Cant. H-H	Valor H/h	V.TOTAL
2	SOLDADOR 3G		170	S/21.65	S/3,680.50
5	OFICIAL SOLDADOR		120	S/16.10	S/1,932.00
6	INSPECTOR DE SOLDADURA		60	S/27.55	S/1,653.00
9	TÉCNICO MECÁNICO/MONTAJISTA		350	S/17.88	S/6,258.00
14	CALDERERO		90	S/21.62	S/1,945.80
VALOR TOTAL DE LA MANO DE OBRA					S/15,469.30
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
Item	DESCRIPCIÓN	Und.	H-Maq.	C.UNITARIO	V.TOTAL
1	Amoladora/ Esmeril 4.5"		120	S/1.30	S/156.00
2	Amoladora/ Esmeril 7"		120	S/1.50	S/180.00
3	Andamios para altura (01cuerpo)		600	S/3.66	S/2,196.00
4	Anemómetro		50	S/0.69	S/34.50
5	Baranda para andamio (01 baranda)		150	S/1.66	S/249.00
7	Camión Grúa Hlab-300		3	S/292.50	S/877.50
22	Extensión 220 v		120	S/0.80	S/96.00
23	Extensión 440 v		120	S/1.00	S/120.00
24	Extintores x 9 kg		120	S/0.60	S/72.00
31	Herramientas Manuales Electricista		30	S/1.95	S/58.50
38	Maquina Soldar 440 Amp		120	S/4.06	S/487.20
46	Tablero eléctrico		120	S/2.24	S/268.80
53	Tecele 2 toneladas		50	S/2.00	S/100.00
VALOR TOTAL DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					S/4,895.50
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
Item	DESCRIPCIÓN	Und	Cant	C.UNITARIO	V.TOTAL
342	PLANCHA LAC(3/8)9.0x1200x2400mm	UND	1	S/528.00	S/528.00
599	TUBO SCH 40 SC/A53/106/3"x6.0mt	UND	3	S/244.00	S/732.00
634	VIGA "H" 4"x13 Lb/Pie - 6 Metros	UND	2	S/418.00	S/836.00
636	VIGA "H" 5"x16 Lb/Pie - 9 Metros	UND	1	S/1,059.00	S/1,059.00
917	DISCO DE CORTE 4 1/2" PARA FIERRO	UND	30	S/4.92	S/147.48
919	DISCO DE CORTE 7" PARA FIERRO	UND	30	S/6.12	S/183.60
921	DISCO DESBASTE 4 1/2" PARA FIERRO	UND	15	S/7.55	S/113.25
922	DISCO DESBASTE DE 7" PARA FIERRO	UND	10	S/8.64	S/86.40
926	ESCOBILLA DE ACERO CIRCULAR 4 1/2"	UND	10	S/21.86	S/218.60
927	ESCOBILLA DE ACERO CIRCULAR 7"	UND	8	S/29.40	S/235.20
960	SOLDADURA 6011 x 3/32"	KG	20	S/16.74	S/334.80
963	SOLDADURA 7018 x 1/8" (SUPERCITO)	KG	20	S/12.78	S/255.60
	AFLOJATODO WD-40	UND	2	S/33.20	S/66.40
	LIQUIDOS PENETRANTES	KIT	2	S/320.00	S/640.00
	FILTROS 2097 3M	UND	10	S/25.00	S/250.00
	GUANTES ANTI CORTE Nivel-5 HyFlex	PAR	10	S/40.80	S/408.00
	GUANTES SHOWA HyFlex	PAR	3	S/33.00	S/99.00
	TIVEK BLANCO	UND	10	S/23.70	S/237.00
VALOR TOTAL APLICACIÓN /CONSUMO					S/6,430.33
DOCUMENTOS DE REFERENCIA (A SER DEFINIDO POR YANACOCHA)					
1	PLANO N°:				
2					
COMPOSICIÓN DE COSTOS					
			Porcentaje	S/	
MANO DE OBRA			57.70%	S/15,469.30	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			18.30%	S/4,895.50	
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO			24.00%	S/6,430.33	
GASTOS GENERALES			0.00%	S/ -	
UTILIDAD			7.50%	S/2,009.63	
TOTAL (SIN IGV)			S/28,804.76		

Presupuesto del servicio de mantenimiento de la bomba

SERVICIO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE EQUIPOS DE PLANTAS DE PROCESOS – YANACOCHA		ADM. CONTRAT	N°	207-01223	
		SOLICITANTE			
		N° PR			
		PLANTA CARBÓN LQ - SAND	VISITA TÉCNICA EMISIÓN		
		Desmontaje de bomba tsurumi 30HP	20/08/2019		
ALCANCE DEL SERVICIO / SCOPE OF WORK					
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO A REQUERIR					
1	PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD				
2	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
3	DESCONECCIÓN ELÉCTRICA DE BOMBA TSURUMI 30HP				
4	DESMONTAJE DE BOMBA TSURUMI 30HP				
5	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
6	ORDEN Y LIMPIEZA DE ÁREA DE TRABAJO				
7					
PLAZO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO					
MANO DE OBRA (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
ÍTEM	PUESTO DE TRABAJO	Cant. H-H	Valor H/h	Valor Total	
1	Supervisor	5	S/. 52.00	S/. 260.00	
2	Supervisor de Seguridad y Medio Ambiente	3	S/. 52.00	S/. 156.00	
3	Capataz		S/. 32.66	S/. -	
4	Mecánicos	10	S/. 28.85	S/. 288.49	
5	Calderero		S/. 28.85	S/. -	
6	Soldador 3G		S/. 27.32	S/. -	
7	Soldador 6G		S/. 47.90	S/. -	
8	Técnico Mecánico y Montajista		S/. 32.66	S/. -	
9	Operario Mecánico y Montajista	10	S/. 25.04	S/. 250.38	
10	Operador de camioneta	5	S/. 25.04	S/. 125.19	
11					
12					
13					
VALOR TOTAL DE LA MANO DE OBRA				S/. 1,080.06	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	H-MAQ	CANT	C.UNITARIO	V.TOTAL
1	Maletín Herramientas menores Mecánicos	5	1	S/. 6.60	S/. 33.00
2	Camioneta 4*4	5	1	S/. 17.50	S/. 87.50
3					
4					
5					
6					
VALOR TOTAL DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				S/. 120.50	
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	C.UNITARIO	V.TOTAL
1	Tivex Blanco	UNID	4	S/. 23.10	S/. 92.40
2	Guantes	UNID	4	S/. 20.00	S/. 80.00
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
VALOR TOTAL APLICACIÓN / CONSUMO				S/. 172.40	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA (A SER DEFINIDO POR YANACOCHA)					
1	PLANO N°				
2					
3					
COMPOSICIÓN DE COSTOS					
				PORCENTUAL	USD
MANO DE OBRA (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)				79%	S/. 1,080.06
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)				9%	S/. 120.50
MATERIAL DE APLICACIÓN / CONSUMO (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)				13%	S/. 172.40
GASTOS GENERALES					S/. -
UTILIDAD				14.50%	S/. 199.08
VALOR TOTAL SIN IGV				S/.	1,572.04

RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTAS (LAS BÁSICAS A SER DIFINIDAS POR YANACOCHA)	
Operar con sus propios recursos financieros, técnicos y materiales, con autonomía técnica y funcional, asumiendo las tareas contratadas por su cuenta y riesgo, y con personal que se halle bajo su exclusiva subordinación.	
Proveer los Equipos de Protección Personal (EPP) necesarios, a los recursos humanos que pudiera utilizar para la correcta ejecución del servicio, de acuerdo con los Manuales de Prevención de Pérdidas.	
Proveer, por su propia cuenta, costo y riesgo, de movilidad para el transporte, desde Cajamarca hasta el Lugar de Trabajo y viceversa. Así como, la alimentación necesaria.	
Contratar o mantener vigentes las pólizas que fuesen requeridos por ley y aquéllos que YANACOCHA pudiera exigir por razones de seguridad en las operaciones al interior de sus instalaciones.	
OBSERVACIONES (A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)	
HORARIO DE TRABAJO (DE 7.00 AM HASTA 5.00 PM)	
ASPECTOS COMERCIALES	
CONDICIÓN DE PAGO	
VALIDES DE LA PROPUESTA	
MODALIDAD	
INICIO DE LOS SERVICIOS	(A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA)
<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> RESPONSABLE DEL CONTRATISTA	