



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño de banco de pruebas para bombas oleohidráulicas de hasta 350bar para reducir
retrabajos en la planta de procesos Gold Mill-Yanacocha”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Cristian Milsen Vásquez Machuca (ORCID: 0000-0002-7044-0234)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

Chiclayo-Perú

2019

Dedicatoria

Dedicado a los seres que son parte de mi vida, a mi pequeña hija que es el motor e inspiración de mis días, persona que motiva a seguir adelante y amplía mis ganas de superación, además, a la mujer que me dio el regalo más grande del mundo, mujer que cuida y educa a mi princesa, mi esposa.

También dedico este trabajo a aquellas personas que me dieron la vida, seres que desde los inicios de mis días hicieron sentir su apoyo incondicional, que hicieron lo posible por verme ser quien soy, y dieron muchas cosas por mí, a mis padres.

Cristian Milsen Vásquez Machuca

Agradecimiento

A todos los miembros de mi familia, por estar presentes en cada momento que nos necesitamos, y por ser una familia muy unida.

Cristian Milsen Vásquez Machuca

Declaratoria de autenticidad



YO, Cristian Milsen Vásquez Machuca, de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo, Filial Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado: "DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS OLEOHIDRÁULICAS DE HASTA 350BAR PARA REDUCIR RETRAJOS EN LA PLANTA PROCESOS GOLD MILL - YANACOCHA", presentado para la obtención del título profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinen el procedimiento disciplinario.

Chiclayo 5 de noviembre del 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristian Milsen Vasquez Machuca', is written over a horizontal line.

Cristian Milsen Vasquez Machuca

DNI: 48289031

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de ilustraciones.....	ix
Índice de tablas.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.1.1. Internacionales	1
1.1.2. Nacionales	1
1.1.3. Locales	2
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Internacionales	2
1.2.2. Nacionales	3
1.2.3. Locales	3
1.3. Bases Teóricas.....	4
1.3.1. Diseño en Ingeniería Mecánica	4
1.3.1.1. Oleohidráulica	5
1.3.1.2. Bomba Oleohidráulica.....	5
1.4. Formulación del Problema	9
1.5. Justificación.....	9
1.5.1. Justificación Económica.....	9
1.5.2. Justificación Social.....	9
1.5.3. Justificación Medio Ambiental	9
1.6. Hipótesis.....	9
1.7. Objetivos	10
1.7.1. Objetivo General	10
1.7.2. Objetivo Específico	10
II. MÉTODO.....	11
2.1. Diseño de Investigación	11
2.1.1. Según el fin que persigue	11
2.1.2. Según los datos analizados	11

2.1.3.	Según su metodología	11
2.2.	Variables, Operacionalización.....	11
2.2.1.	Variable Independiente	11
2.2.2.	Variable Dependiente	11
2.2.3.	Operacionalización de Variables.....	12
2.3.	Población y Muestra.....	12
2.3.1.	Población.....	12
2.3.2.	Muestra.....	12
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	12
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	12
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	13
2.5.	Métodos de análisis de datos	13
2.6.	Aspectos Éticos	13
III.	RESULTADOS	14
3.1.	Seleccionar los componentes principales para el funcionamiento para el banco de pruebas para bombas oleohidráulicas.....	14
3.1.1.	Intervalo de trabajo del banco de pruebas	16
3.1.2.	Sistema Oleohidráulico	16
3.2.	Análisis de elementos finitos a la estructura del banco de pruebas diseñado.....	25
3.2.1.	Esquema 3D de desamblador hidráulico:	25
3.2.2.	Mallado de estructura de banco de bombas oleohidráulicas:	27
3.2.3.	Análisis estático de la estructura general:	27
3.2.4.	Análisis de desplazamientos de la estructura general:	28
3.2.5.	Factor de seguridad general:.....	28
3.3.	Evaluación económica y financiera del diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas	29
3.3.1.	Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto	29
3.3.2.	Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto	29
3.3.3.	Ingeniería del proyecto.....	29
3.3.4.	Presupuesto de fabricación.....	30
IV.	DISCUSIÓN	32
V.	CONCLUSIONES	33
VI.	RECOMENDACIONES	34
	REFERENCIAS	35
	ANEXOS	37
	Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	58

Reporte de turnitin.....	59
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional ucv	60
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	61

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Fases del proceso de Diseño en Ingeniería Mecánica	4
Ilustración 2. Bomba Oleohidráulica	5
Ilustración 3. Bomba de Paletas	6
Ilustración 4. Rendimiento de una bomba Centrífuga	7
Ilustración 5. Rendimiento de una bomba de desplazamiento positivo	8
Ilustración 6. Vista frontal del banco	14
Ilustración 7. Vista lateral del banco	14
Ilustración 8. Vista superior	15
Ilustración 9. Vista 3D	15
Ilustración 10. Esquema general del banco de pruebas	16
Ilustración 11. Sistema Oleohidráulico (Vista superior)	17
Ilustración 12. Esquema general del tanque	17
Ilustración 13. Monograma, determinación diámetro tubería	18
Ilustración 14. Diagrama de Moody	22
Ilustración 15. Esquema 3D-1 del banco de pruebas	25
Ilustración 16. Esquema 3D-2 del banco de pruebas	25
Ilustración 17. Esquema 3D-3 del banco de pruebas	26
Ilustración 18. Esquema 3D-4 del banco de pruebas	26
Ilustración 19. Esquema 3D-5 del banco de pruebas	26
Ilustración 20. Mallado de estructura	27
Ilustración 21. Tensiones de Von Mises	27
Ilustración 22. Máximos desplazamientos	28
Ilustración 23. Factor de seguridad	28

Índice de tablas

Tabla 1: Conversión de valores de viscosidad	21
Tabla 2: Precios de elementos de máquinas	30
Tabla 3: Retorno de inversión	30

RESUMEN

La presente tesis tiene como motivo la explicación del diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas como una propuesta de cómo mejorar los procesos de trabajo en la planta Gold Mill de Minera Yanacocha, lo cual será sustentado mediante análisis de la estructura y el respectivo retorno de inversión para el proyecto.

En el primer capítulo vamos a mencionar y compartir la realidad problemática de la cual somos partícipes y que tienen que ver con nuestro diseño, puesto que, si bien somos una ciudad con mucha inversión extranjera, no contamos trabajos especializados y que promuevan mayor desarrollo de investigación.

En el capítulo número dos brindamos alcances acerca de los fundamentos teóricos que controlan nuestra tesis, teniendo en cuenta los diseños de ingeniería y los cálculos estructurales que apoyan este trabajo. Damos alcance también de la población y muestra en la que nos apoyaremos para verificar la validez de nuestro proyecto.

En el capítulo tres vamos a mostrar el cálculo de detalle de los componentes que conforman el sistema, así mismo vamos a realizar un análisis de elementos finitos para la estructura que hemos diseñado. Dentro de estos cálculos tenemos los esfuerzos de Von Mises máximos producidos por las condiciones de contorno, el análisis de los desplazamientos máximos y el cálculo del factor de seguridad el cual no puede ser mejor a 1.5 como condición adecuada.

En el capítulo final vamos a presentar las conclusiones a las cuales llegamos en el presente proyecto, y demostramos que mediante la aplicación de esta tesis podemos mejorar los mantenimientos de las bombas oleohidráulicas, daremos recomendaciones que permitan diseñar de manera adecuada el sistema.

Palabras claves: diseño, bombas, banco de pruebas

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to explain the design of a test bench for oleohydraulic pumps as a proposal of how to improve the work processes in the Gold Mill plant of Minera Yanacocha, which will be supported by analysis of the structure and the respective return of investment for the project.

In the first chapter we will mention and share the problematic reality of which we are participants and that have to do with our design, since although we are a city with a lot of foreign investment, we do not count on specialized works and that promote more research development.

In chapter number two we provide scopes about the theoretical foundations that control our thesis, taking into account the engineering designs and the structural calculations that support this work. We also provide coverage of the population and shows where we will rely on to verify the validity of our project.

In chapter three we will show the calculation of detail of the components that make up the system, likewise we will perform a finite element analysis for the structure we have designed. Within these calculations we have the maximum Von Mises efforts produced by the boundary conditions, the analysis of the maximum displacements and the calculation of the safety factor which cannot be better than 1.5 as an adequate condition.

In the final chapter we are going to present the conclusions to which we arrived in the present project, and we demonstrate that by applying this thesis we can improve the maintenance of the hydraulic pumps, we will give recommendations that allow us to design the system adequately.

Keywords: design, pumps, testing bench

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Internacionales

Ecuador

En los últimos años, la industria hidráulica está sumamente involucrada en la economía mundial, debido a la alta importancia que tiene y su gran uso ha logrado estandarizarse internacionalmente. Actualmente, en los trabajos donde se necesita potencia, movimiento, fuerza, automatización o algún otro sistema industrial, su funcionamiento se han vuelto más fáciles y sencillos, debido a la información y conocimiento técnico sobre su utilización y uso de líquidos y agentes transmisores.

Asimismo, con esta estandarización de la oleohidráulica industrial se han logrado diversas ventajas para la sociedad; tales como, facilidades de capacitación y aprendizaje para los técnicos, operadores, ingenieros y gente de mantenimiento involucrados. (Vinicio, 2013, p. 1-3)

1.1.2. Nacionales

Puno

Del mismo modo, actualmente las empresas deben definir límites a los costos totales de cada producto para que lleguen a tener un precio competente y generen una mayor utilidad y se mantengan en la cúspide de la competitividad. Es por eso, que para que las empresas obtengan un buen producto, es fundamental el correcto mantenimiento de sus equipos, los cuales se pueden proteger, mantener, cuidar y eficientizar para la elaboración de los productos. En general, el principal objetivo del mantenimiento es eliminar las fallas que se originan en los equipos, asimismo si estas fallas son frecuentes, el área de mantenimiento es responsable de evaluar la continuidad o reemplazo de equipos para que la empresa no se vea afectada con paradas de producción. Es por ello que es necesario que se sometan a pruebas para verificar y reducir fallas de estos equipos.

De tal manera, el hecho de diseñar un banco de pruebas de bombas brindará un diagnóstico de la bomba en general, estableciendo así, parámetros que definan si es necesario hacer reajustes o un trabajo mayor. Con esto, se ahorraría recursos y materia prima. (Aguilar, 2017, p. 12-16)

1.1.3. Locales

Cajamarca

En nuestra ciudad tenemos una gran demanda en cuanto a mantenimientos de este tipo de máquinas, donde podemos asegurar que no contamos con un banco de pruebas para la reparación de ellas, sino más bien se realiza de una manera empírica y basada en las posibilidades de personas que llevan mucho tiempo en estas reparaciones. Es por ello, que se opta por implementar nuevas metodologías que permitan a la ciudad el ingreso a nuevas tecnología e inversiones de empresas que apuesten por un servicio de calidad y les brinde confiabilidad en el trabajo de sus equipos. (Elaboración propia)

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacionales

México

Vargas (1998), en la investigación que realizó “Sistemas de Potencia Oleohidráulica”, en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Estudia los principios de la potencia fluida, haciendo énfasis en la rama de la hidráulica, da a conocer el método de como operar los diversos accesorios y sistemas hidráulicos de haciendo posible que se pueda obtener un programa de estudio completo (p. 2-5). Asimismo, sustenta los requisitos para seleccionar y usar los distintos componentes de control en un sistema de potencia Oleohidráulica, así mismo los principios para poder diseñar y calcular, de esta forma para concluir plantea un caso práctico que consta del cálculo extensivo de un sistema de potencia Oleohidráulica. (p. 216)

El Salvador

Beltrán (2006), en su trabajo de estudio “Sistemas Oleohidráulicos: Selección de componentes y prácticas de laboratorio”, en la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, nos habla en su primer capítulo sobre los conceptos y elementos fundamentales de un circuito oleohidráulico, explica cada uno de los componentes en relación con sus características más generales, además de su importancia en nuestro medio de un sistema oleohidráulico (p. i). En los siguientes capítulos desarrolla los procedimientos para la correcta selección de equipos y hace una revisión de los mecanismos existentes de los experimentos actuales del laboratorio de oleohidráulica, para que posteriormente desarrolle mejoras en ellos. (p. 85)

Guatemala

Aguilar (2015), en su trabajo de investigación “Diseño de un Banco de Pruebas para bombas hidráulicas de alto caudal y presión”, realizado en Guatemala en la Universidad de San Carlos, se centra en realizar un banco de pruebas para un taller de tomo industrial en el cual se reparan bombas hidráulicas de diferente tipo y tamaño, en el cual identificaron las principales fallas que se reclaman como son: fugas, falta de caudal, vibración excesiva, sobrecalentamiento y falta de presión. Del mismo modo, el banco de pruebas brindará un diagnóstico de la bomba en general y medirá las fallas de este, determinando si es necesario hacer reajustes, con esto se logrará un ahorro de recursos y materia prima (p. 1). Al concluir el proyecto se redujo un 75% los reclamos debido a la utilización del banco de pruebas y un tiempo de recuperación de 4 meses. (p. 193)

1.2.2. Nacionales

Lima

Quispe (2008), en su trabajo de investigación “Diseño del Sistema de Transmisión de potencia hidráulica de un alimentador de mineral de 150 HP”, en la Universidad Nacional de Ingeniería, realiza un estudio y explica los cambios que se produce en la transmisión tanto en el sistema mecánico como en un sistema hidráulico. Asimismo, explica cuáles son las principales características, funciones y uso de sus componentes, también hace mención a los documentos necesarios para realizar el diseño, entre estos documentos podemos mencionar a los proyectos realizados, las normas técnicas existentes, catálogo de proveedores, entre otros (p. 5). Para concluir, el autor realiza un análisis de los resultados del diseño, indicando sus ventajas y desventajas, tipo de mantenimiento, sus fallas más comunes y sobretodo comparando los parámetros de un sistema original y de un sistema nuevo implementado que obligaron al reemplazo del sistema mecánico. (p. 209)

1.2.3. Locales

En las universidades de Cajamarca no se cuenta con estudios, proyectos o tesis, que hagan referencia con el banco de pruebas de bombas oleohidráulicas, por lo que incentiva a profundizar en el estudio de este y desarrollar un proyecto que sirva de desarrollo a nuestra localidad y sus empresas.

1.3. Bases Teóricas

1.3.1. Diseño en Ingeniería Mecánica

En la ingeniería mecánica, es de vital importancia definir al diseño en gran medida como al cálculo de transmisiones y elementos mecánicos, esta parte del proceso es fundamental para la ejecución total del diseño. Este procedimiento es muy importante considerar en la integración del proceso, debido a que se logra integrar los conocimientos y aplicarlos al diseño, asimismo brinda una visión más exacta de este.

La resolución de problemas de diseño en ingeniería es todo un proceso; para dar inicio se definen los posibles problemas y necesidades vigentes, a partir de ello, se formulan las posibles preguntas a trabajar. Después de este paso, se va avanzando a través del análisis, síntesis definiciones, etc., lo cual implicará que las especificaciones del problema sean más claras y descritas con mayor detalle para lograr las especificaciones finales. Es a partir de este momento que el diseñador recopila toda la información y puede empezar la construcción de prototipos y programación de pruebas.

(CAMPOS, 2017)

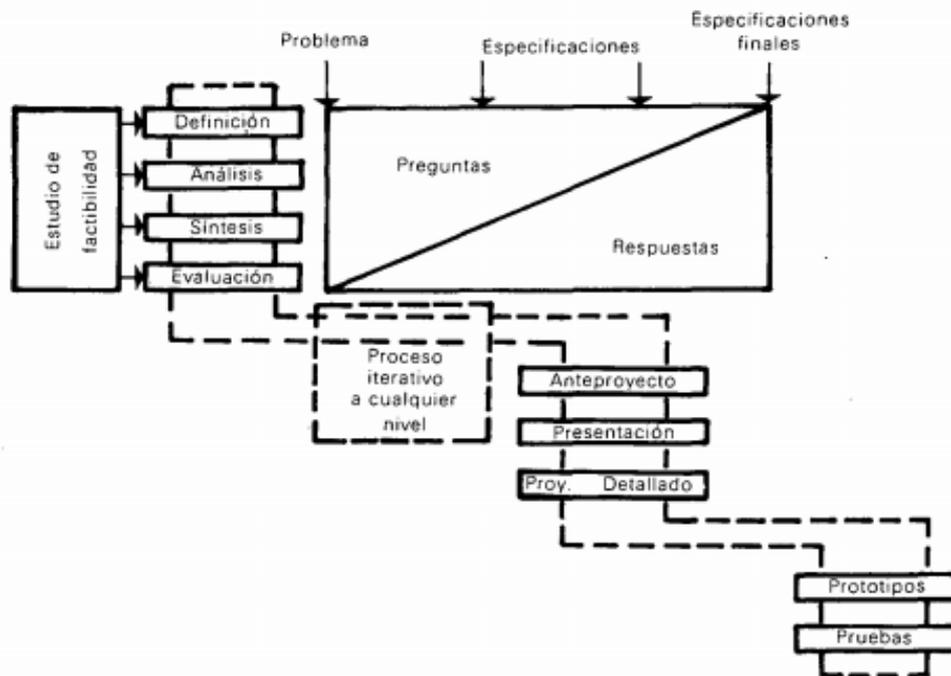


Ilustración 1. Fases del proceso de Diseño en Ingeniería Mecánica

1.3.1.1. Oleohidráulica

La oleohidráulica se define como la técnica que se aplica a la transmisión de potencia a través de fluidos confinados. Del mismo modo, podemos decir que se le considera una de las ramas más importantes de la hidráulica, el prefijo utilizado "oleo" se define como los fluidos que son derivados del petróleo, un claro ejemplo es el aceite mineral. (SCRIBD, 2010)

1.3.1.2. Bomba Oleohidráulica

La bomba oleohidráulica es el nombre comercial de la también llamada bomba de aceite hidráulico. Este dispositivo tiene como principal función crear flujo, pero no presión. Describiendo este proceso, la bomba hidráulica transforma energía mecánica en energía hidráulica, logrando así un impulso en el fluido hidráulico en el sistema.

Es por ello, que para el funcionamiento de la bomba hidráulica se usa energía mecánica, que a través del procesamiento logra transformarse en otra forma de energía distinta, bien hidrostática o también hidráulica. La transferencia de energía tiene lugar por medio de cilindros. Sea cual sea el tipo de energía, ésta se transmite a un motor hidráulico o a un cilindro, éstos dos elementos se llaman receptores. Cabe resaltar que éstos receptores producen la presión, una vez que sean energizados. Asimismo, también se puede calcular la energía producida por una bomba hidráulica. Por lo general se habla de "potencia hidráulica", se denota como 'Ph' y se mide en kilovatios.



Ilustración 2. Bomba Oleohidráulica

Su principal función es cumplir dos misiones: la primera de estas es mover el líquido y la segunda es obligarle a trabajar, a este proceso lo llamaremos como un mecanismo que puede transformar la energía mecánica en energía hidráulica, es por eso que estas bombas desplazan líquido, las cuales pueden ser positivo o negativo. (SCRIBD, 2010)

1.3.1.2.1. Clasificación de Bomba Oleohidráulica

Se clasifican en dos tipos:

1.3.1.2.1.1. Bomba de desplazamiento no positivo – Hidrodinámica

Por lo general son usadas para el traslado de fluidos, su procedimiento de funcionamiento se basa en el que el fluido a trabajar entra por el eje de la bomba y luego es expulsado mediante diversos elementos (turbina, paletas, lóbulos) que giran con mucha velocidad. Esta energía con la que se trabaja suele ser cinética.

Los sistemas de estanqueidad no están disponibles en una bomba hidrodinámica tanto en el orificio de salida como en el de entrada, tienen un caudal variable en el tiempo y la presión que existe en la salida del fluido. Al bloquearse en una bomba cuyo desplazamiento no es positivo, el orificio en la descarga produce un aumento en la presión y lleva el caudal hasta el punto cero, y ello sin importar que tengamos el impulsor aún en movimiento, ello es producto de la conexión entre la carcasa y el rotor de la bomba y ello conlleva a lo mismo entre la cámara de descarga y succión de la bomba.

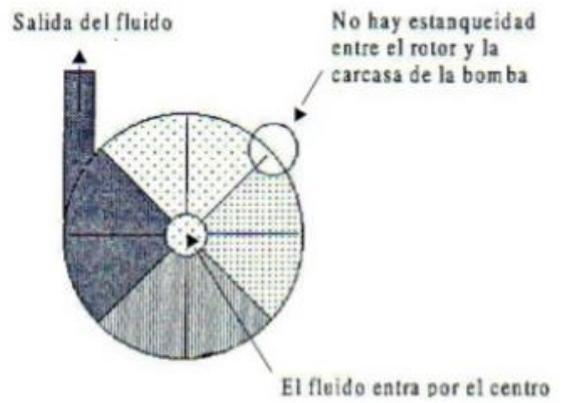


Ilustración 3. Bomba de Paletas

La bomba suministra un caudal, el cual, al no tener la fuerza necesaria como para derrotar presión en la descarga, y a la vez al no tener reposo entre la succión y descarga, el fluido tiende a fugarse internamente desde un abertura hacia otra, con lo que se logra disminuir el caudal a la vez que aumenta su presión.



Ilustración 4. Rendimiento de una bomba Centrífuga

Asimismo, en las bombas de esta tipología su máxima presión a alcanzar dependerá según la rapidez de giro del impulsor; pese a esto, estas bombas pueden adquirir presiones medias usando, bombas de etapas es decir, en la descarga de una está la succión de la otra, logrando de esta manera una suma de las presiones. Gracias a esta característica, las bombas hidrodinámicas son empleadas en el transmisión de fluidos en trabajos donde se necesario vencer una resistencia muy baja.

1.3.1.2.1.2. Bomba de positivo desplazamiento – Hidrostática

Este tipo de equipos muy usados en la industria actual tienen una orientación especial al manejo de las energías tanto mecánica como hidráulica. Cuando este equipo está en funcionamiento, tenemos dos funciones; la primera es la acción mecánica que produce un vacío en la tubería de entrada lo cual permitirá a la presión en el ambiente impulsar el fluido desde un recipiente hacia dentro de la bomba; luego tenemos que, mediante el proceso de impulsión el fluido se dirige al conducto de salida, obligando a ingresar en el proceso de trabajo del equipo.

Este equipo origina el transporte del fluido en el proceso, mas no genera presión hidráulica, la cual tiene dependencia en la resistencia al flujo de fluido dentro del proceso. Una manera de ver ello, es la presión en el final de la bomba es igual a cero cuando no tiene conexión al sistema, pero si este equipo lo anexamos al circuito, o trabamos el conducto de salida, la presión aumenta de tal forma que gana a la resistencia en el flujo.

También podemos decir que una bomba hidrostática es positiva, cuando proporciona una cantidad igual de fluido en cada periodo de trabajo o el momento de compresión, muy separado de presión en el fluido en el momento de su expulsión.

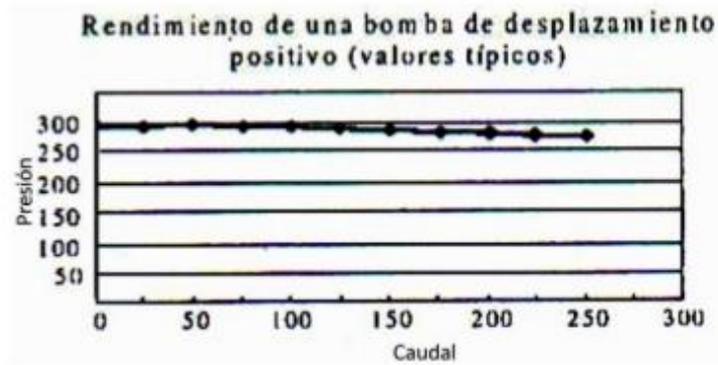


Ilustración 5. Rendimiento de una bomba de desplazamiento positivo

La congruencia en el flujo del caudal en los distintos periodos es obtenido mediante la aceptación mínima entre los accesorio de bombeo y el cobertor de la bomba. De esta manera, la pérdida de fluido que se genera internamente es mínima, y por tanto despreciable con respecto al caudal que genera. El flujo que se desplaza por cada modo de trabajo permanecerá constante, sin importan cuánto varíe la presión que se opone al trabajo de la bomba.

Normalmente en el caso que los equipos no trabajan correctamente y no tienen un buen funcionamiento, es porque presentan fugas internas, y como consecuencia deben ser sustituidas o reparadas. Además, cabe resaltar que la capacidad de rendir volumétricamente en los equipos que desplazan flujos positivos no debe ser menor al 85%.

Las tres razones más importantes del cómo todos los equipos del sistema oleohidráulico conllevan el flujo positivo son:

- a) En la bomba oleohidráulica de desplazamiento positivo, en el momento en que la resistencia a superar por el sistema llegue a tener un cierto valor (normalmente entre 5 y 20 kg/cm², dependiendo de la bomba), esta se detendrá debido a que la bomba dejara de generar caudal
- b) Según lo mencionado anteriormente, cuando la bomba antes de llegar a tener valor determinado de presión, causará que vaya disminuyendo el caudal, de tal forma que no tenga una revisión exacta de la rapidez en desplazamiento en operación.
- c) Al ocurrir escapes dentro de las bombas oleohidráulicas de desplazamiento positivo, suelen tener un alto desgaste de energía mecánica que se desperdicia al no transformarse en hidráulica. En cambio, los equipos que desplazan fluido

positivamente se usan mayormente para el desplazamiento de fluido u elementos gaseosos, mas no en aplicaciones de transporte de fluido oleohidráulico. (IZAH, 2013)

1.4. Formulación del Problema

¿Es posible disminuir retrabajos en la planta de procesos Gold Mill a partir del diseño de banco de pruebas para bombas oleohidráulicas de hasta 350 bar?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Económica

Esta tesis tiene una justificación económica, ya que al diseñar un banco de pruebas para bombas hidráulicas, se lograrán identificar y evitar posibles fallas en las bombas, además se obtendrá la minimización de mantenimiento no programados, lo que implicaría un mayor rendimiento en la empresa y por ende un incremento en las ganancias.

1.5.2. Justificación Social

Se justifica socialmente, dado que con la aplicación de un banco de pruebas disminuye las reparaciones de emergencia, lo que conlleva a la mejora del trato entre la correlación con el stakeholder.

1.5.3. Justificación Medio Ambiental

Sustenta su justificación con el medio ambiente al realizar un debido mantenimiento no habrá fallas las cuales generen derrames tóxicos que dañen el medio ambiente, asimismo al reducir los procesos se disminuirá el consumo de energía.

1.6. Hipótesis

Al realizar el diseño de banco de pruebas para bombas oleohidráulicas de hasta 350 bar se obtendrá una reducción de los retrabajos en la planta de procesos Gold Mill - Yanacocha

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Diseñar un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas de hasta 350 bar.

1.7.2. Objetivo Específico

- Seleccionar los componentes principales para el funcionamiento del banco de pruebas para bombas oleohidráulicas
- Análisis de elementos finitos a la estructura del banco de pruebas diseñado
- Evaluación económica y financiera del diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Según el fin que persigue

- Aplicada: ello dado que se utilizarán los bancos de pruebas en las bombas oleohidráulicas para poder detectar las fallas en los equipos y prevenir el mantenimiento correctivo de éstos, logrando así una reducción en los procesos.

2.1.2. Según los datos analizados

- Cuantitativa: decimos ello dado que en los datos obtenidos se utilizarán cifras que corresponden métodos numéricos en el manejo de un banco de ensayos, como medio para obtener los parámetros de operación.

2.1.3. Según su metodología

- Experimental: ello es dado que al manipular la variable autónoma: banco de ensayos en las bombas oleohidráulicas se logrará identificar los cambios que produce en los reprocesos en la planta de procesos Gold Mill – Yanacocha.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente

Banco de Pruebas de Bombas Oleohidráulicas

2.2.2. Variable Dependiente

Reducción de Retrabajos

2.2.3. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Banco de pruebas	Conjunto de equipos de montaje necesarios para realizar las diversas mediciones y comprobaciones de máquinas motrices. (MARCHESE, 2009)	Es un equipo para poder probar distintos componentes y saber si funcionan o no, antes de colocarlos en el aparato original.	Presión	MPa
			Caudal	L/min
Dependiente: Reducción de retrabajos	Acción tomada sobre un producto o servicio no conforme para hacerlo conforme con los requisitos.	Reducción de trabajos no programados, debido a las fallas en operación y funcionamiento de motores después de su mantenimiento programado.	Tiempo	s
			Productividad	$\frac{eficacia}{eficiencia}$

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

Es la agrupación de componentes que coinciden con la diversidad de caracteres (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 239)

La población que cogemos para ser estudiada serán los bancos de pruebas para bombas

2.3.2. Muestra

Para este estudio se tomó como muestra el diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas realizada y simulada en SolidWorks

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

- Método de observación
- Revisiones Documentales (Tesis, Proyectos, Documentos, tesis)
- Encuestas a expertos del tema

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Notas de campo
- Bancos de prueba
- Tacómetro
- Pirómetro
- Dinamómetro

2.5. Métodos de análisis de datos

Para procesar los caracteres recogidos en las entrevistas, lo primero que se procederá a hacer será una transcripción de la información obtenida por cada una de las entidades entrevistadas. Una vez todo transcrito se pasará a organizar la información en tablas simples de datos donde se colocarán las preguntas y respuestas resumidas de cada entrevistado.

En el caso de encuestas, se usarán tablas, gráficos de tortas y de barras, según los datos lo requieran, ello se podrá lograr mediante el uso de software como Excel, Minitab o SPSS.

2.6. Aspectos Éticos

La presente tesis se realizará con el permiso respectivo de la empresa Minera Gold Mill – Yanacocha, tanto para la recolección de datos, mediciones y a la vez las pruebas que se realizarán a las bombas oleohidráulicas. Asimismo, para la elaboración de las piezas, partes y componentes en el diseño y las pruebas se ejecutarán en el programa SolidWorks 2018, software que contará con la licencia para su respectivo uso.

De igual manera, las referencias utilizadas para la elaboración de la tesis serán debidamente citadas en la bibliografía del presente proyecto y se respeta el conocimiento intelectual de los procesos investigados, así como de los archivos alcanzados por los fabricantes para el dimensionamiento de los elementos.

III. RESULTADOS

3.1. Seleccionar los componentes principales para el funcionamiento para el banco de pruebas para bombas oleohidráulicas

Lo primero que hay que tener es el plano del banco de pruebas en el cual se trabajará, por lo que tenemos los gráficos siguientes.

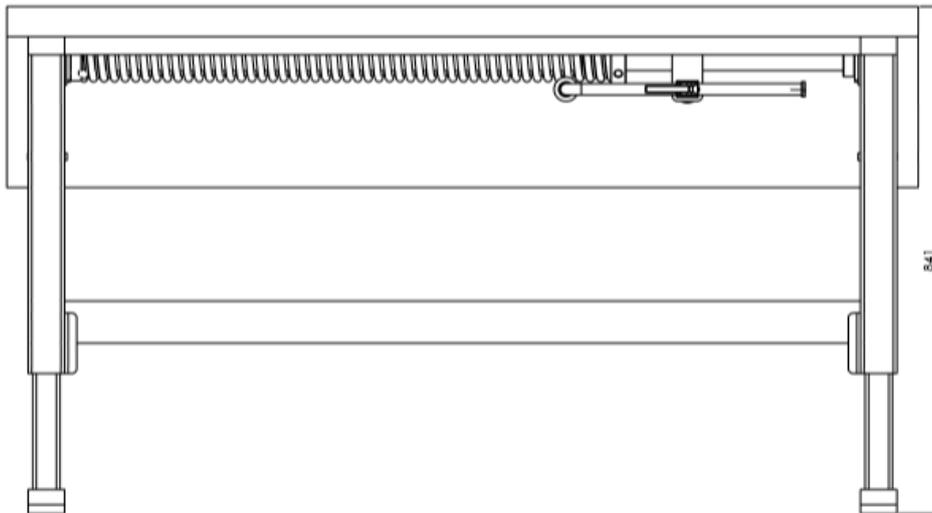


Ilustración 6. Vista frontal del banco

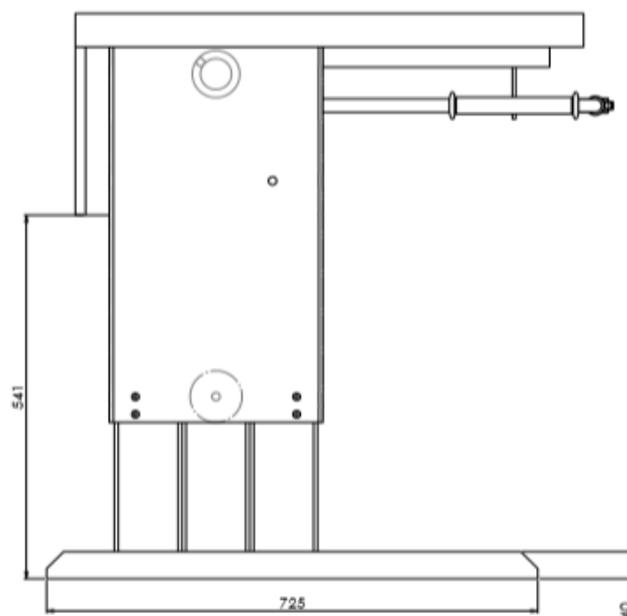


Ilustración 7. Vista lateral del banco



Ilustración 8. Vista superior

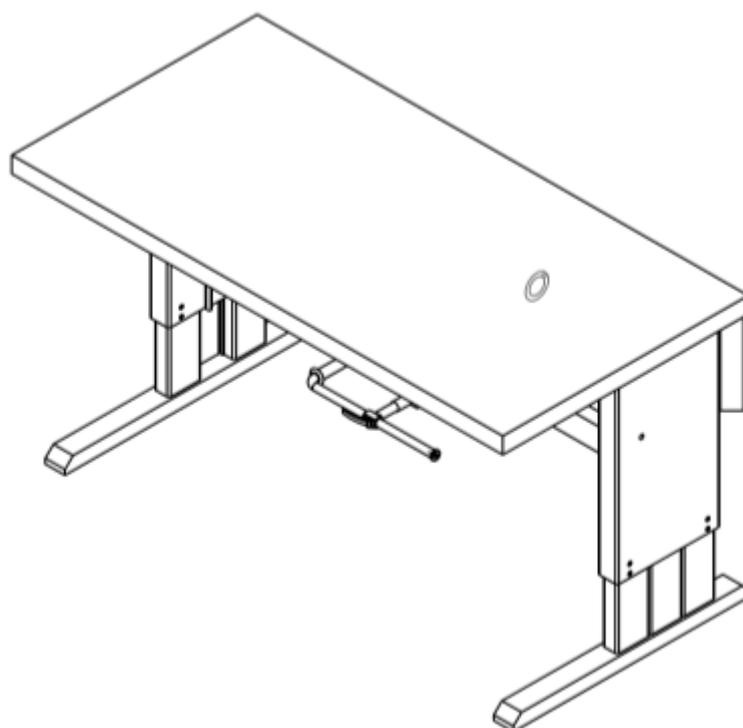


Ilustración 9. Vista 3D

Luego hay que tener en cuenta que el banco de pruebas tiene que funcionar como un sistema cerrado, en la figura a continuación observamos el circuito incluido la succión y descarga del fluido:

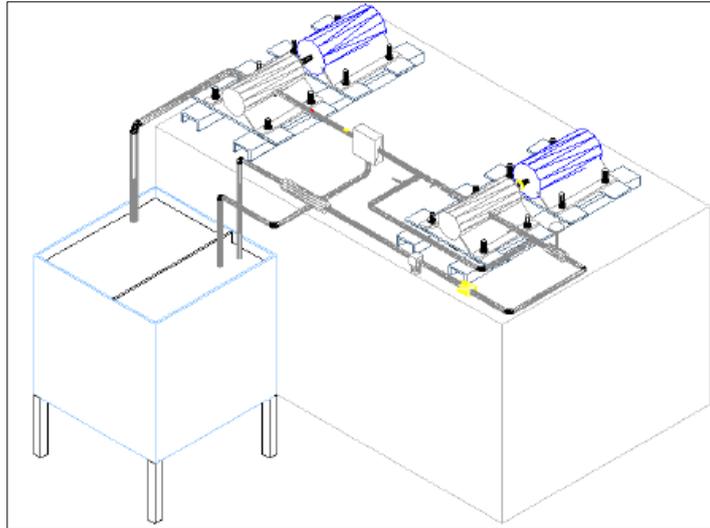


Ilustración 10. Esquema general del banco de pruebas

3.1.1. Intervalo de trabajo del banco de pruebas

Teniendo en cuenta que en este banco se podrá realizar pruebas de bombas de hasta 350 bar como máximo, tomaremos este dato como tope máximo, por lo que tenemos:

- Caudal que soportará: 1.83×10^{-4} a $1.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (3 a 30 GPM)
- Presión de operación: 0 a 350Bar (0 a 5076.32 PSI)

3.1.2. Sistema Oleohidráulico

Esta compuesto por los siguientes elementos:

1. Tanque de almacenamiento
2. Filtro de succión
3. Tuberías
4. Medidor de flujo
5. Válvula de alivio
6. Válvula de paso
7. Válvula anti retorno
8. Medidor de presión
9. Medidor de temperatura
10. Medidor de velocidad de giro

A continuación, mostramos un esquema que muestra banco de pruebas oleohidráulico en mención a los componentes del sistema:

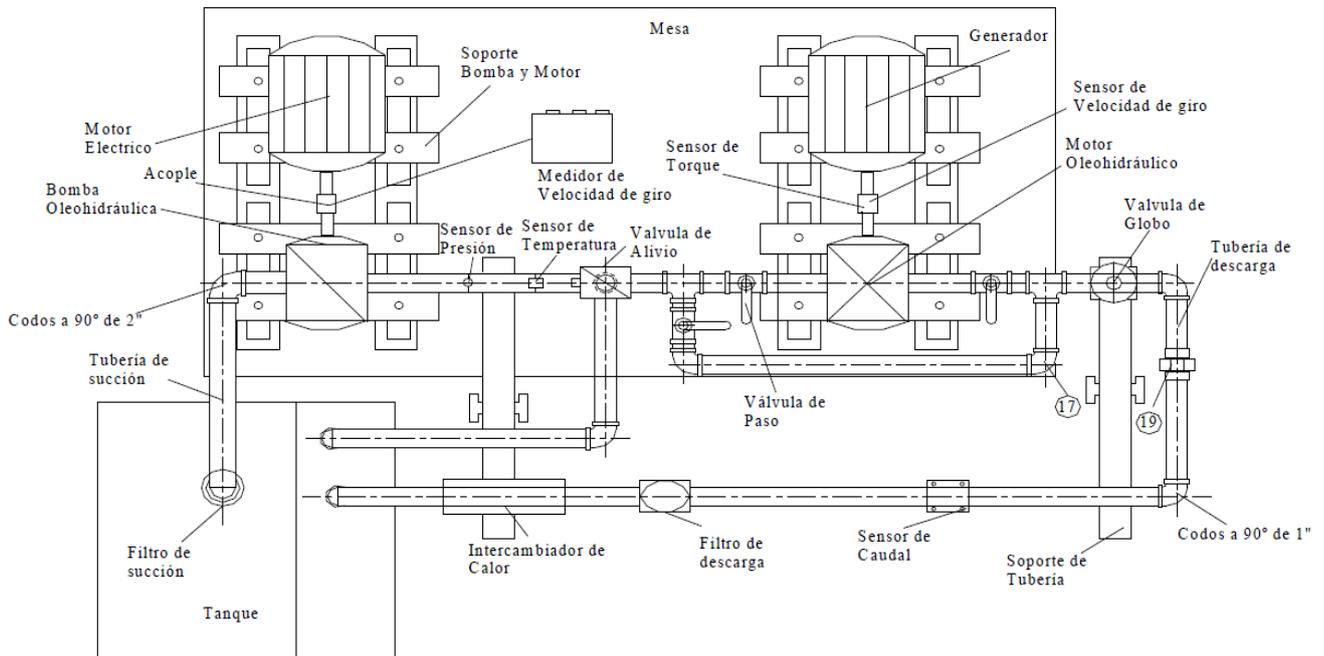


Ilustración 11. Sistema Oleohidráulico (Vista superior)

3.1.2.1. Selección de tanque de almacenamiento

Tiene como función el almacenamiento del fluido, pero sobre todo mantener una cantidad de fluido suficiente para que el sistema funcione, además de tener la función disipadora de calor. Se muestra un esquema a continuación:

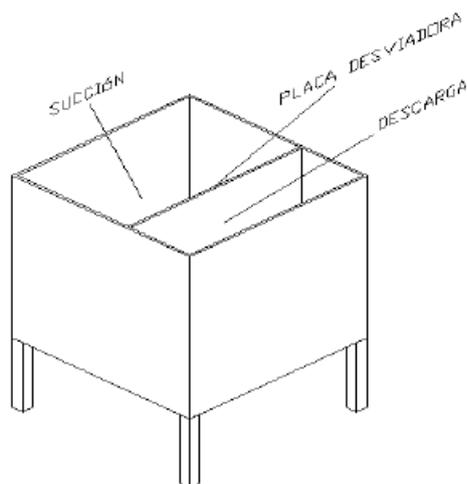


Ilustración 12. Esquema general del tanque

En el manual de Oleohidráulica industrial de Sperry Vickers, se da una recomendación para el volumen del tanque, el cual debe ser tres veces mayor al caudal máxima que

debe producir la bomba; por tanto vamos a presentar una serie de cálculos basados en el estudio de bombas, donde una de las particularidades que se presentan es que la bomba entregue una presión mínima solicitada que permita desplazar el flujo, a diferencia de los motores que tienen su funcionamiento gracias al flujo de fluidos que entrega la bomba.

3.1.2.2. Selección de tubería

3.1.2.2.1. Cálculo del diámetro de succión y descarga de la bomba oleohidráulica

Basado en el caudal máximo de la bomba de 30 GPM y la velocidad que recomendamos de 1.2 m/s en la succión y 5 m/s en la descarga. Usamos el monograma a continuación:

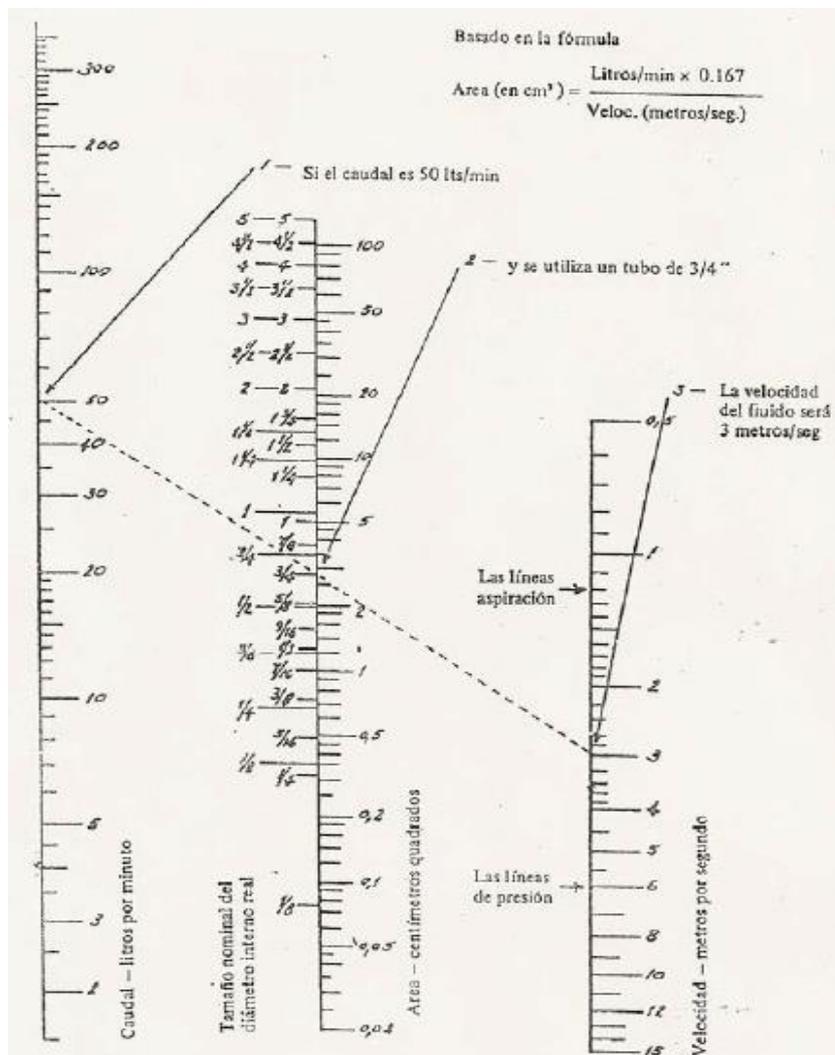


Ilustración 13. Monograma, determinación diámetro tubería

Con estos datos determinamos:

- Diámetro tubería de succión: 2" (0.0508m)
- Diámetro tubería de descarga: 1" (0.0254m)

Los valores recomendados por los manuales de oleohidráulica son:

- Tubería de aspiración de la bomba: 0.6 a 1.2 m/s
- Tubería de impulsión de la bomba: 2 a 5 m/s

Por tanto, decimos que vamos a trabajar con los valores máximos permitidos.

Una vez determinamos los diámetros de succión y descarga, procedemos a la obtención del número de Reynolds, de esta forma podremos saber si estamos trabajando un flujo laminar o un flujo turbulento.

Cálculo de la succión del sistema:

$$\phi = 2" = 0.0508m$$

Primero calculamos el área interna de la tubería:

$$A_{int} = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 0.0508^2}{4} = 0.002m^2$$

Ahora vamos a calcular la velocidad del fluido:

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0018 m^3/s}{0.002m^2} = 0.934 m/s$$

Calculamos ahora el número de Reynolds, siendo la viscosidad $\nu = 7.48 \times 10^{-7} m^2/s$:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0.93 \times 0.0508}{7.48 \times 10^{-7}} = 63432.08 > 2100$$

Por tanto, decimos que tenemos flujo turbulento.

Cálculo de la descarga del sistema:

$$\phi 2" = 0.0254m$$

Primero calculamos el área interna de la tubería:

$$A_{int} = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 0.0254^2}{4} = 0.0005m^2$$

Ahora vamos a calcular la velocidad del fluido:1

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0018 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0005m^2} = 3.6 \text{ m/s}$$

Calculamos ahora el número de Reynolds, siendo la viscosidad $\nu = 7.48 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{3.6 \times 0.0254}{7.48 \times 10^{-7}} = 122245.98 > 2100$$

Por tanto, decimos que tenemos flujo turbulento.

3.1.2.2.2. Cálculo de pérdidas en las tuberías

El banco de pruebas está constituido por un conjunto de equipos que por el movimiento del fluido conlleva pérdidas por fricción, cuya influencia sobre el sistema es importante sobre todo a manera de comprobar si los accesorios a instalarse son los correctos.

Siempre en estos casos utilizamos las condiciones máximas de trabajo en el sistema, $Q = 30GPM$, y como ya conocemos los diámetros de succión 2”.

Vamos a utilizar los siguientes datos para el cálculo, los cuales son fácilmente obtenidos de la bibliografía especializada que encontramos en internet:

- Viscosidad cinemática (Aceite ISO 68) = 277.85 SSU

Basándonos en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Conversión de valores de viscosidad

Absolute Viscosity		Kinematic Viscosity			
centiPoise (10^{-3} N s/m ² , cP)	poise (10^{-1} N s/m ² , P)	centiStokes (10^{-6} m ² /s, mm ² /s, cSt)	stokes (10^{-4} m ² /s, S)	Saybolt Seconds Universal (SSU) ¹⁾	
				at 100 °F (37.8 °C)	at 210 °F (98.9 °C)
1 ²⁾	0.01	1	0.01		
2	0.02	2	0.02	32.6	32.8
4	0.04	4	0.04	39.2	39.5
7	0.07	7	0.07	48.8	49.1
10	0.1	10	0.1	58.8	59.2
15	0.15	15	0.15	77.4	77.9
20	0.2	20	0.2	97.8	98.5
25	0.24	25	0.24	119.4	120.2
30	0.3	30	0.3	141.5	142.5
40	0.4	40	0.4	186.8	188.0
50	0.5	50	0.5	233	234
60	0.6	60	0.6	279	280
70	0.7	70	0.7	325	327
80	0.8	80	0.8	371	373
90	0.9	90	0.9	417	420
100	1	100	1	463	467
120	1.2	120	1.2	556	560
140	1.4	140	1.4	649	
160	1.6	160	1.6	741	
180	1.8	180	1.8	834	
200	2	200	2	927	
220	2.2	220	2.2	1019	
240	2.4	240	2.4	1112	

Fuente: Engineeringtoolbox

Convertimos el valor de la viscosidad cinética a unidades del sistema internacional siendo:

$$277.85 \text{ SSU} = 0.6 \text{ stokes} = 0.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

- Gravedad específica (Aceite ISO 68) = 0.89 m/s^2

- Caudal máximo = 30GPM

Los datos dimensionales para obtener las pérdidas en la succión son:

- Longitud total = 1.5m
- Diámetro interno = 0.0508m
- El cálculo de Reynolds = 63432.08 por lo que el flujo en la succión es turbulento.

Teniendo los datos anteriores, recurriremos a la ecuación de Darcy que ayudara a calcular pérdidas

$$h_p = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde no conocemos el factor de fricción (f) por lo que recurrimos al diagrama de Moody

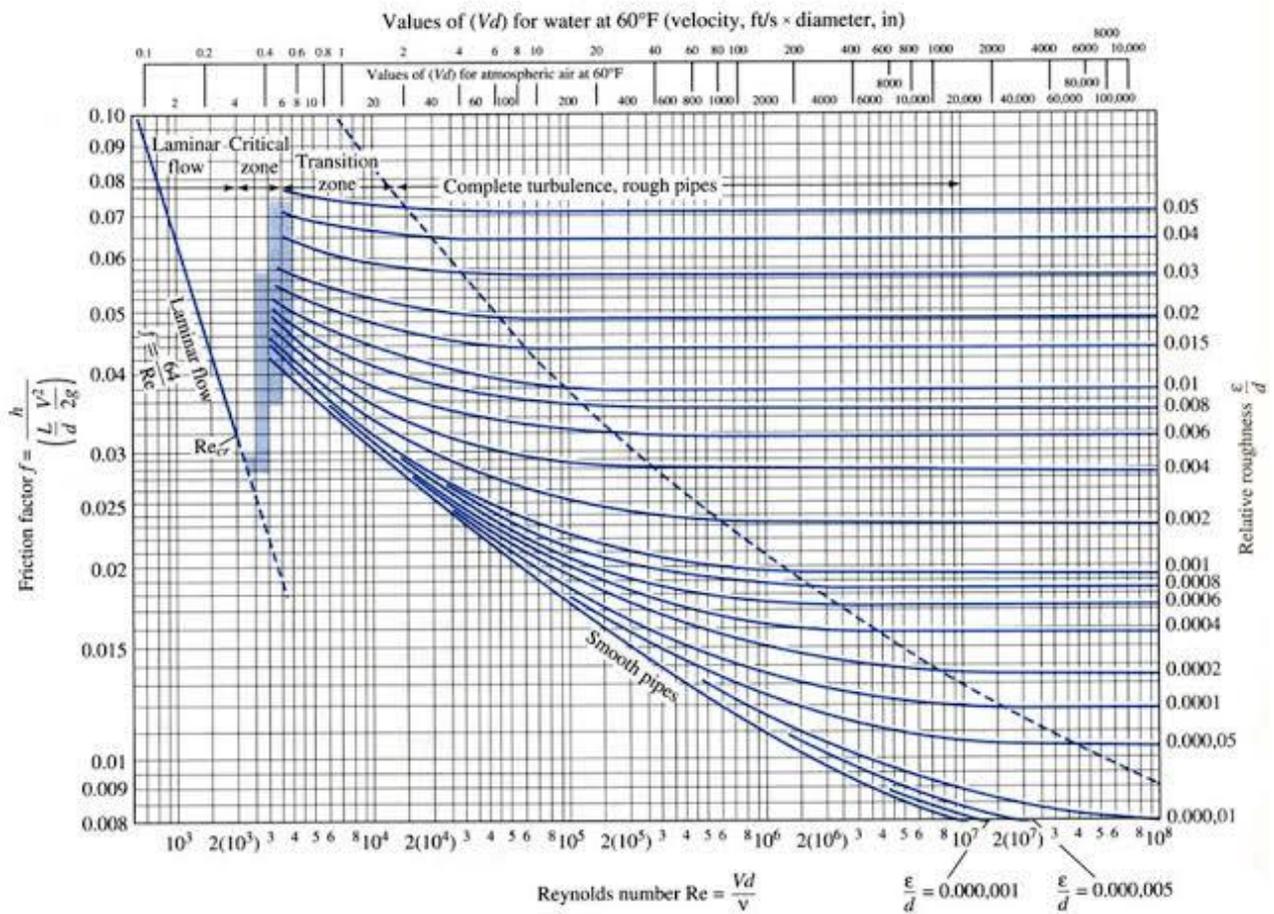


Ilustración 14. Diagrama de Moody

Para lo que primero tenemos que calcular el valor de la rugosidad relativa de la tubería

$$\frac{\epsilon}{D}$$

donde la rugosidad de la tubería de acero comercial es $\varepsilon = 0.045$ y el diámetro interno $\varnothing = 50.8\text{mm}$ y en resultado nos da la rugosidad relativa = 8.85×10^{-4} por lo que tenemos que buscar el valor que más se acerca y es 0.0008 en la columna de lado derecho del gráfico y el Reynolds es 63432.08 por lo que aproximamos a 6×10^4 en el margen inferior, al hacer coincidir ambas líneas en un punto común nos dará un valor en una recta horizontal con la que también se corta con las dos líneas anteriores dándonos un valor el cual es el factor de fricción, representado al margen izquierdo del gráfico, siendo este:

$$f = 0.024$$

Calculando el factor de fricción, remplazaremos todos estos datos en la ecuación de Darcy:

$$h_p = 0.024 \times \frac{1.5\text{m}}{0.0508\text{m}} \times (3.6\text{ m/s})^2 / (0.89\text{m/s}^2)$$

$$h_p = 9.371\text{m}$$

Teniendo este valor, podremos obtener la caída de presión en la succión, mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \rho \times h$$

$$\Delta P = 0.854 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 9.371\text{m}$$

$$\Delta P = 8.3749 \frac{N}{L} \times 9.371 m$$

$$\Delta P = 78.4811 KPa \times 9.371 m$$

$$\Delta P = 0.784 Bar$$

3.2. Análisis de elementos finitos a la estructura del banco de pruebas diseñado

Mediante este análisis de elementos finitos podremos determinar si nuestro diseño está correctamente elaborado en cuanto a estructura, es por ello por lo que empleamos los siguientes pasos:

3.2.1. Esquema 3D de desamblador hidráulico:

Vamos a presentar un esquema 3D que nos muestre la base principal con la cual vamos a trabajar en adelante según los cálculos ya realizados:

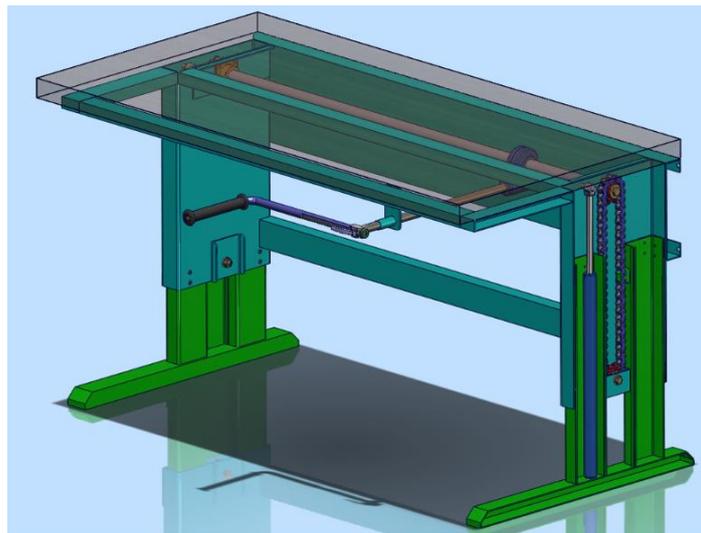


Ilustración 15. Esquema 3D-1 del banco de pruebas

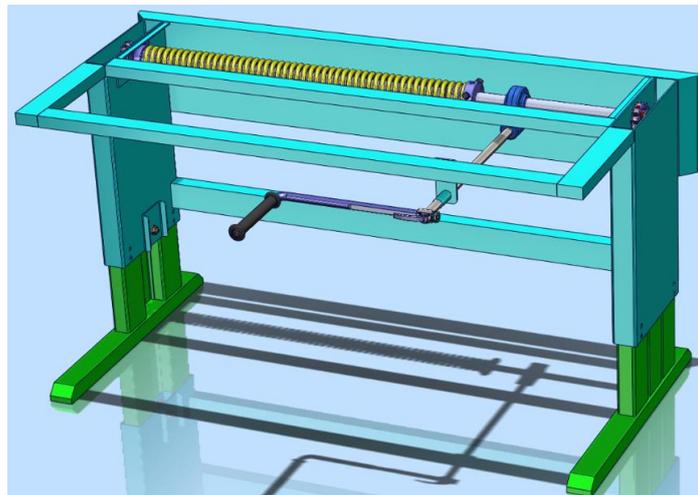


Ilustración 16. Esquema 3D-2 del banco de pruebas

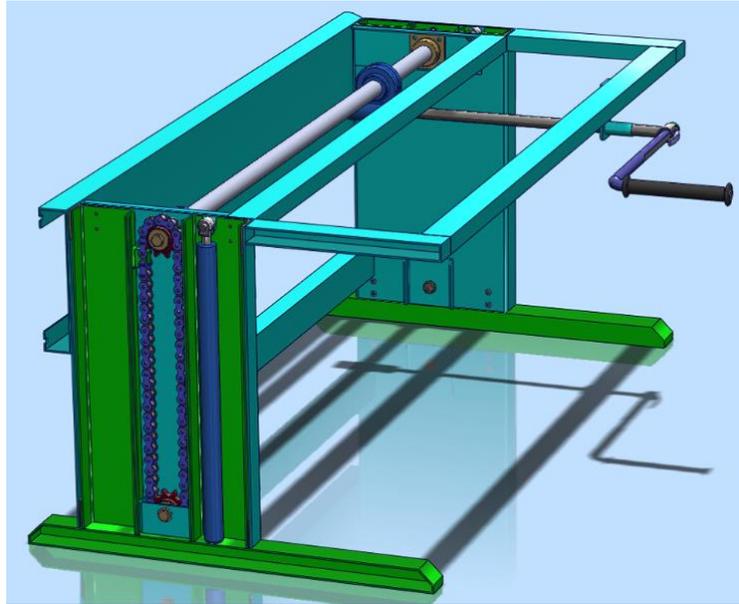


Ilustración 17. Esquema 3D-3 del banco de pruebas

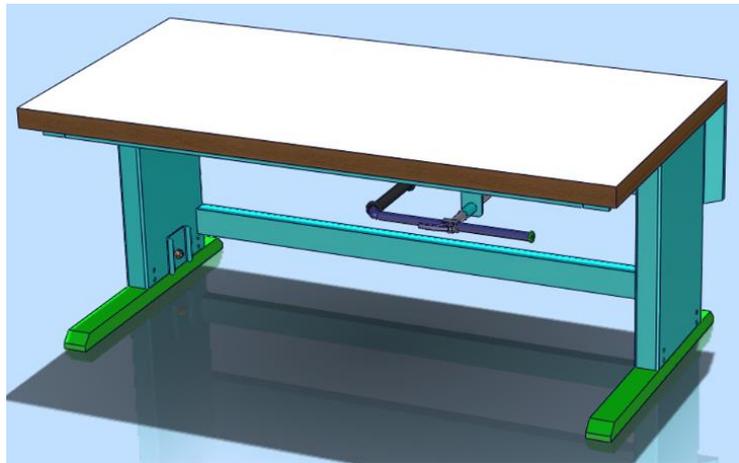


Ilustración 18. Esquema 3D-4 del banco de pruebas

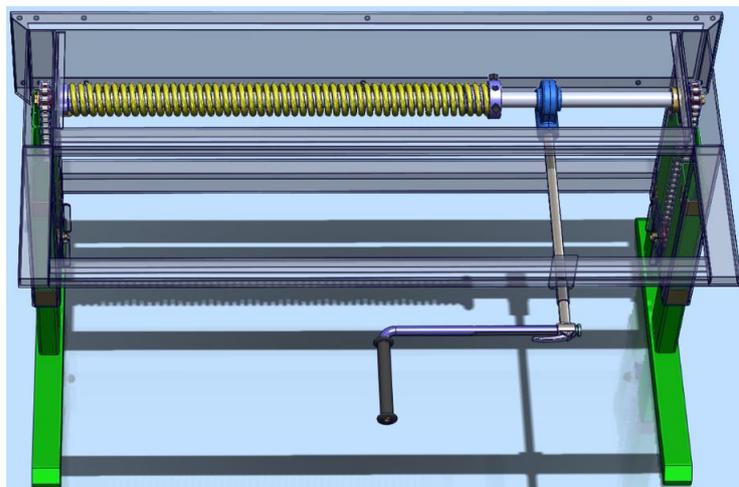


Ilustración 19. Esquema 3D-5 del banco de pruebas

3.2.2. Mallado de estructura de banco de bombas oleohidráulicas:

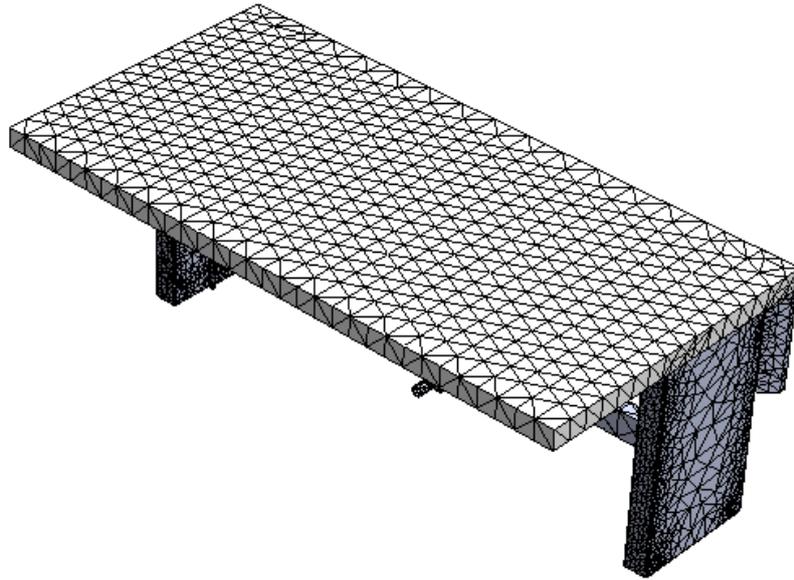


Ilustración 20. Mallado de estructura

3.2.3. Análisis estático de la estructura general:

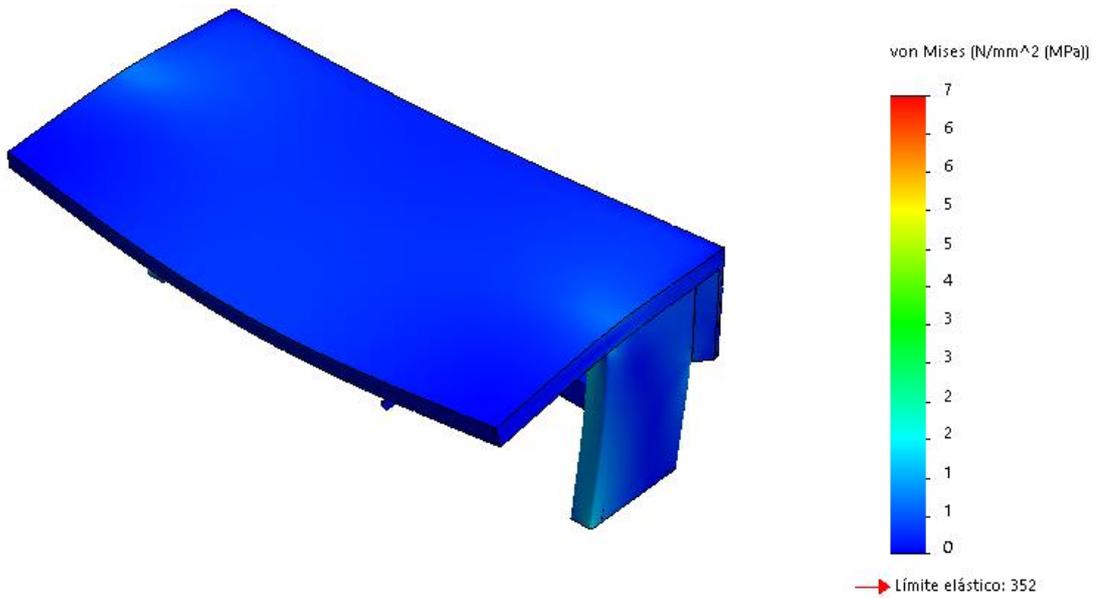


Ilustración 21. Tensiones de Von Mises

El esfuerzo máximo producido en la estructura es de 7Mpa.

3.2.4. Análisis de desplazamientos de la estructura general:

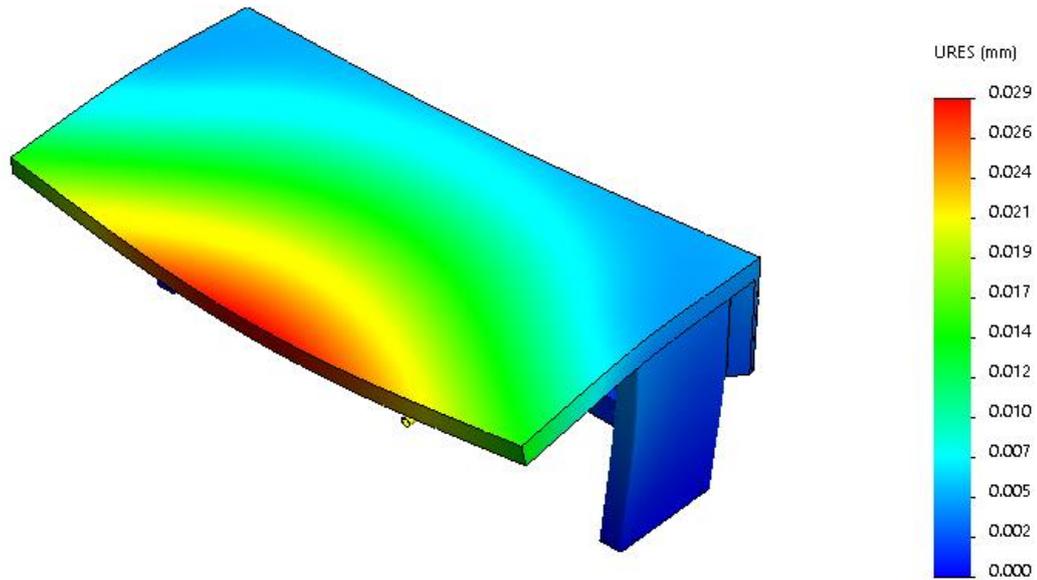


Ilustración 22. Máximos desplazamientos

El desplazamiento máximo producido en la estructura es de 0.029mm .

3.2.5. Factor de seguridad general:

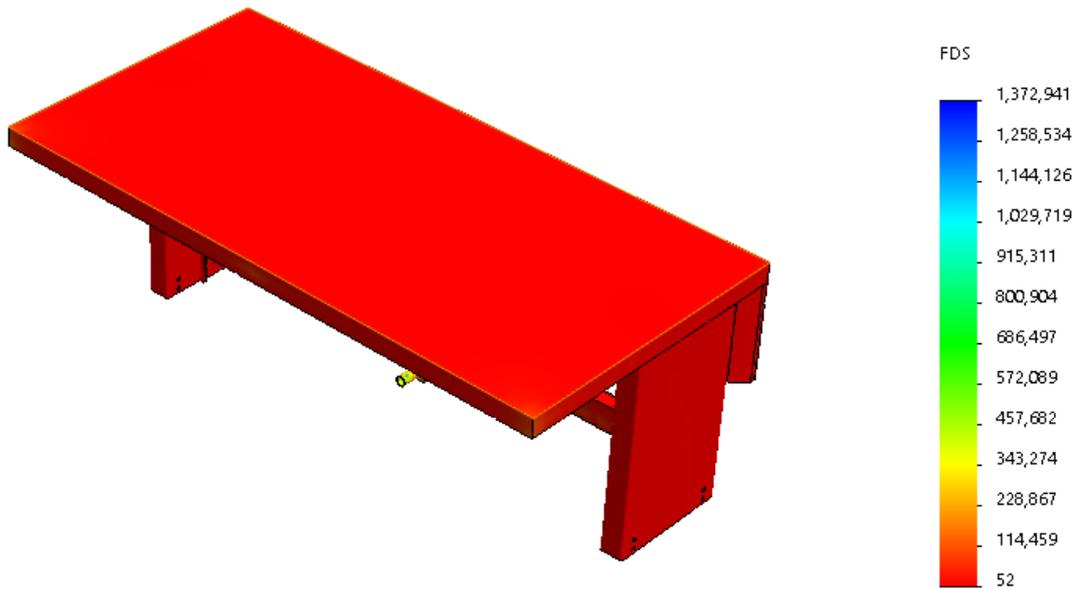


Ilustración 23. Factor de seguridad

El factor mínimo producido en la estructura por el trabajo de la bomba oleohidráulica es de 52.

3.3. Evaluación económica y financiera del diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas

3.3.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto

La ubicación que se cree necesaria para nuestro proyecto será la ciudad de Cajamarca, donde se está teniendo un importante crecimiento económico al tener apertura a nuevos proyectos mineros con gran capacidad de inversión en mantenimientos de calidad. Esta locación es también elegida puesto que no existen antecedentes de empresas que hayan desarrollado una máquina como la presentada en esta tesis. Además, la materia prima requerida en esta ciudad es de fácil acceso, dado que se basa básicamente en aceite hidráulico para el funcionamiento.

3.3.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

Vamos a proyectar un estimado de 20 bombas oleohidráulicas reparadas al año, y se proyecta un óptimo uso de los recursos al contar con personal calificado y de primer nivel.

3.3.3. Ingeniería del proyecto

Para la elaboración de este banco de pruebas se necesita:

- 02 personas con habilidad para soldar
- 01 supervisor del proyecto
- Materiales detallados anteriormente en este proyecto

La instalación se debe de realizar en el área de reparaciones hidráulicas y se debe de seguir al 100% el diseño elaborado y mostrado en los planos de detalle del presente proyecto.

3.3.4. Presupuesto de fabricación.

Tabla 2: Precios de elementos de máquinas

Precios de elementos de máquina						
Item	Cant.	UME	Descripción	Factor Util.	PU (S/.)	PT (S/.)
01	1	Und	Bomba de paletas 2500PSI	1	500.00	500.00
02	1	Und	Motor eléctrico de 20HP	1	650.00	650.00
03	1	Und	Válvula direccional tres vías	1	80.00	80.00
04	4	Und	Manómetros 500 bar	1	70.00	280.00
05	15	mts	Mangueras hidráulicas	1	10.00	150.00
06	1	Glb	Accesorios hidráulicos	1	800.00	800.00
07	1	Glb	Estructuras (incluida fabricación)	1	200.00	200.00
11	1	Glb	Gastos generales	1	300.00	300.00
Total						2960.00

Fuente: Autoría propia

3.3.4.1. Retorno de inversión

Iniciamos con una inversión 2960.00 en la fabricación del banco de pruebas y teniendo en cuenta que el costo unitario por esta reparación es de 2000.00 y se realizarán 10 reparaciones por mes.

Tabla 3: Retorno de inversión

	Costo de fabricar	Rentabilidad mensual por tipo de trabajo	ROI
ene-19	2,960.00	20,000.00	
feb-19	2,960.00	20,000.00	
mar-19	2,960.00		
abr-19	2,960.00		
may-19	2,960.00		
jun-19	2,960.00		
jul-19	2,960.00		
ago-19	2,960.00		
sep-19	2,960.00		
oct-19	2,960.00		
nov-19	2,960.00		
dic-19	2,960.00		
Anual	35,520.00	40,000.00	1.13

Fuente: Autoría propia

Ahora analizamos el retorno de inversión:

Este valor de 1.13 nos indica que si iniciamos el proyecto en enero del próximo año, tendremos un retorno de inversión para el mes de febrero; es decir, a partir de este mes empezaremos a tener utilidad neta que validará nuestra inversión inicial.

IV. DISCUSIÓN

En esta tesis de investigación se desarrolla el contenido del diseño de un banco de pruebas para bombas oleohidráulicas para evitar realizar trabajos repetitivos de mantenimiento de dichos equipos, en la planta de Gold Mill de Yanacocha, esta planta tiene una alta utilización de este tipo de bombas por lo que los trabajos de mantenimiento son constantes, y no contando con algún banco que facilite dichas pruebas, por lo que los trabajos son algo rústicos e inadecuados.

La investigación se realizó con respecto a la problemática que se presenta ante los mantenimientos repetitivos, por lo que se hizo la propuesta de implementar un banco de pruebas, mejorando así los trabajos de mantenimiento.

V. CONCLUSIONES

- Es determinantes para este diseño tener una presión de 1.83×10^{-4} a $1.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (3 a 30 GPM) y un caudal de 0 a 24.31 MPa (0 a 3500 PSI) en la bomba oleohidráulica.
- Tenemos flujo turbulento en la succión y descarga del sistema.
- Mediante el análisis de elementos finitos y la teoría de esfuerzos de Von Mises determinamos que el esfuerzo máximo producido es de 7MPa, al analizar la rueda guía mediante análisis de elementos finitos, determinamos en ésta un esfuerzo máximo de 7MPa que es menor a su límite elástico de 620MPa, por ser un acero, así mismo que el desplazamiento máximo encontrado es de 0.029mm.
- Tenemos un retorno de inversión de 1.13 a los 02 meses de iniciar el proceso con el banco de pruebas, a partir de allí tendremos utilidad neta.

VI. RECOMENDACIONES

- Seleccionar la bomba hidráulica del proveedor Vane Pumps, de esta manera entregaremos el caudal adecuado al sistema para el trabajo.
- No se debe instalar un motor de revoluciones menores a *20HP*, de lo contrario la potencia transmitida será insuficiente para destorquear los vástagos hidráulicos.
- Instalar la válvula, mangueras hidráulicas y accesorios indicados en la presente tesis, pues son los adecuados para la operación característica.
- Mantener el equipo en posición de equilibrio, de esa forma evitaremos las vibraciones excesivas. No sobrecarga el equipo.
- Respetar los materiales indicados en la presente investigación, puesto que todos los cálculos fueron realizados en base a sus propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Ricardo. 2015.** repositorio.usac.edu.gt. [En línea] 2015.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/133/1/Ricardo%20Daniel%20Aguilar%20Cruz.pdf>.
- Aguilar, Rodrigo. 2017, p. 12-16.** repositorio.unap.edu.pe. [En línea] 2017, p. 12-16.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4671/Aguilar_Torres_Rodrigo_Eduardo_Ventura_Gomez_Harold_Yuri.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- ALMANDOZ, Javier. 2007.** makrodidactica.files.wordpress.com. [En línea] 2007.
<https://makrodidactica.files.wordpress.com/2014/08/oleohidraulica.pdf>.
- BELTRÁN, Soraida y GIL, Blanca. 2006.** cef.uca.edu.sv. [En línea] 2006.
http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/sistemas_oleohidraulicos_seleccion_de_componentes_y_practicas_de_laboratorio.pdf.
- BUDYNAS, Richard. 2008.** *Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley*. USA : McGraw Hill, 2008.
- CAMPOS, Julio. 2017.** scribd.com. [En línea] 2017.
<https://es.scribd.com/document/360887680/Dialnet-UnProcesoGeneralDeDisenoEnIngenieriaMecanica-4902645-pdf>.
- Construccion, American Institute of Steel. 2011.** *AISC Steel Construction Manual 14th edition*. s.l. : IHS, 2011.
- DEFINICIONES. 2010.** DEFINICIONES-DE.COM. [En línea] 2010.
<http://www.definiciones-de.com/Definicion/de/montaje.php>.
- ENERPAC. 2017.** ENERPAC. [En línea] 2017. <http://www.enerpac.com/es/apriete-con-torque>.
- FUNDACION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS LATINOAMERICANAS. 2002.** fiel.org. [En línea] 2002. <http://www.fiel.org/publicaciones/Libros/productividad.pdf>.
- Hernández, Ricardo y Jurado, Leonidas. 2010.** Diseño y construcción de un sistema semiautomático para el montaje y desmontaje de motores. [En línea] 2010.
<http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/716/1/T-UIDE-0642.pdf>.
- HIDRA-MAQ. 2018.** hidramaq.com. [En línea] 2018.
<http://www.hidramaq.com/noticia.php/es/bomba-oleohidr%EF%BF%BDulica-conceptos-b%EF%BF%BDsicos/105>.
- HIDROMECA. 2018.** guiadelaindustria.com. [En línea] 2018.
<http://www.guiadelaindustria.com/empresa/hidromec-ingenieria-oleohidraulica/14142>.
- INTENDENCIA DE MONTEVIDEO. 2017.** montevideo.gub.uy. [En línea] 2017.
<http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/Oleohidraulica.pdf>.
- ISO 9000:2015. 2015.** ISO. [En línea] 2015. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>.
- IZAH, Luis. 2013.** slideshare.net. [En línea] 2013. <https://es.slideshare.net/luisizah2013/diseo-y-construccion-de-un-banco-de-prueba-bombas-centrifugas>.
- LAB-VOLT. 2002.** biblio3.url.edu.gt. [En línea] 2002.
<http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/funda-hidra.pdf>.

- MARCHESE, Ricardo A. 2009.** Universidad de Tucuman. [En línea] 2009.
<http://www.faz.unt.edu.ar/images/stories/pdfs/pva/0938.pdf>.
- MAYA, Alfredo. 2015.** slideshare.net. [En línea] 2015.
<https://es.slideshare.net/alfredoramomayarojas/bombas-oleohidraulicas>.
- Partesdel.com, Revista Educativa. 2017.** Partesdel.com. [En línea] Octubre de 2017.
https://www.partesdel.com/motor_de_carro.html.
- QUISPE, Héctor. 2008.** cybertesis.uni.edu.pe. [En línea] 2008.
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/752/1/quispe_sh.pdf.
- SABBATINI, Alfonso. 2015.** sabbatini.com.ar. [En línea] 2015.
http://www.sabbatini.com.ar/extras/Solucion_a_fallas_frecuentes_en_los Equipos_oleohidraulicos.pdf.
- SCRIBD. 2010.** scribd.com. [En línea] 2010. <https://es.scribd.com/doc/42622044/Bombas-oleo-hidraulicas>.
- VARGAS, José. 1998.** eprints.uanl.mx. [En línea] 1998.
<http://eprints.uanl.mx/7155/1/1080080859.PDF>.
- Vinicio, Barreto. 2013, p. 1-3.** dspace.esPOCH.edu.ec. [En línea] 2013, p. 1-3.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3143/1/15T00557.pdf>.
- VYCMEX. 1990.** campusvirtual.edu.uy. [En línea] 1990.
http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/Hidraulica_industrial.pdf.

ANEXOS

Anexo N° 01: Catálogo de bombas Franklin Electric

Información para Pedido

No. de Modelo	HP	Descarga x Succión	Voltaje	Bomba (sin kit de brida)	
				No. de Pedido	Peso (lb)
FCVJ05CI	1/2	1" x 1.25"	115/230	96130005	36.1
FCVJ07CI	3/4	1" x 1.25"	115/230	96130007	39.3
FCVJ10CI	1	1" x 1.25"	115/230	96130010	41.6
FCVJ15CI	1-1/2	1" x 1.25"	115/230	96130015	46.0

La bomba completa debe ser ordenada como 2 números de parte. El primero, es alguno de los mostrados en la tabla de arriba, el cual es el **Núcleo de la Bomba con Motor**.

El tipo de instalación determinará el segundo número de parte necesario.

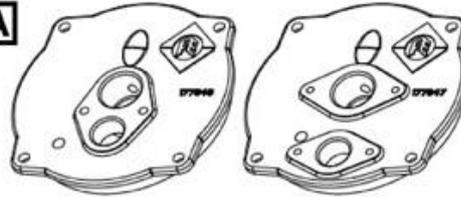
- A) Este es el kit de placa frontal para reconversión
- B) Instalación de pozo somero (poco profundo) o cisterna
- C) Instalación de pozo profundo

A) Placa Frontal

Kits de Brida para la Succión (Carátulas Modulares):

No. de Modelo	No. de Pedido	Peso (lb)
K1 - S	96150946	7.8
K2 - G	96150947	8.1
K3 - F	96150948	8.0
K4 - M	96150949	8.4

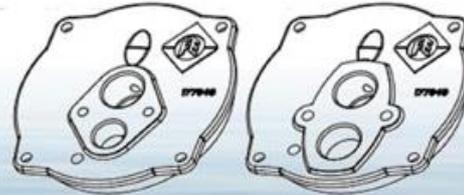
A



K1 - S

K2 - G

Los kits de brida están diseñados para usarse en aplicaciones de acondicionamiento de pozos profundos donde la bomba se esté reemplazando pero el ensamble del inyector se queda en el pozo



K3 - F

K4 - M



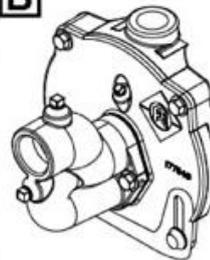
SNAPS 12-10

B) Configuración de Pozo Somero

Kits de Inyector para Pozo Somero:

No. de Modelo	No. de Pedido	Peso (lb)
SW1	96151001	11.7
SW2	96151002	11.7
SW3	96151003	11.7
SW4	96151004	11.7
SW5	96151005	11.7
SW6	96151006	11.7
SW7	96151007	11.7

B



El kit para pozo somero incluye el ensamble del inyector para pozo somero, la brida de succión K1-S y otras piezas para soporte.



SNAPS 12-10

C) Configuración de Pozo Profundo

Kits de Inyector para Pozo Profundo:

No. de Modelo	No. de Pedido	Peso (lb)
DW1	96152001	12.6
DW2	96152002	12.6
DW3	96152003	12.6
DW4	96152004	12.6
DW5	96152005	12.6



El kit para pozo profundo incluye el ensamble del inyector para pozo profundo, la brida para la succión K1-S y otras piezas para soporte.

Se requiere válvula de control en instalaciones para pozo profundo.



Válvula de Control:

No. de Modelo	No. de Pedido	Peso (lb)
DW-CV	96150951	1.9

Anexo N° 02: Catálogo de bombas Permco, Heavy Duty

PERMCO

Made in USA

Heavy Duty

2 AÑOS DE GARANTÍA



Bombas para Volteo

- Montaje directo y remoto
- 27 galones/min @ 1000 rpm
- Accionamientos cable y neumático
- Para volteos de 14 a 30 mts³

SERIE	IN ³ (CC)	GMP/900 RPM/2000 PSI	GMP/1200 RPM/2000 PSI	GMP/1500 RPM/2000 PSI
DM-512-20/DMD-20	5.12 (84.3)	17.5	24.0	30.5
DM-640-25/DMD-25	6.40 (105.4)	21.0	29.0	37.5

Bombas Heavy Duty

Bombas para aplicación de pisos vivos, móviles y volteos

- Válvula de alivio de doble ajuste, bajo para volteos y alto para pisos vivos.
- Fácil de seleccionar entre baja y alta presión utilizando el aire del camión.
- Puerto de succión de 1 1/2" NPT en el cuerpo
- 100% Fabricada en USA



GEMINI

SERIE	IN ³ (CC)	GMP/900 RPM/2000 PSI	GMP/1200 RPM/2000 PSI	GMP/1500 RPM/2000 PSI	MÁX RPM	MÁX PSI
DG-20/RG-20	5.12 84.3	17.5	24.0	30.5	1800	3200



P2100 (P21)

SERIE	SPEC	.50	.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
2100/3100	GPM/1000RPM/2000PSI #2100-MaxPSI	** 3000	** 3000	6.5 3000	8.5 3000	11.0 3000	12.5 2500	15.0 2500



P5100/5151 (P51)

SERIE	SPEC	.50	.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
5100/5151	GPM/1000RPM/2000PSI #2100-MaxPSI	** 3000	** 3000	9.5 3000	12.0 3000	14.5 3000	17.5 3000	19.5 2500	21.0 2500	23.5



P197 Tandem (P330)

SERIE	SPEC	.50	.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
197	GPM/1000RPM/RatedPSI #MaxPSI	** **	** **	7.0 4000	9.0 4000	11.0 3750	13.0 3500	15.0 3250



P257 (P350)

SERIE	SPEC	.50	.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
257	GPM/1000RPM/2000PSI #MaxPSI	** 4500	** 4500	9.5 4500	12.0 4500	14.5 3500	17.5 3250	19.5 3000	22 2750	25 2500

11

Anexo N° 03: Selección de tuberías

CARACTERÍSTICAS Y DENOMINACION				PROPIEDADES ESTÁTICAS									
TAMAÑO NOMINAL	TAMAÑO PERFIL		Espesor pared e	PESO	AREA	FLEXION			TORSION			UNIDADES DE EMPAQUE	
	d	b				Módulo elástico	Radio de Giro	Módulo de Inercia	Módulo Elástico	Momento de Inercia			
PULGADAS	MILIMETROS	REAL	mm	mm	Galvanizado	Kg/m	cm ²	Ix = Iy	Sx = Sy	rx = ry	Zx = Zy	J	B
			mm	mm	Kg/m		cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³
1 X 1	25 X 25	25,00	25,00	1,12	1,23	1,42	0,97	0,92	1,17	2,03	1,48		
			25,00	1,49	1,60	1,48	1,19	0,88	1,47	2,58	1,82		
1 1/2 X 1 1/2	40 X 40	40,00	40,00	1,80	1,90	2,29	1,69	1,35	0,86	1,71	3,07	2,11	
			40,00	1,73	1,80	2,20	5,49	2,75	1,58	3,22	8,77	4,13	
2 X 2	50 X 50	50,00	50,00	2,32	2,49	2,95	6,94	3,47	1,53	4,13	11,36	5,25	
			50,00	2,81	2,98	3,58	8,22	4,11	1,52	4,97	13,79	6,25	
2 3/8 X 2 3/8	60 X 60	60,00	60,00	2,29	2,53	2,92	11,07	4,43	1,95	5,15	17,45	6,66	
			60,00	3,04	3,31	3,87	14,15	5,66	1,91	6,66	22,73	8,53	
2 3/4 X 2 3/4	70 X 70	70,00	70,00	3,76	3,97	4,79	16,94	6,78	1,88	8,07	27,75	10,26	
			70,00	4,48	4,62	5,70	19,47	7,79	1,85	9,39	32,53	11,84	
3 X 3	75 X 75	75,00	75,00	2,67	2,94	3,39	19,52	6,51	2,40	7,53	30,53	9,78	
			75,00	3,63	3,86	4,63	25,14	8,38	2,33	9,79	39,91	12,61	
4 1/2 X 3 1/2	90 X 90	90,00	90,00	4,37	4,63	5,56	30,34	10,11	2,34	11,93	48,92	15,26	
			90,00	5,19	-	6,61	35,13	11,71	2,31	13,95	57,57	17,73	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	3,20	3,54	4,08	31,46	8,99	2,78	10,36	48,89	13,50	
			100,00	4,32	4,65	5,50	40,73	11,64	2,72	13,52	64,10	17,50	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	5,26	5,59	6,70	49,41	14,12	2,72	16,54	78,79	21,27	
			100,00	6,19	6,52	7,89	57,53	16,44	2,70	19,42	92,98	24,82	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	6,35	-	8,41	71,62	19,10	2,92	22,49	115,14	28,81	
			100,00	8,35	-	10,95	90,19	24,05	2,87	28,76	148,83	36,48	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	10,30	-	13,36	106,33	28,35	2,82	34,46	180,41	43,33	
			100,00	12,25	-	15,63	120,16	32,04	2,77	39,58	209,99	49,43	
4 1/2 X 3 1/2	90 X 90	90,00	90,00	5,58	6,01	7,11	88,86	19,75	3,54	22,78	138,32	29,66	
			90,00	6,81	7,23	8,68	108,55	24,12	3,54	28,00	170,65	36,27	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	8,03	8,45	10,23	127,28	28,29	3,53	33,04	202,14	42,59	
			100,00	6,07	-	7,74	123,01	24,60	3,99	28,30	190,75	36,94	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	7,53	-	9,59	150,63	30,13	3,96	34,86	235,64	45,27	
			100,00	8,96	-	11,41	177,05	35,41	3,94	41,21	279,48	53,27	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	11,73	-	14,95	226,35	45,27	3,89	53,30	364,04	68,31	
			100,00	14,97	-	18,36	271,10	54,22	3,84	64,59	444,62	82,14	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	17,88	-	21,63	311,47	62,29	3,79	75,10	521,39	94,85	
			100,00	14,14	-	18,15	402,28	67,05	4,71	78,33	639,01	100,96	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	16,13	-	20,55	581,70	86,18	5,32	100,25	917,81	129,65	
			100,00	19,90	-	25,36	704,91	104,43	5,27	122,53	1.127,65	157,44	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	26,40	-	33,63	1.145,91	152,79	5,84	179,88	1.843,64	230,58	
			100,00	20,72	-	26,57	992,94	128,12	6,11	148,94	1.565,09	192,73	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	27,56	-	33,36	1.590,86	181,81	6,91	211,24	2.505,58	273,47	
			100,00	30,11	-	38,36	2.410,09	241,01	7,93	278,87	3.771,59	362,24	
4 X 4	100 X 100	100,00	100,00	46,16	-	58,38	4.365,55	396,87	8,65	462,83	6.917,52	597,47	
			100,00	66,47	-	84,67	8.093,21	647,46	9,78	758,74	12.925,82	975,95	
12 X 12	300 X 300	300,00	300,00	89,04	-	113,42	15.713,90	1.047,59	11,77	1.223,86	24.972,90	1.577,87	

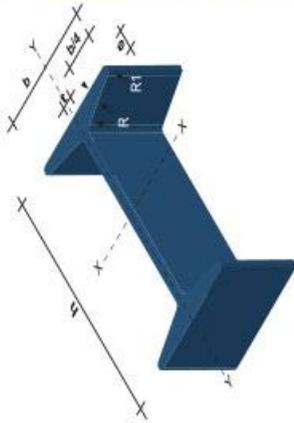
Anexo N° 04: Catálogo de tuberías por detalle

DIMENSIÓN NOMINAL NPS	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR DE PARED		PESO TUBO 6m (kg)
	(pulg.)	(mm)	(mm)	(pulg.)	
1/2"	0,50	12.70	0,7	0,028	1.594
			0,8	0,031	1.757
			0,9	0,035	1.970
3/4"	0,75	19.05	1,1	0,043	2.388
			0,7	0,028	2.450
			0,8	0,031	2.703
			0,9	0,035	3.039
			1,1	0,043	3.700
1"	1,000	25.40	1,2	0,047	4.027
			0,7	0,028	3.264
			0,8	0,031	3.605
			0,9	0,035	4.057
			1,1	0,043	4.951
			1,2	0,047	5.394
			1,5	0,059	6.704
1 1/2"	1,500	38.10	0,8	0,031	5.527
			0,9	0,035	6.227
			1,1	0,043	7.618
			1,2	0,047	8.308
			1,5	0,059	10.362

Anexo N° 05: Perfil estructural Tipo I

Nomenclatura

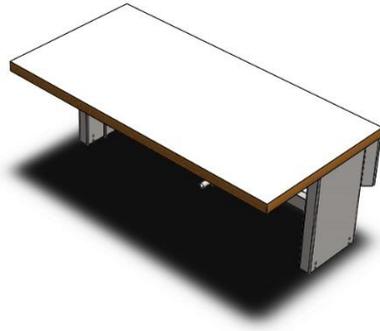
h = Patín
 b = Ala
 t = Espesor Alma
 e = Espesor Ala
 R = Radio Giro Alma
 $R1$ = Radio Giro Ala



Denominación	Dimensiones										Propiedades					
	h	b	t	e	R	R1	Área Sección	Pesos	Inercia (cm ⁴)	Módulo Resistencia (cm ³)	Propiedades					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/mts	Eje X-X	Eje Y-Y	Eje X-X	Eje Y-Y	Eje X-X	Eje Y-Y		
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00	19.50	3.00		
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88	34.20	4.88		
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41	54.70	7.41		
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70	81.90	10.70		
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80	117.00	14.80		
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80	161.00	19.80		
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00	214.00	26.00		
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10	278.00	33.10		
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70	354.00	41.70		
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00	442.00	51.00		
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20	653.00	72.20		
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40	923.00	98.40		
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00	1090.00	114.00		
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00	1460.00	149.00		
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00	2040.00	203.00		
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00	2750.00	268.00		
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00	3610.00	349.00		

Propiedades Mecánicas

Resistencia Mecánica	Punto Fluencia
Mpa	Kg/mm ²
37 - 52	24
370 - 520	24
	Mpa
	235



Simulación de Mesa de Banco de Pruebas

Fecha: sábado, 03 de noviembre de 2018

Diseñador: Cristian

Nombre de estudio: Análisis estático 2

Tipo de análisis: Análisis estático

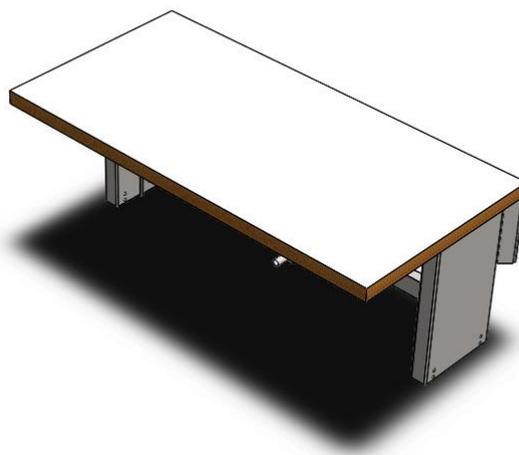
Tabla de contenidos

Descripción	44
Suposiciones	¡Error! Marcador no definido.
Información de modelo	45
Propiedades de estudio	49
Unidades	49
Propiedades de material	50
Cargas y sujeciones	52
Definiciones de conector	52
Información de contacto	53
Información de malla	53
Detalles del sensor	54
Fuerzas resultantes	54
Vigas	54
Resultados del estudio	55
Conclusión	¡Error! Marcador no definido.

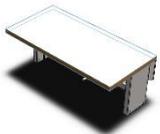
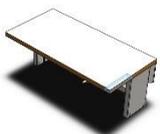
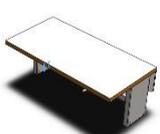


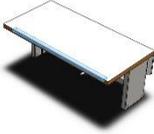
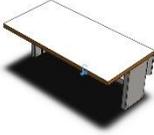
Descripción
No hay datos

Información de modelo



Nombre del modelo: CHAIN-BENCH-4SLDASM
Configuración actual: 1500X750

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Boss-Extrude1 	Sólido	Masa:444.375 kg Volumen:0.05625 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:4354.88 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Shell2 	Sólido	Masa:1.36455 kg Volumen:0.000172728 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:13.3726 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude4[4] 	Sólido	Masa:0.347481 kg Volumen:4.3985e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:3.40532 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Boss-Extrude4	Sólido	Masa:3.97402 kg Volumen:0.00050304 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:38.9454 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018

			
<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror3 	Sólido	Masa:1.36455 kg Volumen:0.000172728 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:13.3726 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Boss-Extrude8 	Sólido	Masa:0.26513 kg Volumen:3.35608e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:2.59828 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[7] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[8] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude3[3] 	Sólido	Masa:0.654233 kg Volumen:8.28143e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:6.41148 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[6] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Boss-Extrude6 	Sólido	Masa:3.97402 kg Volumen:0.00050304 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:38.9454 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativo\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018

Mirror5[5] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude4[1] 	Sólido	Masa:0.264074 kg Volumen:3.34271e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:2.58793 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[4] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Boss-Extrude5 	Sólido	Masa:6.45778 kg Volumen:0.00081744 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:63.2862 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[3] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[2] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror5[1] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude3[4] 	Sólido	Masa:0.654233 kg Volumen:8.28143e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:6.41148 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror4[4] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018

Mirror4[3] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror4[2] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude4[3] 	Sólido	Masa:0.264074 kg Volumen:3.34271e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:2.58793 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Mirror4[1] 	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Boss-Extrude2 	Sólido	Masa:14.9966 kg Volumen:0.00189831 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:146.967 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude3[2] 	Sólido	Masa:11.2174 kg Volumen:0.00141992 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:109.93 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude4[2] 	Sólido	Masa:0.347481 kg Volumen:4.3985e-05 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:3.40532 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
<4mm-flush-allen>-<Cut- Extrude1>	Sólido	Masa:0.0019589 kg Volumen:2.47962e-07 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:0.0191972 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018
Cut-Extrude3[1] 	Sólido	Masa:11.2174 kg Volumen:0.00141992 m ³ Densidad:7900 kg/m ³ Peso:109.93 N	C:\\Cristian\\Diseño\\Alternativ o\\banco de pruebas 1\\SLDPRT Sep 17 00:56:47 2018

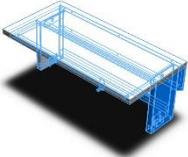
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Harry\Documents\DISCO DURO\Proyectos Tesis UCV\2018-I\Cristian\Diseño\Alternativo\banco de pruebas 1)

Unidades

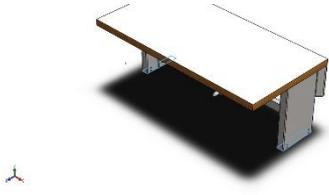
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

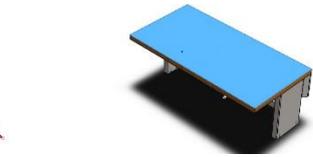
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 3.51571e+08 N/m² Límite de tracción: 4.20507e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7900 kg/m³ Módulo cortante: 7.7e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.5e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Boss-Extrude1)(TABLE-TOP-3-1), Sólido 1(Shell2)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 2(<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 3(Cut-Extrude4[4])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 4(<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 5(Boss-Extrude4)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 6(<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 7(Mirror3)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 8(Boss-Extrude8)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 9(Mirror5[7])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 10(Mirror5[8])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 11(Cut-Extrude3[3])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 12(Mirror5[6])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 13(Boss-Extrude6)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 14(Mirror5[5])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 15(Cut-Extrude4[1])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 16(Mirror5[4])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 17(Boss-Extrude5)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 18(Mirror5[3])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 19(Mirror5[2])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 20(Mirror5[1])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 21(Cut-Extrude3[4])(UPPER-FRAME-3-1),</p>

		<p>Sólido 22(Mirror4[4])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 23(Mirror4[3])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 24(Mirror4[2])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 25(Cut-Extrude4[3])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 26(Mirror4[1])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 27(Boss-Extrude2)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 28(Cut-Extrude3[2])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 29(Cut-Extrude4[2])(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 30(<4mm-flush-allen>-<Cut-Extrude1>)(UPPER-FRAME-3-1), Sólido 31(Cut-Extrude3[1])(UPPER-FRAME-3-1)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

Cargas y sujeciones

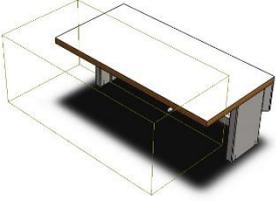
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.076026	1499.94	-0.12802	1499.94
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1500 N		

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

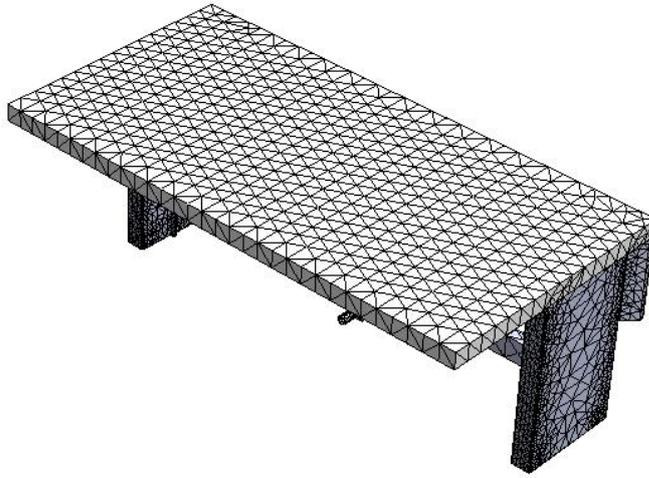
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	58.4964 mm
Tamaño mínimo del elemento	11.6993 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	75023
Número total de elementos	39177
Cociente máximo de aspecto	66.126
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	24.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	14.9
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:28
Nombre de computadora:	LENOVO-PC

Nombre del modelo: CHAIN-BENCH-4SLDASM
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-1500X750-)
 Tipo de malla: Malla sólida



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.076026	1499.94	-0.12802	1499.94

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Vigas

No hay datos

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/mm ² (MPa) Nodo: 22917	7 N/mm ² (MPa) Nodo: 15826

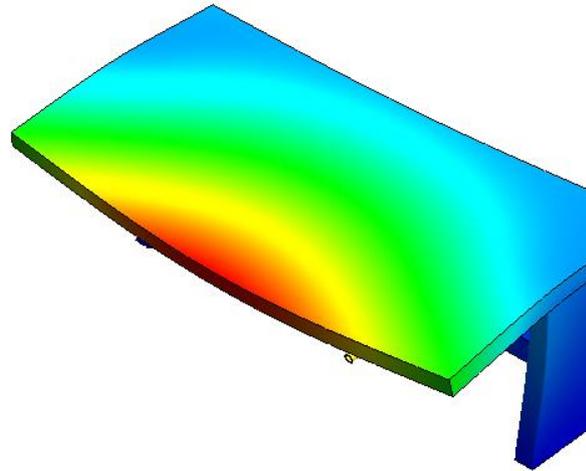
Nombre del modelo:CHAIN-BENCH-4SLDASM
 Nombre de estudio:Análisis estático 2[-1500X750-]
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 5316,47



CHAIN-BENCH-4SLDASM-Análisis estático 2-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000 mm Nodo: 12238	0.029 mm Nodo: 384

Nombre del modelo: CHAIN-BENCH-4SLDASM
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-1500x750-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 5316.47



CHAIN-BENCH-4SLDASM-Análisis estático 2-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.746e-10 Elemento: 11709	2.098e-05 Elemento: 8462

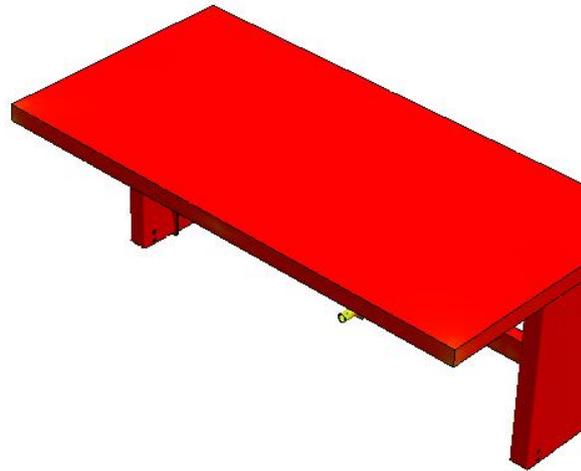
Nombre del modelo: CHAIN-BENCH-4SLDASM
 Nombre de estudio: Análisis estático 2(-1500x750-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 5316.47



CHAIN-BENCH-4SLDASM-Análisis estático 2-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	52 Nodo: 15826	1,372,941 Nodo: 22917

Nombre del modelo: CHAIN-BENCH-4SLDASM
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-1500x750-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 52



CHAIN-BENCH-4SLDASM-Análisis estático 2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Acta de aprobación de originalidad de tesis



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **“DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS OLEOHIDRÁULICAS DE HASTA 350BAR PARA REDUCIR RETRABAJOS EN LA PLANTA PROCESOS GOLD MILL - YANACOCHA”**

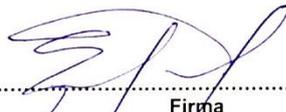
, del bachiller.

Vásquez Machuca Cristian Milsen

Constató que la tesis tiene un índice de similitud de 9% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Chiclayo, 05 de setiembre del 2019



Firma
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
DNI: 16728343

Reporte de turnitin

DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS OLEOHIDRÁULICAS DE HASTA 350BAR PARA REDUCIR RETRAJOS EN LA PLANTA PROCESOS GOLD MILL - YANACOCHA

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

4%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

en.calameo.com

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

1%

6

Submitted to Tecsup

Trabajo del estudiante

<1%

7

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

8

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

<1%

9

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional ucv

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Cristian Milsen Vásquez Machuca identificado con DNI N° 48289031 egresada de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "Diseño de banco de pruebas para bombas oleohidráulicas de hasta 350 bar para reducir retrabajos en la planta de procesos Gold Mill-Yanacocha" ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

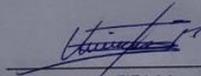
.....

.....

.....

.....

.....


FIRMA

DNI: 48289031

FECHA: 04/03/20

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

EP. INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Cristian ~~Milgosa~~ Vásquez Machuca

INFORME TITULADO:

"DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS OLEOHIDRAULICAS DE HASTA 350BAR PARA REDUCIR RETRABAJO EN LA PLANTA PROCESOS GOLD MILL - YANACOCHA"

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 27 de setiembre del 2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORIA

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN