



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

**“Diseño de un extractor de pines para reducir el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora CAT 320”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Br. Santisteban Arteaga, Raymundo (ORCID: 0000-0001-6122-2158)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6315)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

## DEDICATORIA

Se la dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial Jehová, el que me acompaña y siempre me levanta de mi tropiezo continuo.

A mi madre Doris, por el apoyo moral que me permitió realizarme como persona.

A mis hermanos Erick, Reyna de quien aprendí que la perseverancia te lleva a destinos, a donde nunca creíste llegar.

A Elmer por el gran aporte de fortaleza, que me motiva a seguir avanzando como profesional.

Raymundo Santisteban Arteaga

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por entender que cada momento de estrés no significaba un paso atrás, sino que era un momento de cambios que me permitían seguir.

A mis compañeros de trabajo (empresa) de quienes aprendí que trabajar en equipo es la mejor solución a los problemas.

Al ING Fredy Dávila por la comprensión y dedicación de su tiempo, que me permitió llegar la meta.

Raymundo Santisteban Arteaga

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización .....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Validez.....	22
3.6. Confiabilidad.....	22
3.7. Procedimientos.....	22
3.8. Método de análisis de datos.....	23
3.9. Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN .....	55
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis del proceso de extracción de pines. ....	25
Tabla 2: Parámetros de diseño de la extractora de pines en la excavadora 320 CAT. ....	29
Tabla 3: Tipos y características del acero ASTM. ....	30
Tabla 4: Lista de exigencias del diseño extractor. ....	32
Tabla 5: Matriz morfológica. ....	37
Tabla 6: Concepto de solución y opción elegida. ....	38
Tabla 7: Características de la bomba manual de simple efecto. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Movimiento de Tierras mediante excavadora.....	16
Figura 2: Cadena de carrilería.....	17
Figura 3: Componentes de las Cadenas de Carrilería.....	18
Figura 4: Componentes de las Cadenas de Carrilería Lubricada.....	19
Figura 5: Componentes de las Cadenas de Carrilería Sellada.....	19
Figura 6: Procedimiento para la recolección de datos.....	23
Figura 7: Estructura del extractor de pin.....	44
Figura 8: Sistema de bombeo .....	44
Figura 9: Ensamblaje del extractor de pines. ....	45
Figura 10: Mallado de la estructura del extractor de pines .....	45
Figura 11: Parámetros de simulación.....	47

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación, se determinó los parámetros principales para la fabricación de una extractora de pines, que requiere el diseño de la extractora. Cuyo requerimiento es cubrir las necesidades en cuestiones de tiempo y mantenimiento que presenta la empresa demandante sagrado corazón de Jesús S.A.C, siendo la principal promotora del presente proyecto.

Se diseñó, bajo la Norma Técnica Peruana 399.163-6:2016/ENM debido a que esta cumple los estándares de aceros estructurales más empleados en el proceso de fabricación debido a su baja consistencia en carbono y alta facilidad en la soldabilidad, para evaluar estas condiciones de análisis en donde se ve la carga, el esfuerzo, y la deformación de los diferentes factores que se emplearon en cada uno de los componentes. Esto se realizó mediante un software de análisis de elementos finitos (SolidWorks® 2019), aportando la fiabilidad y credibilidad de los resultados obtenidos, siendo los resultados más importantes, la deformación en el vástago de 0,01 mm, con una fuerza aplicada de 62 KN, lo cual determino que el trabajo se realiza de manera óptima.

Otro de los criterios, que determinaron la funcionalidad de la extractora de pines, se presentó mediante una lista de exigencias, donde se observó que por geometría el extractor de pines debe ser lo suficientemente ligero para que pueda ser trasladado por una persona y para poder montarlo a su zona de trabajo sin ningún problema. Visto esto se determinó que el material por el que estará compuesto el extractor tendrá que ser de acero estructural (ASTM-A36) lo cual evitara la corrosión y le dará más tiempo de vida.

Finalmente, la evaluación económica realizada, concluyo que el proyecto propuesto es rentable dado que el VAN es positivo (S/ 17,355.15), eso quiere decir que la inversión es financieramente atractiva ya que además de recuperar la inversión y

de obtener la rentabilidad deseada, se tiene un excedente que en esa medida incrementará la riqueza a largo plazo. Mientras mayor sea el VAN, mayor será el aumento del valor financiero de los activos de la empresa sagrado corazón de Jesús S.A.C.

**Palabras claves:** Extractor, Pines, Excavadora y Extracción de carrilería.



## **ABSTRACT**

In the present research project, the main parameters for the manufacture of a pin extractor were determined, which requires the design of the extractor. Whose requirement is to cover the needs in terms of time and maintenance presented by the plaintiff company sagrado corazón de Jesús S.A.C, being the main promoter of this project.

It was designed, under the Peruvian Technical Standard 399.163-6: 2016 / ENM because it meets the standards of structural steels most used in the manufacturing process due to its low consistency in carbon and high ease of weldability, to evaluate these conditions analysis where you can see the load, the stress, and the deformation of the different factors that were used in each of the components. This was done using finite element analysis software (SolidWorks® 2019), providing the reliability and credibility of the results obtained, the most important results being the deformation in the stem of 0.01 mm, with an applied force of 62 KN, which determined that the work is performed optimally.

Another of the criteria, which determined the functionality of the pin extractor, was presented by means of a list of requirements, where it was observed that due to geometry the pin extractor must be light enough so that it can be moved by a person and to be able to mount it. to your work area without any problem. Given this, it was determined that the material of which the extractor will be composed will have to be made of structural steel (ASTM-A36), which will prevent corrosion and give it a longer life time.

Finally, the economic evaluation carried out concluded that the proposed project is profitable since the NPV is positive (S/ 17,355.15), That means that the investment is financially attractive since, in addition to recovering the investment and obtaining the desired profitability, there is a surplus that will increase wealth in the long term.

The higher the NPV, the greater the increase in the financial value of the assets of the company Sagrado Corazón de Jesús S.A.C.

**Keywords:** Extractor, Pines, Excavator and Lane extraction.

## I. INTRODUCCIÓN

Las excavadoras hidráulicas son consideradas como un equipo crítico, debido a que trabaja bajo un régimen exigente, tiene mucha importancia en el proceso de ejecución de proyectos de ingeniería, fundamentalmente para las actividades de movimiento de tierras, excavaciones y cargas pesadas, tanto en obras civiles como en obras mineras.

Para (CHoquehuayta, 2019), refiere que:

El mantenimiento que se le brindan al Rompe Rocas, es uno de sus procesos de mantenimiento, implica el cambio de pistones hidráulicos que hacen que se mueva el brazo y la pluma. Lo cual el método común es golpeando con un combo de 10 libras, hasta que se desprenda; también se hacia el uso de calor, aumentando su temperatura y haciéndolo dilatar con ayuda de unos gases comprimidos

Para (Rafael, 2017), refiere que:

A nivel nacional, la empresa Ferreyros Trujillo S.A, en Trujillo, cuenta con un exceso en pérdida económica de 100000 soles, en el área de mantenimiento de cadena de carrilería por no contar con una máquina de armado y desarmado de cadena, que es donde el desgaste se presenta en los pines, bocinas, eslabones y zapatas.

Para (Perez, 2016, párr. 25), refiere que:

En la actualidad se puede observar en muchas maquinarias, de este tipo de paralizaciones en el funcionamiento, principalmente por fallas en el tren de rodaje, sobre todo por falta de una buena gestión de mantenimiento, poco índice de disponibilidad de equipos por lo consecuentemente, hay un atraso en la actividad que se desarrolla, por dicha razón es necesario optimizar, mediante el diseño de un extractor de pines para reducir el tiempo de operación den los trabajos del tren de rodaje de excavadora.

Teniendo la siguiente información, nos planteamos la siguiente problemática; ¿Es posible reducir el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora mediante el diseño de un extractor de pines?

Como justificantes de investigación, exponemos una justificación tecnológica, en donde el siguiente proyecto puede ser aplicado a la ingeniería de diseño como un equipo capaz de extraer pines mejorado los trabajos de mantenimiento.

Como justificación económica, se tiene que el diseño del extractor de pines permitió un trabajo más eficiente del tren de rodaje de la excavadora, reduciendo los gastos de mantenimiento correcto y por último se pretende reducir pérdidas económicas por paralizaciones en la obra.

Y una justificación ambiental; debido que se pretendió reducir la masa de hierro, con el aumento de la vida útil de los elementos del tren de rodaje de la excavadora, en lo cual contribuye con el medio ambiente.

El objetivo general de la presente investigación es: Diseñar un extractor de pines para reducir el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de la excavadora.

Con objetivos específicos, como:

- Describir la situación actual del proceso de extracción de pines del tren de rodajes de la Excavadora CAT 320.
- Determinar los parámetros de funcionamiento del extractor de pines.
- Seleccionar los componentes electromecánicos que constituyen el extractor de pines.
- Modelar el mecanismo del extractor de pines para el tren de rodaje de la Excavadora CAT 320 empleando software de Diseño CAD.
- Elaborar un estudio de viabilidad económica empleando los indicadores VAN y TIR.

Se plantea la siguiente hipótesis para el desarrollo de la investigación; El diseño de un extractor de pines reducirá el tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora.

## II. MARCO TEÓRICO

Presente los siguientes antecedentes de estudio a nivel internacional y nacional:

Para Muñoz, L. & Reyes, O. (2011), en su investigación:

En esta investigación de estos autores el obtuvo principal es el diseño de una prensa en H; dicha prensa está encaminada a cumplir algunos requerimientos de prefabricación en empresas Sistemas y Moldeados Arquitectónicos. También se diseñó y se complementó a manera de cálculo apropiado una prensa hidráulica tipo C que tiene como capacidad 20 toneladas en institutos en la ciudad de Mexico. De esta investigación se concluye que se realizó con la finalidad de desarrollar una prensa que pueda ser de utilidad en trabajos de automotriz o industriales en general.

Para Shugulí, C. (2006), se refiere que:

Una prensa puede también ser manual que sirve como montaje y desmontaje de rodamientos rígidos de bolas con diámetros que oscilan desde 20 mm a 30 mm. Este proyecto en esta investigación tuvo como finalidad tecnificar los procesos en instalaciones de talleres mecánicos en Ecuador. Allí se operan montaje y desmontaje de rodamientos rígidos de bolas a través de un método no tan fiable.

Para (Paredes, 2006), refiere lo siguiente:

En el campo de máquinas pesadas como excavadoras se emplean prensas manuales de 12 toneladas como lo dice esta investigación; para que sea de manera más valiosa se realizan cálculos a modo de ecuación para hallar la presión de trabajo.

Alfaro, D. (2016), concluye que:

Para la presente investigación se planteó una metodología de investigación cuantitativa en donde se realizaron análisis y cálculos de esfuerzos y presiones. Los resultados hallados arrojaron presiones de 297 bar, material para la fabricación y un espesor de pared de acero aleado de  $\frac{3}{4}$  mm. Las tensiones y desplazamientos máximos hallados mediante simulación fueron de 470 581 600 N/m<sup>2</sup> y 0.1292 mm.

El trabajo concluyó con la selección de una bomba manual y accesorios como acoples y mangueras, para luego brindar los gráficos con las diferentes vistas de la estructura (Reyes, 2016).

Para Arone, M. & Calle, M. (2015), concluye que:

En su proyecto describieron el proceso de construcción de la prensa, la cual poseía una elevada producción de frenos industriales. Para el desarrollo de su informe de investigación utilizaron un modelo cuantitativo y para hallar resultados favorables se tomó como ejemplo el diseño de una prensa hidráulica de un solo molde calentado por resistencias eléctrica, adaptada para este fin, el cual poseía un operador fijo. Tomando como referencia ese diseño, se mejoró el funcionamiento general del equipo en la parte mecánica, agregando dos moldes para un prensado múltiple y bocinas guías de bronce que mejoro el deslizamiento y estabilidad de las placas donde van ubicados los moldes.

Para Dominguez, P. (2017), concluye que:

La investigación fue de carácter cuantitativo, debido a que se realizaron análisis y cálculos para el dimensionamiento y diseño de la prensa. Se definieron los esfuerzos y con ello, las secciones de los elementos estructurales. En la parte hidráulica, se utilizó la metodología Vickers para la elección de elementos. El actuador se seleccionó a partir de la capacidad de carga que a su vez permitieron calcular la presión (198, 36

bar) y un caudal de  $5,23 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s, factores esenciales para el dimensionamiento de los conectores, la bomba y el tanque. Los elementos que formarán la prensa serán 2 vigas de sección 50 mm x 285 mm y 4 columnas de tipo HEB 120 unidos a través de cordones de soldadura AWS E6011 ISO E 43 2 C 16, un cilindro neumático de diámetro interior de 200 mm y exterior de 360 mm, 16 unidades de pernos de anclaje HILTI HSL 3 M20, bomba de 17.6 HP, conectores SAE 100R12, un tanque hidráulico de 80 L, entre otros elementos. Las características mecánicas que tiene la prensa hidráulica la convierten en un equipo versátil capaz de ser usado en la industria automotriz, metalmecánica, de reciclaje, etc.

Para Huerta, M. (2018) sostiene que:

Esta investigación de una universidad prestigiosa de la región tuvo como finalidad de tecnificar cada vez más los procesos de trabajo en los talleres de metalmecánica de la ciudad de Chiclayo en el rubro de embutido de la chapa metálica. Para esto, se tuvo como base el método hidráulico, para realizar el proceso de manufactura denominado embutido. El cual consiste en el cálculo de parámetros principales de una prensa hidráulica para el embutido y deformación de la chapa en la confección de recipientes huecos. Con el método empleado se hallaron los diámetros de los ejes guías, espesores de las planchas bases y soportes de vigas que soportan a los elementos de trabajo. La prensa hidráulica de 5 toneladas garantiza un bajo costo de manufactura.

Rafael, D. (2017), refiere que:

Se diseñaron todos los elementos que formaran parte del extracto hidráulico empezando desde la estructura de soporte hasta la elección de los componentes auxiliares, esto con el objetivo de realizar operaciones de extracción, montaje de pines y bocinas de la cadena de carrilería de un Tractor D8T y reducir los costos de operación de la empresa. Los datos para la elaboración del diseño fueron obtenidos mediante fichas técnicas proporcionadas por el fabricante de cadenas

de carrilería Caterpillar. Empleando un método cuantitativo y la norma E.090 para los criterios de carga y resistencia, se realizó una simulación en SolidWork en donde se verificó las reacciones provocadas por las fuerzas actuantes. Los elementos seleccionados fueron; un cilindro hidráulico de 100 toneladas de capacidad con una presión máxima de trabajo de 700 bares, una bomba de caudal de 7.57 l/min, que funciona accionada por un motor eléctrico de 12.5 HP a 1750 RPM que genera una fuerza de 929 kN, la cual es mayor a la fuerza de armado (600 kN).

El proyecto demostró ser rentable, ya que arrojó una inversión de 55 576. 60 soles que puede ser recuperado al año y 3 meses (Rafael Vaca, 2017).

Y como teorías relacionadas al tema, los siguientes conceptos:

Para (Perez, 2016, párr. 25), sostiene que:

Las excavadoras son hidráulicas, estas son máquinas que están direccionadas a excavar y realizar perforaciones tipo zanjas a terrenos, tienen también la característica de trabajar de manera fija casi estática. Es un equipo además que puede cargar roca volada de la cantera, teniendo bajos tiempos de ciclo.



*Figura 1: Movimiento de Tierras mediante excavadora*

Para (Rafael Vaca, 2017), refiere que:



La carrilería está formada por una cadena que es una faja de acero, la cual corresponde la constitución de un 40% de la maquinaria, es la que parte que soporta el peso del elemento. Además, sirve como medio de transporte para los tractores, excavadoras y otros equipos utilizados en las actividades de movimiento de tierras, soportan cargas de impacto y están hechas para diferentes tipos de terreno.



*Figura 2: Cadena de carrilería*

Los componentes de una carrilería son los siguientes:

La bocina está hecha de acero con baja porcentaje en su contenido de carbono, moldeado en frío. Lleva un tratamiento térmico con temperatura alta en una cámara u horno de sedimentación (Rafael Vaca, 2017).

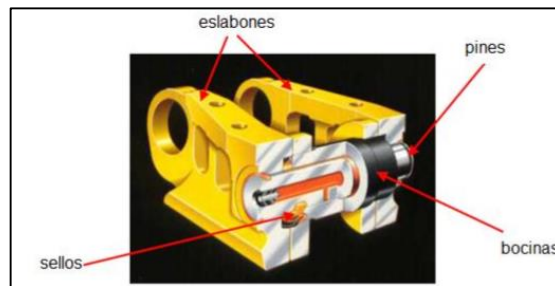
Para (Rafael Vaca, 2017), concluye que:

El elemento llamado pin tiene la particularidad de transmitir fuerza desde la bocina hasta este elemento muy importante, para posteriormente transmitirse a sus extremos. Estos elementos mantienen transferencia de fuerza de impulsión hacia los eslabones, los cuales están fabricados también de acero a bajo carbono y contienen niveles precisos de aleación.

Para (Rafael Vaca, 2017), concluye que:

Los eslabones están en el índice de material de bajo contenido de carbono y contiene aleaciones en niveles muy favorables. Este elemento tiene como principal arma transmitir fuerza que envía el pin hacia los eslabones luego hacia las zapatas para su tracción y posterior desplazamiento de la maquinaria. La tenacidad en este elemento permite tener soportes de fatiga a cargas que generan o pueden generar algún tipo de impacto.

Son elementos que aíslan el ingreso de partículas que un grano índice de contaminación al pin. También impiden que el lubricante presente fugaz en el interior de los pines. (Rafael Vaca, 2017)

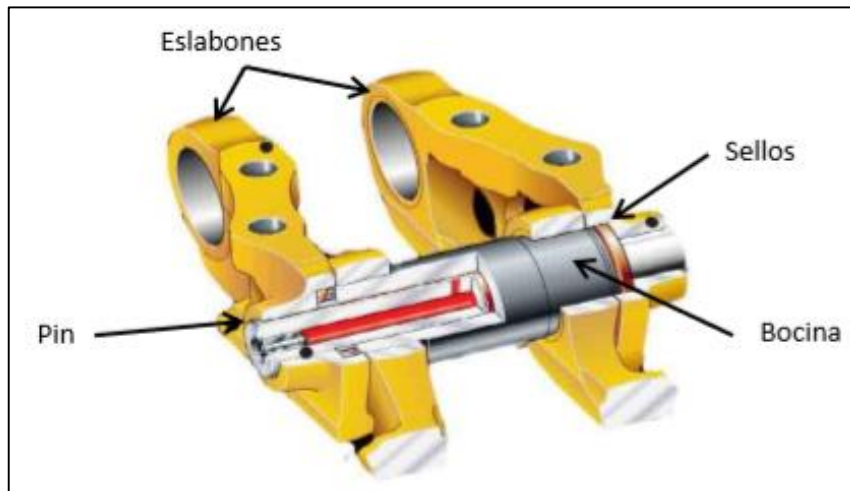


*Figura 3: Componentes de las Cadenas de Carrilería*

Los tipos de cadenas de carrilería son:

Para (Rafael Vaca, 2017), concluye que:

Una parte de una maquina hidráulica que realiza trabajos pesados son las cadenas lubricadas de carrilleras, que consta de aceite en su interior es por eso que en la parte del pin se requiere poner un sello para evitar derrames de aceite.



*Figura 4: Componentes de las Cadenas de Carrilería Lubricada*

Para (Rafael Vaca, 2017), sostiene que:

Una parte de la maquina pesada son las cadenas de carrilleria selladas, son estas que no requieren de ningún tipo puntual de lubricación. Exactamente la máquina que tiene este sistema de cadenas son las excadoras, siendo estas que no tienen una gran velocidad, situadas en un solo punto de trabajo.



*Figura 5: Componentes de las Cadenas de Carrilería Sellada*

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación.**

##### **Tipo de Investigación**

##### **Tipo aplicada.**

En esta investigación se aplicó las teorías y conceptos de las distintas ramas de la ingeniería, con el fin de resolver la situación actual acerca del tiempo de operación en los trabajos del tren de rodaje de excavadora CAT 320. Se plantea una problemática específica y se presenta una hipótesis de solución.

##### **Diseño de Investigación**

##### **Diseño cuasi experimental.**

Es aquella investigación en la que existe una exposición, una respuesta y una hipótesis para contrastar, pero no existe una aleatorización de los sujetos a los grupos de tratamiento y control, o bien no existe un grupo control propiamente dicho. La investigación es cuasi experimental, debido que se tomó un grupo de estudio existente, como es la tecnología de extracción de pines de las cadenas de vehículos pesados, para posteriormente realizar el diseño.

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

##### **Variable independiente:**

Diseño de extractor de pines

##### **Variable dependiente:**

Tiempo de operación

Posterior a ello, se muestra la matriz de operacionalización (Anexo 1).

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

##### **Población**

La población en esta investigación son los trenes de rodaje de una Excavadora CAT 320 que existen en la región Lambayeque.

## **Muestra**

La muestra en esta investigación son los trenes de rodaje de Excavadora CAT 320 que se utilizan en el taller “Sagrado Corazón de Jesús” del distrito de Ferreñafe.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Las técnicas nos conducen a la verificación del problema planteado. Cada técnica de investigación determino los instrumentos a utilizar (Mendoza, 2015).

Las técnicas empleadas para la siguiente investigación son:

#### **Observación**

Consiste en observar al personal de manteniendo, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc, con el fin de obtener una determinada información necesaria para una investigación. En la investigación, se empleará para verificar el proceso de extracción de pines, así como el comportamiento de los mecánicos cuando son sometidos a golpe.

#### **Análisis Documental**

Es una técnica de recolección de datos que nos permite extraer información de documentos relevantes, y sirve como una referencia para plasmar ideas de solución en estudios aplicados.

#### **Instrumentos**

Son los medios materiales que emplea el investigador para recoger datos para el análisis de estudio lo cual permitirá almacenar la información y recoger para las interpretaciones de resultados (Mendoza, 2015).

Los instrumentos empleados para la presente investigación son:

#### **Guía de Observación**

Es un documento, donde se anotó de manera ordenado todo lo que se obtiene mediante la técnica de la observación. Para la investigación, la guía de observación, aplico con la finalidad de recabar información del proceso de

extracción de pines, asimismo permitió anotar cualquier anomalía presentada en el proceso.

### **Ficha de Investigación**

Es un instrumento que se empleará para detallar la información que pueda ser de importancia para la obtención de resultados. Dentro de este instrumento destaca las fichas técnicas, las cuales son documentos que exponen las características de algo. En la investigación se aplicó, con la finalidad de recabar información, tales como la realidad problemática, los antecedentes de investigación y teorías relacionadas, que permitan obtener las características técnicas del diseño de extractor de pines.

### **3.5. Validez**

La validez del contenido hace referencia al nivel en que un instrumento detalla el dominio específico de contenido de lo que se está midiendo. Es el grado en que la medición representa al concepto o variable medida (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010). En la investigación, empleando el juicio de tres especialistas al tema, para la validación de los parámetros de funcionabilidad.

### **3.6. Confiabilidad**

La confiabilidad, permitió brindar garantía a la validación de los instrumentos, asimismo se debe solicitar la rectificación de acuerdo a lo requerido, brindando su precedencia a sus consideraciones. Este trabajo se tuvo la seguridad de las conclusiones obtenidas.

### **3.7. Procedimientos**

Los procedimientos para la recolección de datos se realizaron de la siguiente manera:

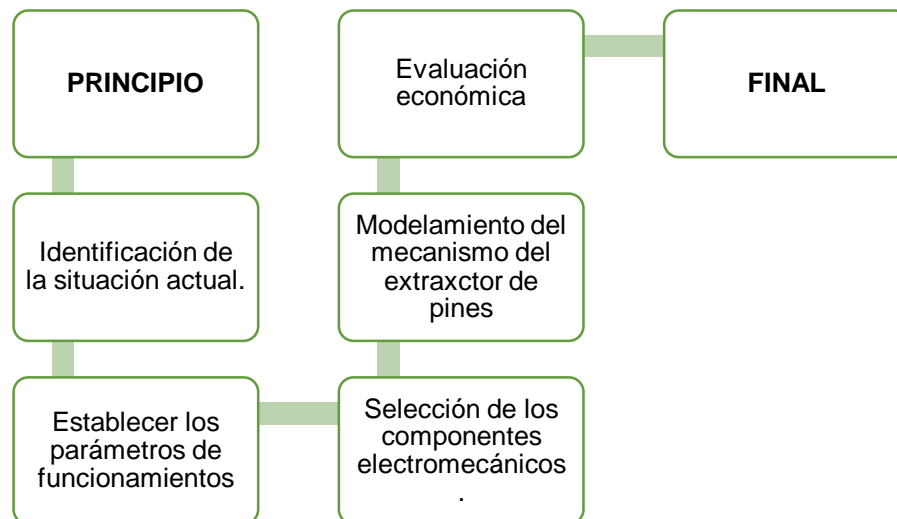


Figura 6: Procedimiento para la recolección de datos

Se logró analizar el proceso de extracción de los pines, con la ayuda de la guía de observación, que permitió anotar las fases de los procesos, así como cuantos trabajadores intervienen en ese proceso y que labor realizan, mientras con la guía documental logro ser gran utilidad, para obtener información de documentos relevantes que hallan tratado la misma problemática.

Posteriormente se logró identificar los principales procedimientos, que se tenían que mecanizar, con el fin de desarrollar el diseño empleando el software de simulación del diseño mecánico o hidráulico del extractor, determinando los parámetros de funcionamiento con la selección de los componentes electromecánicos.

### 3.8. Método de análisis de datos

Se definió las características técnicas del extractor de pines para la excavadora extraídas de fuentes bibliográficas como lo son libros, artículos e investigaciones que sirvan como antecedentes o estado del arte.

Se modela el mecanismo del extractor de pines para el tren de rodaje de la excavadora en el programa SolidWorks. Esto para obtener datos acerca de los esfuerzos y puntos críticos en los elementos estructurales del extractor, para poder diseñar de una forma eficiente los elementos y sus conexiones. Luego de realizar el modelo en SolidWorks por medio de una memoria de cálculo, se diseña las conexiones y los elementos del extractor. Finalmente, se ejecuta el análisis económico mediante los indicadores VAN y TIR.

### **3.9. Aspectos éticos**

Esta investigación cumple con la ética profesional, de acuerdo a los principios morales e individuales de la institución universitaria. El investigador está comprometido y está bajo la responsabilidad del autor la veracidad de los resultados obtenidos en la investigación.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la situación actual del proceso de extracción de pines del tren de rodajes de la Excavadora CAT 320 en la empresa Sagrado Corazón de Jesús S.A.C.

El taller Sagrado Corazón de Jesús S.A.C., se encuentra ubicado en la provincia de Ferreñafe dentro del departamento de Lambayeque. Dirigido por él, Ingeniero Santiago Niño Cortes, quien es mecánico de profesión.

Como principal actividad, desarrolla trabajos de mantenimiento a diversos implementos y maquinaria pesada. En la actualidad cuenta con un área de 300 metros cuadrados, que le permite atender a diversas necesidades, de los distintos tipos de maquinaria, entre una de ellas, se encuentran los trabajos de extracción de pines en la carrilería. Donde se analizó, el proceso que con lleva a la extracción de pines, en la carrilería de una excavadora 320 Caterpillar, por medio de la técnica de recolección de datos, llamada “observación” y revisión técnica documentaria “Check List”, la cual es descrito en la presente tabla:

*Tabla 1: Análisis del proceso de extracción de pines.*

<b>Proceso de extracción</b>						
Funciones	Descripción	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Supervisor
<b>ETAPA 1: Disponer de las herramientas de trabajo y los EPP.</b>						
<b>Realizar un Check list y preparar las herramientas a utilizar.</b>	Forma manual.	X	X	X	X	X
	Tiempo estimado: 7 Min.					
<b>ETAPA 2: Acondicionamiento de las herramientas, para la extracción del pin</b>						
<b>Asegurar el riel del extractor, con placas protectoras</b>	Forma manual de grado.		X	X		X
	Tiempo estimado: 3 Min.					
<b>Colocar el vástago en</b>	Solo manualmente				X	X

<b>posición de trabajo.</b>	Tiempo estimado: 1 Min.					
<b>ETAPA 3: Extracción del Pin.</b>						
<b>Golpear el pin</b>	Manualmente por medio de una comba de 7 kg.	X				X
	Tiempo estimado: 15 min. (18 – 20 golpeteos).					
<b>ETAPA 4: Retiro de las herramientas, para la extracción del Pin.</b>						
<b>Retirar y desechar el pin del rodaje.</b>	De manera manual					
	Tiempo estimado: 1 Min.				X	X
<b>Retirar placas protectoras del riel.</b>	De manera manual					
	Tiempo estimado: 3 Min.		X	X		X
<b>Retirar el vástago de la posición de trabajo.</b>	Manualmente					
	Tiempo estimado: 1 Min.				X	X
<b>Tiempo total</b>	Se estima un total de 31 min. para llevar a cabo la extracción de un pin, con una demanda de 4 operarios técnicos y un supervisor.					

*Fuente: Propia.*

En la presente tabla, se realizó un análisis del proceso de extracción de pines, dividiéndolo en 4 etapas fundamentales, que ejecutaron, un grupo de 4 operarios técnicos y un supervisor. Donde son evaluados de acuerdo al rendimiento, que emplea cada uno de los operarios y los tiempos que demanda dicho proceso. Estando bajo una estricta supervisión. Lo cual con lleva a una correcta extracción del pin de manera manual. Finalmente, se detalló cada etapa para el proceso de extracción de Pin:

### **ETAPA 1: Disponer de las herramientas de trabajo y los EPP.**

Los operarios ubican las piezas y herramientas a utilizar para llevar a cabo el proceso de extracción. Donde, se realizó una selección de herramientas que están descritas en el (Anexo 4), las cuales fueron destinadas al proceso de Extracción, la misma que deben estar en óptimas condiciones, libre de óxido, suciedad, tierra adherida o grietas.

### **ETAPA 2: Acondicionamiento de las herramientas, para la extracción del Pin.**

Posteriormente, se realizó el aseguramiento de las herramientas, donde el operario 2 y 3, se encargaron de la instalación de las placas protectoras, que sirvieron para proteger la carrocería y el chasis de la máquina para así evitar deformaciones en el proceso.

Una vez aseguradas las herramientas a utilizar, el operario 4 procedió a colocar el vástago, el cual tiene un diámetro menor al pin y posteriormente a sostenerlo con el fin de comenzar la extracción.

### **ETAPA 3: Extracción del Pin.**

El operario 1, aplicó presión por medio de una comba, a fin de extraer el pin, esta función es la parte más importante del proceso manual. Donde, con ayuda de una comba se ejecuta la acción hasta lograr que el pin se encuentre fuera del rodaje, con un tiempo estimado de 15 min, entre 30 – 35 golpes.

### **ETAPA 4: Retiro de las herramientas, para la extracción del Pin.**

Una vez realizada la extracción, los operarios 2 y 3 retiran las placas protectoras del riel de la excavadora CAT 320. Donde, además el operario 4 procede a retirar el vástago y desechar el pin retirado, cuya finalidad es asegurar que el pin sustraído es eliminado conforme lo establece el protocolo de la empresa.

Finalmente, la supervisión verificó de manera visual que todo lo anteriormente descrito, se realizó conforme lo establece la empresa a fin de evitar accidentes futuros. Siendo así, la culminación del proceso de extracción de Pin.

#### 4.2. Determinar los parámetros de funcionamiento del extractor de pines

Se determinó los parámetros de diseño, de una extractora de pines, bajo las necesidades, del taller Sagrado Corazón de Jesús S.A.C., las especificaciones técnicas y las normas intervinientes, que participan en el presente proyecto. Donde, son presentadas en la siguiente tabla de parámetros de diseño:

Tabla 2: Parámetros de diseño de la extractora de pines en la excavadora 320 CAT.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA EXTRACTORA DE PINES</b>			
<b>PARÁMETROS DE LA EMPRESA</b>	<b>REQUERIMIENTO DEL TALLER SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS S.A.C.</b>	<b>PARÁMETROS DE LA MAQUINA</b>	<b>PARÁMETROS BAJO NORMAVITAS Y ESTÁNDARES TÉCNICOS (Ver anexo 06) CATERPILLAR.</b>
Área de trabajo	1.5 m Largo x 1.5m Ancho x 2m Alto	Área de trabajo	-
Cantidad de extracción	4 pines/H	Pines	1 pin / 30 Min. – Por fuerza de impacto - Comba.
Materiales	Acero estructural ASTM – A36	Materiales	Acero estructural ASTM – Clase A
Diámetro Pin	25 mm	Diámetro Pin	1.57” – 2.17” (Caterpillar)
Mantenimiento	Mínimo	Mantenimiento	Horas de trabajo ejecutadas por la excavadora 320.

Portátil	Peso ligero, fácil transporte	-	-
----------	-------------------------------	---	---

Fuente: Parámetros de diseño de extractora de pines.

En la presente tabla de parámetros de diseño, la empresa Sagrado corazón de Jesús dispone de un área de trabajo de 1.5 m. de largo x 1.5 m. de ancho y 2 m de alto, el cual alberga en su interior una (01) máquina Excavadora CAT 320. Además, el taller cumple con el espacio idóneo y área de circulación (flujo de los operarios), para ejecutar el mantenimiento u extracción de los pines, dicho diseño tiene por necesidad principal extraer 4 Pines/h, dado así que la empresa exigió diseñarlo bajo los estándares de los materiales de acero estructural ASTM – A36, los cuales se tiene los siguientes tipos:

Tabla 3: Tipos y características del acero ASTM.

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTMA106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTMA131 Gr A,B,CS,D,DS,E	34	235	58-71	400-490
ASTMA139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400

ASTM A501		36	250	>58	>400
ASTM A516	Grado 55	30	205	55-75	380-515
	Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524	Grado 1	35	240	60-85	415-586
	Grado 11	30	205	55-80	380-550
ASTM A529		42	290	60-85	415-550
ASTM A570	Grado 30	30	205	>49	>340
	Grado 33	33	230	>52	>360
	Grado 36	36	250	>53	>365
	Grado 40	40	275	>55	>380
	Grado 45	45	310	>60	>415
	Grado 50	50	345	>65	>450
ASTMA709	Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L	Grado B	35	240	60	415
	Grado X42	42	290	60	415

Fuente: Normativa ASTM – Clase A.

Son la gama de aceros estructurales más empleados en el proceso de fabricación debido a su baja consistencia en carbono y alta facilidad en la soldabilidad. Además, son resistentes a considerables presiones, presentando una factibilidad ante golpe o cargas exteriores.

Por otro lado, se determinó que el presente diseño de extracción de pines, cumple ante los distintos artículos de investigación, normas, revistas entre otros. De las

cuales, se tuvo en cuenta la norma técnica peruana 399.163-6:2016/ENM, un esquema de extracción y una lista de exigencias sobre el diseño del extractor:

- Por competencia y mantenimiento de extractora de pin; se tomó en cuenta la Norma Técnica Peruana 399.163-6:2016/ENM. Ya que esta norma técnica cumple los estándares de trabajo en la fricción, desplazamiento, prácticas de manufactura y mantenimiento (superficies accesibles y desmontables). (Inacal, 2017).

- **Esquema de extracción**



Fuente: Elaboración propia

- **Lista de exigencias.**

De acuerdo al trabajo que se realizó previamente, mediante el siguiente cuadro vamos a identificar una lista de exigencias o requerimientos que presenta el trabajo de investigación.

Tabla 4: Lista de exigencias del diseño extractor

LISTA DE EXIGENCIAS	EDICIÓN	Pág. 1 de 1
<b>Proyecto:</b> DISEÑO DE UN EXTRACTOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LOS TRABAJOS DEL TREN DE RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320.		N° de Identificación:
		Redactado por: ...
		Fecha: 09/07/2020



Cambios (Fecha)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
09/07/2020	E	<b>FUNCIÓN PRINCIPAL:</b> Extraer los pines que unen el brazo al rodaje para facilitar el desmontaje de la cadena y realizar su mantenimiento.	Diseñador
09/07/2020	E	<b>GEOMETRÍA:</b> El extractor de pines deberá ser lo suficientemente ligero como para que pueda ser trasladado por una persona y para poder montarlo a su zona de trabajo sin ningún problema (PESO APROX 20Kg).	Diseñador
09/07/2020	E	<b>CINEMÁTICA:</b> La velocidad con que el equipo trabajara será determinada por la presión con que trabaje el operario (62KN).	Diseñador
09/07/2020	E	<b>FUERZAS:</b> La fuerza que deberá tener el extractor tendrá que ser lo suficiente como para retirar el pin del rodaje (Kg.f).	Diseñador
09/07/2020	E	<b>ENERGÍA:</b> Las energías con que trabajará el equipo	Diseñador

		será hidráulica de 2000kg.f.	
09/07/2020	E	<b>MATERIAL:</b> El material para el diseño del extractor tendrá que ser de acero	Diseñador
09/07/2020	D	<b>SEÑALES (DESEOS):</b> Los controles de mi equipo deberán ser entendibles por cualquier persona, de tal manera que un operario no muy entrenado pueda utilizar la maquina con facilidad.	Diseñador
09/07/2020	E	<b>SEÑALES (EXIGENCIAS):</b> El extractor deberá contar con unos topes para evitar la malformación de la del contorno de la estructura entre ellos la carrocería.	Diseñador
09/07/2020	E	<b>SEGURIDAD:</b> El extractor de pines deberá ofrecer las medidas mínimas de seguridad para el o los operarios que lo manipulen. Estos son lo EPP quienes aseguran el bienestar de los operarios.	Diseñador
09/07/2020	E	<b>MANTENIMIENTO:</b> El mecanismo deberá ser de fácil desmontaje para que	Diseñador

		su mantenimiento sea rápido y muy eficiente.	
09/07/2020	<b>D</b>	<b>USO:</b> El mecanismo deberá tener medidas preventivas ante la corrosión	Diseñador













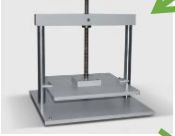

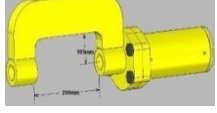

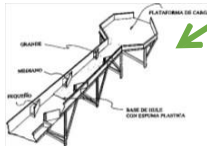

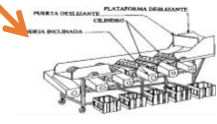
D: deseado; E: exigente.

Fuente: Propia.

#### **4.3. Selección de los componentes electromecánicos que constituyen un extractor de pines.**

Para la selección de los componentes electromecánicos, se evaluaron diversos tipos de componentes, presentando tres tipos de solución mediante una matriz morfológica que plantean distintas formas de realizar los procesos, descritos anteriormente, con mecanismos alternativos y maquinas auxiliares.




Tabla 5: Matriz morfológica.

Funciones		Portadores de funciones (Alternativas de efectos y/o principios de solución)		
1	Alimentar	De manera manual 	Con palanca 	
2	Recepcionar			
3	Centrar		Solo manualmente 	
4	Alinear	Solo manualmente 	Manual 	Manual 
5	Desacoplar	Con llave corona 		Con llave corona 
6	Trasladar		Manualmente 	
7	Almacenar			
	SOLUCIONES	SOLUCIÓN N° 1	SOLUCIÓN N° 2	SOLUCIÓN N° 3

Fuente: Propia.

Siguiendo la secuencia señalada por las líneas de colores se optó por la solución N° 3, que consiste en una alimentación fluida por medio de una estructura, con una recepción de bancada, donde su centro de generación es por medio de una bomba hidráulica, con una alineación manual y un desacoplamiento con una llave corona. Trasladando el pin extraído manualmente, siendo almacenado en un cesto de reciclaje.

Tabla 6: Concepto de solución y opción elegida.

CONCEPTO DE SOLUCION	TIPO DE LINEA
Solución 1	
Solución 2	
Solución 3	

Fuente: Propia.

Luego, de haber determinado la alternativa de solución. Se procedió a la determinar los cálculos de fuerza requerida y presión que se ejerce sobre el pin. Siendo:

### 1.- Cálculo de la presión ejercida sobre el pin – proveniente de la carrilería.

En la determinación de los parámetros de funcionamiento del extractor de pines, se toma en cuenta los siguientes parámetros. Donde, se obtuvo los datos técnicos por medio de la empresa CATERPILLAR (ver anexo 05)., que la presión requerida para mover el pin es  $P_c$ .

$$P_c = 2000 \text{ PSI}$$

$$D_{pin} = 40 \sim 50 \text{ mm}$$

### 2.- Cálculo de fuerza requerida para desplazar el pin de la carrilería.

En donde para determinar la fuerza requerida, para remover el pin, es el siguiente:

$$1 \text{ PSI} = 6894.76 \text{ Pa}$$

$$1Pa = 1 \text{ n/m}^2$$

$$1\text{pulg} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1m = 1000 \text{ mm}$$

$$P_c \left( 6894.76 \frac{Pa}{1PSI} \right)$$

$$2000 \text{ PSI} \left( 6894.76 \frac{Pa}{1PSI} \right) = 13,789 \times 10^6 \text{ pa}$$

Se conoce que:

$$P = 13,789 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$$

Se tendrá el área en el que se ejerce la fuerza, en este caso es el área del pin ( $A_{pin}$ ). Se tiene el diámetro del pin, que es 3 pulg, entonces:

$$3 \text{ pulg} \left( 25.4 \frac{mm}{1\text{pulg}} \right) = 76.2 \text{ mm}$$

Se conoce que:  $A_{pin} = 0,0762 \text{ m}$

Por lo que  $P = F / \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$

Una vez obtenido, la presión y el área, se procede a determinar la fuerza requerida (Freq.):

$$P = \frac{Freq}{A}$$

$$Freq = P \cdot A_{pin}$$

$$Freq = 13,789 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \left( \frac{\pi(0,0762)^2}{4} \right)$$

$$Freq = 62882,9 \text{ N}$$

$$Freq = 62,9 \text{ KN}$$

### 3.- Cálculo de esfuerzos.

Para lograr determinar las reacciones en el extractor de pines, se realiza el siguiente calculo.

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$2 (R_{extra}) - 62.9KN = 0$$

$$R_{extractor} = \frac{62.9KN}{2}$$

$$R_{extractor} = 31.45 KN$$

Para determinar el esfuerzo cortante

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$31,45 - V = 0$$

$$V = 31.45 KN$$

$$+\circlearrowleft \sum M_c = 0$$

$$- 31,45 (x - 0,09) + M = 0$$

$$M = (31,45 x - 2,8)KN, m$$

si  $x = 0.09$  entonces  $M = 0KN.m$

El esfuerzo cortante, se determina de la siguiente manera:

$$t = \frac{3V}{2A}$$

$$t = \left(\frac{3}{2}\right) \left(\frac{31.45KN}{0.035M^2}\right)$$

$$t = 1347,86 \frac{KN}{m^2}$$

$$t = 1.35 MPa$$

El esfuerzo de tensión

$$\sigma_{tensión} = \frac{F_{req}}{A_{perno}}$$

En donde

$$A_{perno} = \frac{\pi(0,024m)^2}{4.52 * 10^{-4}}$$



$$A_{perno} = 4.52 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Entonces:

$$\Delta \text{tension} = \frac{62,9 \text{ KN}}{4.52 * 10^{-4}} = 139\,159\,292.03 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 139.15 \text{ MPa}$$

#### 4.- Factor de seguridad.

Una vez obtenido todos los datos, se determinó el factor de seguridad empleando un acero estructural ASTM – A36.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{\text{tension}}}$$

$$N = \frac{586.04 \text{ MPa}}{139,16 \text{ MPa}}$$

$$N = 4,2$$

Finalmente, se obtuvo un coeficiente de seguridad con un valor aceptable, quiere decir que los esfuerzos aplicados por el sistema de bombeo y la presión que ejerce la carrilería sobre el pin, no comprometen las partes principales de la máquina.

#### 5.- Selección de bomba hidráulica manual de alta presión.

Para el Seleccionamiento de la bomba hidráulica manual, se tuvo en cuenta la presión ejercida sobre el pin y la fuerza requerida calculada cuyos valores mínimos a cumplir son: 2000 PSI y una fuerza de 62.9 KN. Por lo tanto, se evaluaron las diversas características técnicas en el mercado nacional. Donde se determinó que la empresa LARZAP S.A.C., brinda una bomba hidráulica manual de simple efecto, cumpliendo las características técnicas y los volares calculados. Para más detalles, (ver anexo 06).

Tabla 7: Características de la bomba manual de simple efecto.

Bomba manual de simple efecto	Presión		Dimensionamiento	Presión de disparo	
	2000 PSI	10000 PSI		20 bar	700 bar
			150mm * 560mm * 100mm		

Fuente: Propia.

## 6. Selección de la manguera hidráulica.

Para la determinación del tipo y características de manguera hidráulica, se tomaron como datos principales, una presión requerida de trabajo mayor o igual a 2 000 psi y una presión máxima de 10 000 psi. Cuya selección, está regida al catálogo brindado por la empresa (PRODYSOL, 2019).



### Manguera 1SC/2SC

#### Manguera TGFLEX con alambre trenzado 1SCDIN-EN 857 1SC STANDARD

- ✓ Tubo: Goma sintética resistente al aceite
- ✓ Refuerzo: Una trenza de alambre de acero con gran resistencia a la tracción
- ✓ Cubierta: Goma sintética resistente a la abrasión y a la intemperie
- ✓ Rango de temperatura: -40°C a +100°C

#### Parámetros de la Manguera 1SC

DN	Diámetro interior de la manguera		Diámetro exterior del alambre	Presión de Trabajo		Presión de explosión		Radio mínimo de curvatura	Peso	Longitud
	Pulgadas	mm		MPa	psi	MPa	Psi			
6	1/4	6.4	12.5	30	4350	120	17400	75	0.14	50/100
8	5/16	7.9	14.0	27.5	3980	110	15950	80	0.20	50/100
10	3/8	9.5	16.5	22.5	3263	90	13050	90	0.26	50/100
13	1/2	12.7	19.8	20	2900	80	11600	127	0.35	50/100
16	5/8	15.9	23.0	15	2175	60	8700	153	0.48	50/100
19	3/4	19.0	26.7	15	2175	60	8700	180	0.60	50/100
25	1	25.4	34.9	11	1595	45	6525	230	0.90	50

Fuente: (PRODYSOL, 2019).

## 7. Aceite de Hidrolina.

Se optó por un tipo de aceite de hidrolina, debido a sus condiciones de operación y características técnicas idóneas para el sistema de bombeo. Lo cual requiere de 7.5 litros, para abastecer de fluido suficiente al tipo de bomba de simple efecto de 2 etapas, aplicando un bombeo de 8.1 cm<sup>3</sup> equivalente a una fuerza de palanqueo de 41 Kg. Para más detalles, ver anexo 06.

Modelos	Tipo de Bomba	Máx. Cap. Aceite	Máx. Caudal		Página
		litros	l/min		
W	Bombas Hidráulicas Manuales Simple Efecto	7,5			80

Fuente: Larzep, 2019.

## Características técnicas

	UNIDAD	METODO	VALOR			
Grado ISO			<b>32</b>	<b>46</b>	<b>68</b>	<b>100</b>
Viscosidad a 40° C	cSt	ASTM D 445	32,0	46,0	68,0	100
Viscosidad a 100° C	cSt	ASTM D 445	6,5	8,3	11,0	14,5
Índice de viscosidad		ASTM D 2270	155	155	155	155
Densidad a 15° C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 4052	0,868	0,874	0,878	0,882
Punto congelación	°C	ASTM D 97	-39	-39	-36	-36
Punto de inflamación	°C	ASTM D 92	190	215	220	230
FZG, Escalón, mín.	°C	DIN 51354	11	11	11	11
4 Bolas, diámetro huella	mm	ASTM D 4172	0,32	0,32	0,32	0,32
Desemulsión	min	ASTM D 1401	<25	<30	<45	<45
TAN	mgKOH/g	ASTM D 664	0,4	0,4	0,4	0,4
Resistencia a la herrumbre (Mét. A)		ASTM D 2272	pasa	pasa	pasa	pasa

Fuente: Repsol, 2019.

#### 4.4. Modelamiento del mecanismo del extractor de pines para el tren de rodaje de la excavadora CAT 320, empleando un software de diseño CAD.

Se desarrolló el diseño mediante dos sistemas, los cuales serán detallados a continuación.

1. Sistema de extracción de pines: el cual trabaja mediante la unión de una manguera de alta presión.
2. Sistema de bombeo: se modifica la energía mecánica en energía hidráulica del fluido el cual hace que se incremente su presión, su velocidad o su altura.

Todo esto fue evaluado mediante un software de análisis de elementos finitos. (SolidWorks, 2019).

EL SISTEMA SE UNIRA MEDIANTE MANGUERA DE ALTA PRESION

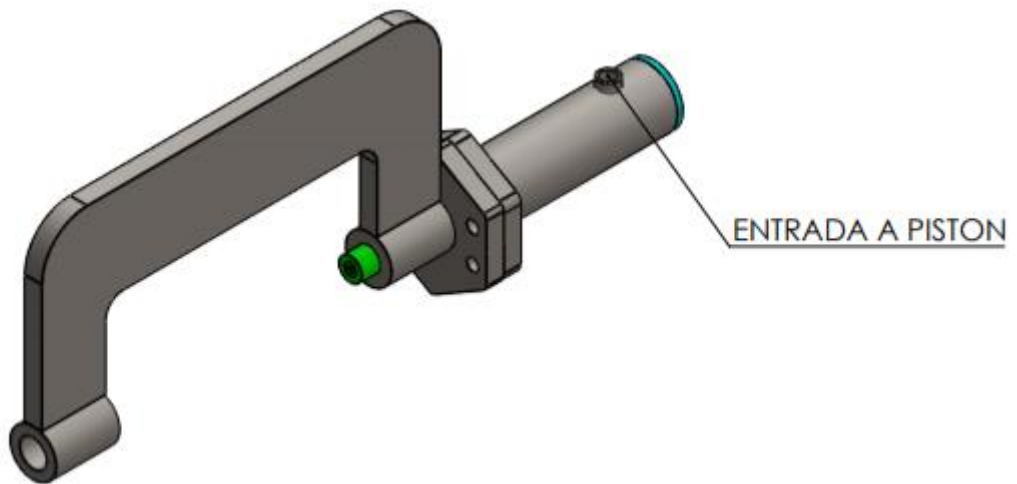


Figura 7: Estructura del extractor de pin

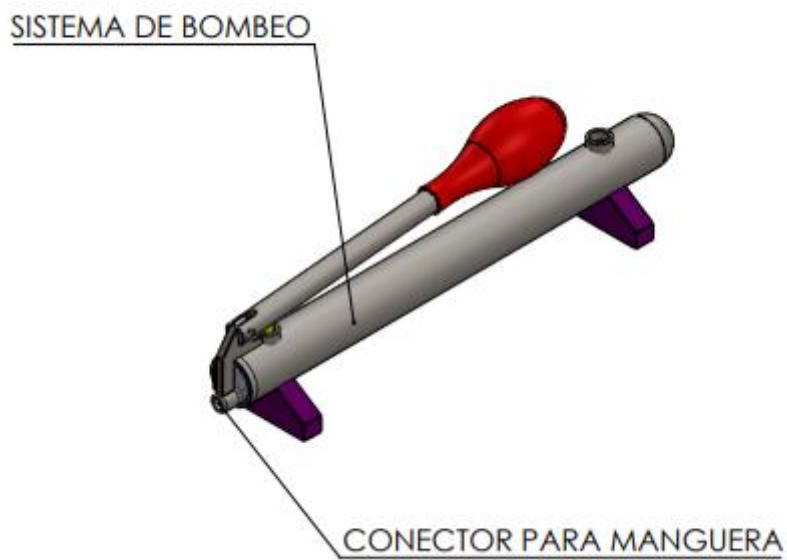


Figura 8: Sistema de bombeo

Se procedió a la unión del Sistema de extracción de pines y el Sistema de bombeo mediante una manguera cuya función principal es para transportar fluido de un lugar a otro, la cual cuenta su propia presión de trabajo.

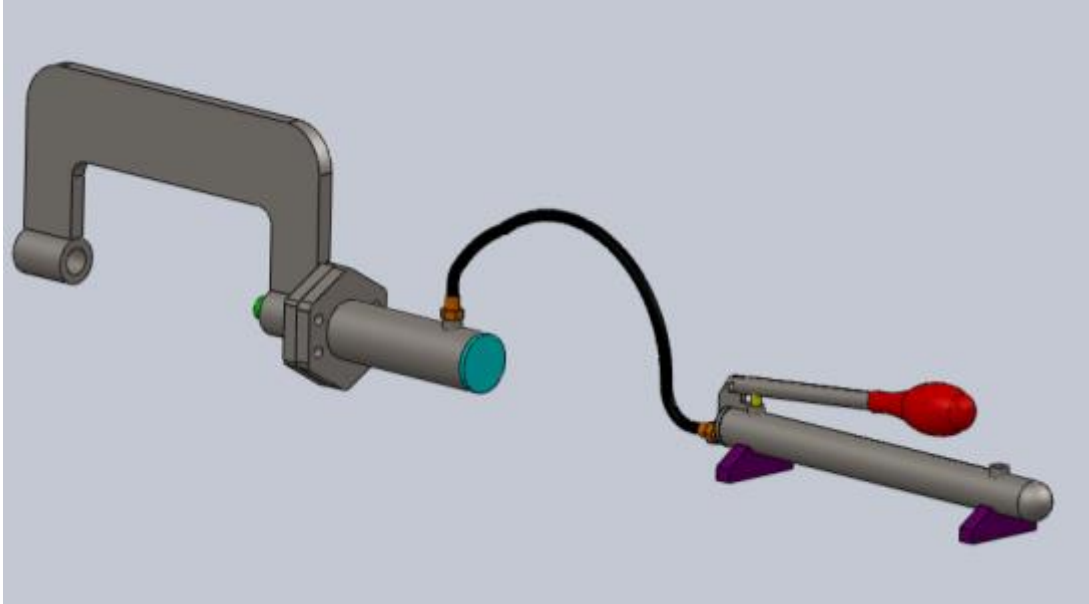


Figura 9: Ensamblaje del extractor de pines.

Luego del ensamblaje, se procedió a realizar un mallado a la estructura del extractor de pines, siendo el principal sistema a analizar.

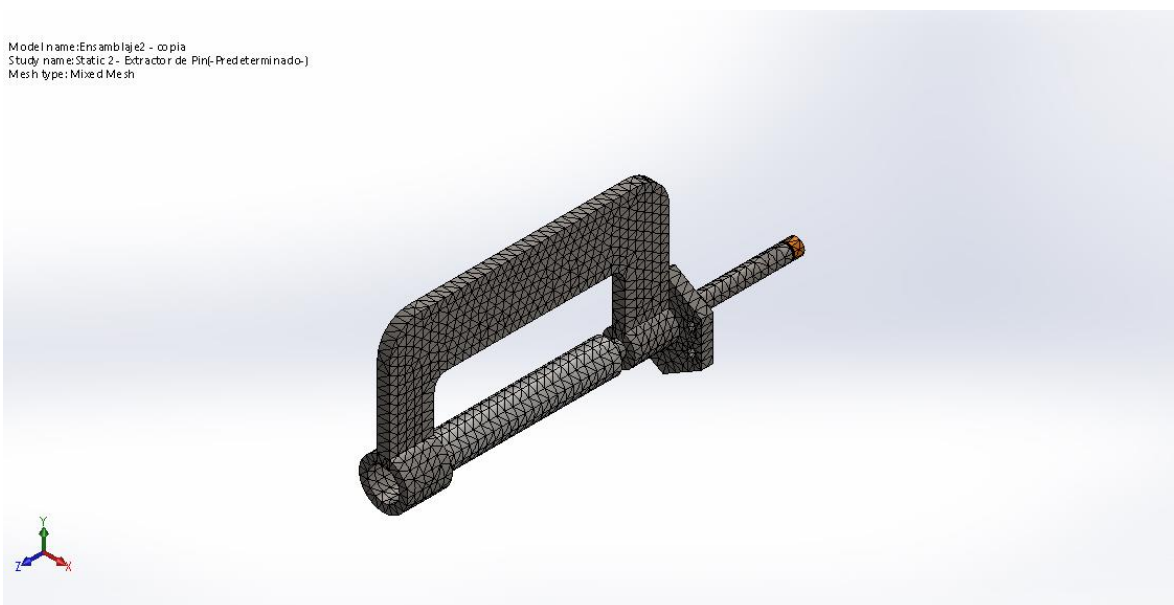
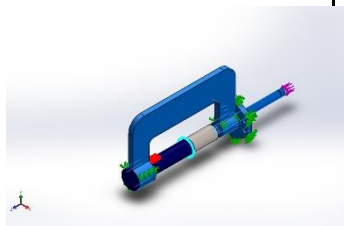
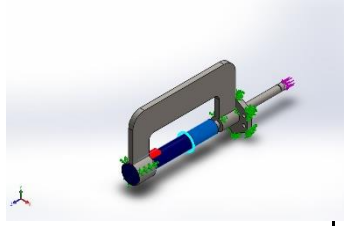


Figura 10: Mallado de la estructura del extractor de pines

En el presente cuadro gráfico, se presentan las propiedades físicas del excavador A320, cuyo material es acero inoxidable AISI 316. Por otro lado, vemos la estructura del extractor de pines cuya propiedad física es de acero estructural ASTM – A36.

Model Reference	Properties	Components
	Name: <b>ASTM A36 Acero</b> Model type: <b>Linear Elastic Isotropic</b> Default failure criterion: <b>Unknown</b> Yield strength: <b>2.5e+08 N/m<sup>2</sup></b> Tensile strength: <b>4e+08 N/m<sup>2</sup></b> Elastic modulus: <b>2e+11 N/m<sup>2</sup></b> Poisson's ratio: <b>0.26</b> Mass density: <b>7,850 kg/m<sup>3</sup></b> Shear modulus: <b>7.93e+10 N/m<sup>2</sup></b>	<b>SolidBody 1(Cortar-Revolución1)(EJE VASTAGO-1), SolidBody 1(Saliente-Extruir2)(Pieza1-1), SolidBody 2(Cut-Extrude3)(Pieza1-1)</b>
Curve Data:N/A		
	Name: <b>AISI 316 Annealed Stainless Steel Bar (SS)</b> Model type: <b>Linear Elastic Isotropic</b> Default failure criterion: <b>Unknown</b> Yield strength: <b>1.37895e+08 N/m<sup>2</sup></b> Tensile strength: <b>5.5e+08 N/m<sup>2</sup></b> Elastic modulus: <b>1.93e+11 N/m<sup>2</sup></b> Poisson's ratio: <b>0.3</b> Mass density: <b>8,000 kg/m<sup>3</sup></b> Thermal expansion coefficient: <b>1.6e-05 /Kelvin</b>	<b>SolidBody 1(Boss-Extrude1)(pin de extracción-2)</b>
Curve Data:N/A		

En la presente imagen se describe la presión que se aplica sobre el pin con los anillos de retención, la fuerza que aplica el vástago sobre el pin, cuyo extractor de pines se le aplico una restricción fija, donde todos los datos fueron aplicados en el software de simulación de análisis de elementos finitos (SolidWork 2019)

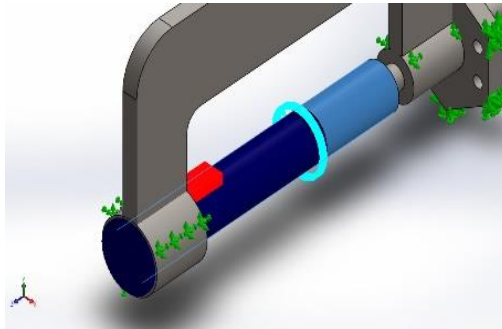
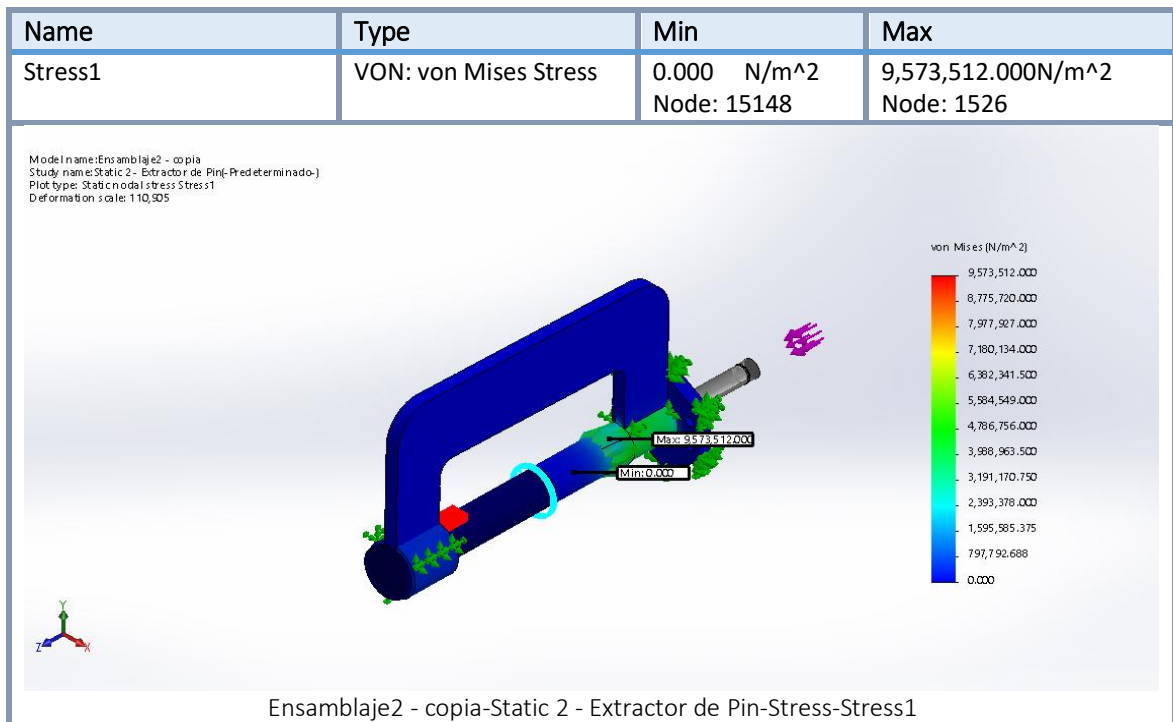


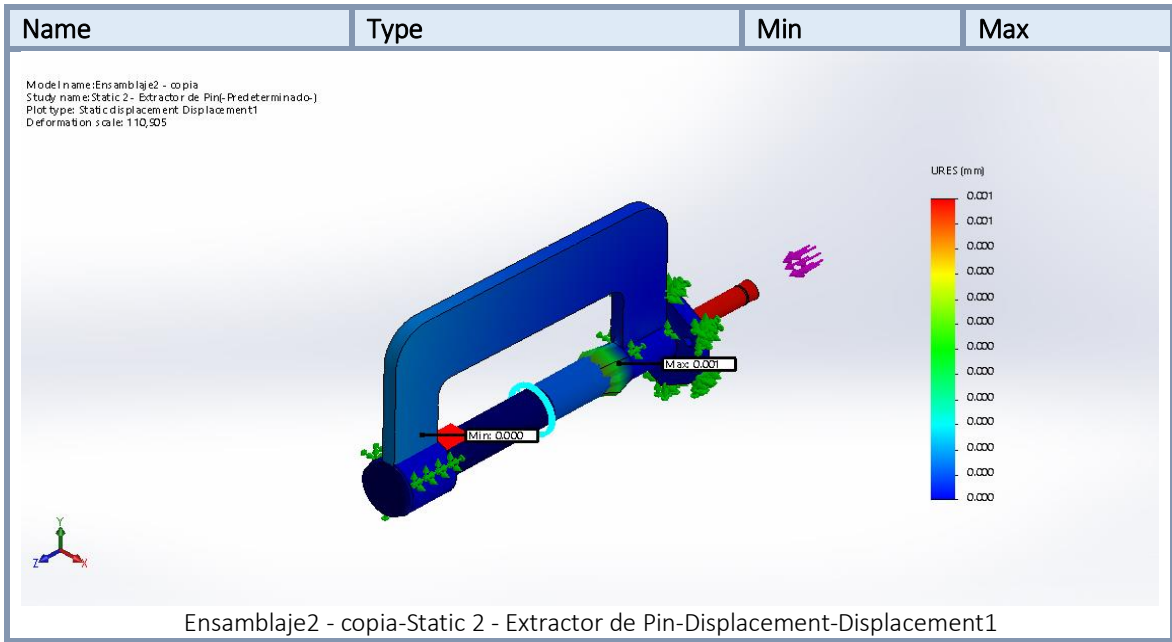
Figura 11: Parámetros de simulación.

El esfuerzo de tensión máximo generado en el punto de contacto tuvo un valor de, presenta los esfuerzos de deformaciones máximos y mínimos siendo un valor de: D máxima= 9,573,512.000N/m<sup>2</sup> y D mínima= 0.0 N/m<sup>2</sup>.

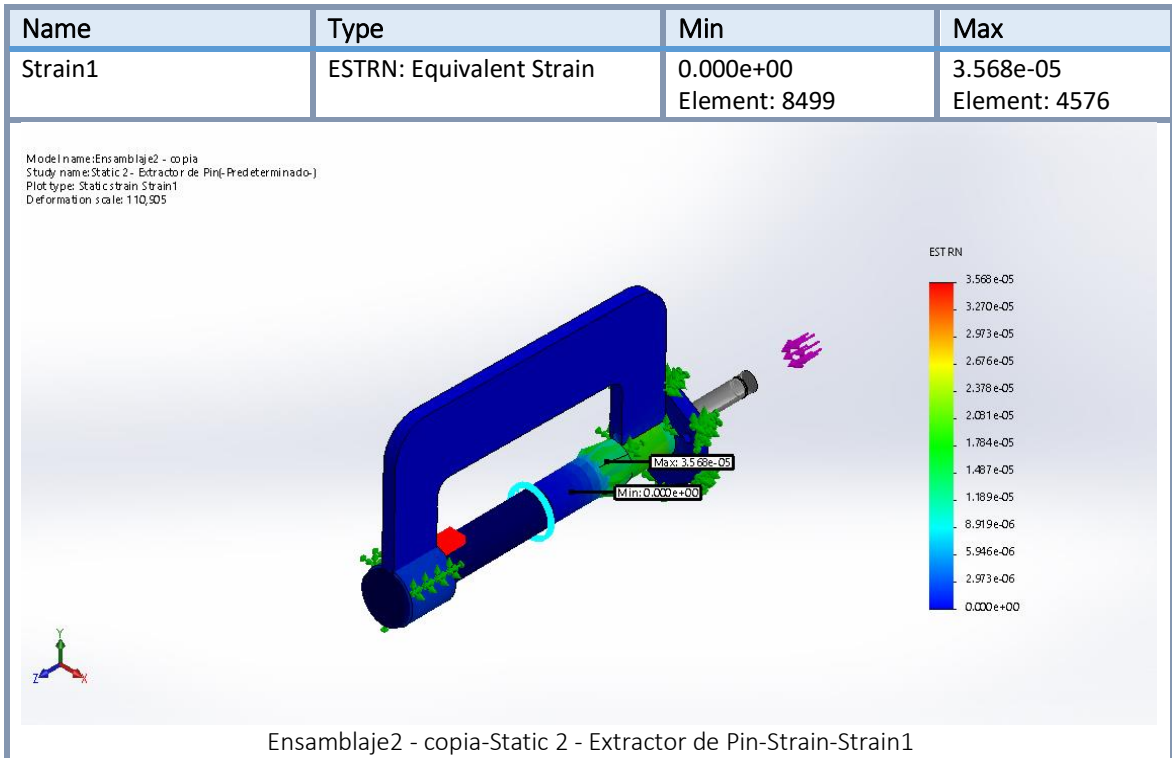


En el presente cuadro gráfico, presenta los esfuerzos de deformaciones máximos y mínimos siendo un valor de: D máxima= 0.001mm y D mínima= 0.0mm. Por lo tanto, se determinó que los valores son deformaciones permisibles.

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000 mm Node: 68	0.001 mm Node: 10780

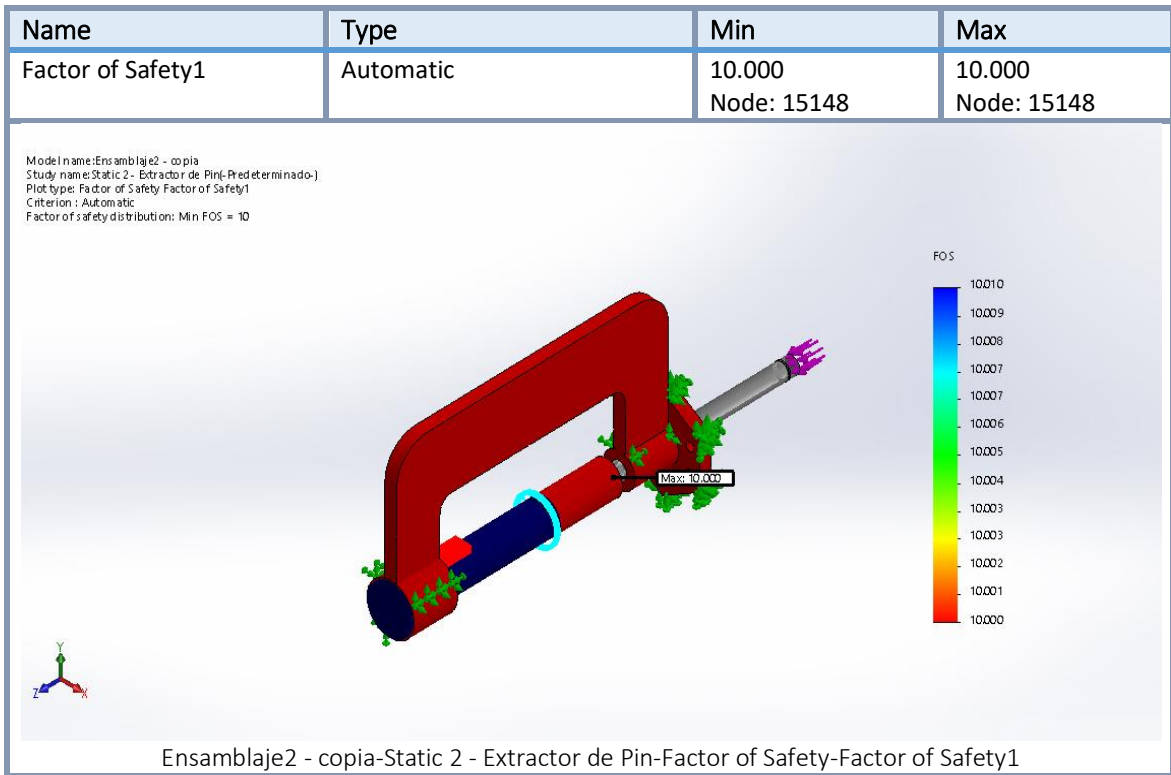


En el presente cuadro gráfico, presenta los valores máximos y mínimos de la cepa equivalente, siendo un valor Máximo=  $3.568e-05$  y un E Mínimo=  $0.000e+00$ .





En el presente cuadro gráfico, se determinaron los factores de seguridad máximos y mínimos siendo un valor de S Min= 10 y S Max= 10. Por lo tanto, es aplicable las dimensiones y el espesor determinado.



#### 4.5. Elaboración de un estudio de viabilidad económica empleando VAN y TIR

Para el presente estudio de viabilidad se desarrolló, un análisis costo beneficio de la máquina. Donde, se consideró costos tangibles y costos intangibles. Que son presentados bajo la siguiente tabla:

Ítems	Detalle de herramientas y equipos	Proveedor	Unid. De medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
<b>1,00</b>	<b>Inversión Fija Tangible</b>					<b>S/ 2403</b>
1,1	Sistema de bombeo	Larzep S.A.C.	Unid	1	S/.675,0	S/.675,00
1,2	Manguera Hidráulico	Bacruflex.	M	2	S/.180,0	S/.360,00
1,3	Conector de Manguera	Bacruflex.	Unid	2	S/.80,0	S/.160,00

1,4	Soportes del sistema de bombeo	Larzep S.A.C.	Unid	2	S/.40,0	S/.80,00	
1,5	Extractor de pasador	Hidrametal S.A.C.	Unid	1	S/.389,0	S/.389,00	
1,6	Manija	Larzep S.A.C.	Unid	1	S/.58,0	S/.58,00	
1,7	Pernos 1/2"	Aceros Arequipa	Unid	6	S/.5,0	S/.30,00	
1,8	Eje del vástago	Acero Inox.	M	1	S/.69,0	S/.69,00	
1,9	Soldadura	Soldacil	Kg	3	S/.14,0	S/.42,00	
1,10	Disco de desbaste	Promart	Unid	4	S/.5,0	S/.20,00	
1,11	Máquina de soldar	Sódimac	Unid	1	S/.520,0	S/.520,00	
<b>2</b>	<b>Inversión fija Intangible</b>					<b>S/.4691</b>	
2,1	Instalación	-	Unid	1	S/.550	S/.550	
2,2	Personal técnico	-	Unid	1	S/.350	S/.350	
2,3	Recursos para Operación	-			S/.3791,00	S/.3791,00	
	<b>Costo General</b>					<b>S/.7.094,00</b>	

Habiendo descrito los costos de las herramientas y equipos intervinientes en la tabla 5. Donde, se presentó el cuadro de inversión fija cuyo valor asciende S/.7.094,00 respectivamente, siendo un total del monto de adquisición para lograr las metas.

En lo que respecta a la inversión fija, se tomó en cuenta dos elementos: Tangibles e Intangibles. Dentro de los elementos tangibles se encuentra la compra de maquinaria y equipos, todos ellos destinados para la elaboración del extractor de pines.

Los costos de los intangibles ascendieron a un total de S/.4691, se incluyen los costos de instalación, personal técnico y recursos de operación, estos últimos considerando por ser el recurso financiero que requiere el proyecto para llegar a buen término.

Los costos de los tangibles ascendieron a un total de S/ 2403, se incluyen los costos de Sistema de bombeo, Manguera Hidráulico, Conector de Manguera, Soportes del sistema de bombeo, Extractor de pasador, Manija, Pernos 1/2", Eje del vástago, Soldadura, Disco de desbaste y la Máquina de soldar.

Luego de haber determinado el costo total del presente proyecto de investigación, así como la elaboración de la misma, se planteó un análisis costo beneficio. En la cual, fue determinado por la variación de tiempo. Siendo expresado en la siguiente tabla.

<b>Mantenimiento de la carrileria de una excavadora 320 CAT</b>						
<b>Proceso de extracción</b>	<b>Primera Fase</b>	<b>Segunda fase</b>	<b>Tercera Fase</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>VARIACION TIEMPO</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Comba (Manual)</b>	Ejecución de la extracción 20 pines 10 horas	Montaje de pines nuevos 10 horas	Verificación del mantenimiento 1 hora	21 horas	5 horas	S/.3.500,00
<b>Extractor de pin (sistema hidráulico)</b>	Ejecución de la extracción 20 pines 5 horas	Montaje de pines nuevos 10 horas	Verificación del mantenimiento 1 hora	16 horas		

En la presente tabla, se logró determinar la variación del tiempo que con lleva el proceso de extracción de pines con comba y con un equipo extractor de pines en el cual facilitó la obtención de la variación de tiempo. Donde se sabe que el costo del mantenimiento de la carrilería de un extractor de pines CAT – 320, tiene un valor de S/. 3.500,00 (Taller Sagrado Corazón de Jesús). Por lo tanto, se evaluó las tres fases intervinientes en el proceso de extracción. Siendo la primera fase la ejecución de la extracción. La cual tiene una duración de 10 horas para el desmontaje total de la carrilera (con comba), posterior a esto se continua con el montaje el cual se llevó acabo con los mismos tiempos antes descritos, para luego proceder a una verificación de todo lo antes realizado, lo cual con lleva al costo total respectivamente de 21 horas. Mientras, que aplicando el diseño de extracción de pines tiene una duración de 5 horas, siendo la mitad de tiempo que emplea normalmente. Por lo tanto, se demostró que el desarrollo del presente proyecto es aplicable.

**Interés mensual = 2% de tasa de interés**

<b>FLUJO DE INGRESOS</b>	
	A
Periodo	Valor
1	3500
2	3500
3	3500
4	3500
5	3500
6	3500
7	3500
8	3500
9	3500
10	3500
11	3500
12	3500
<b>TOTAL</b>	<b>42000</b>

<b>FLUJO DE EGRESOS</b>	
	B
Periodo	Valor
1	7094
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
<b>TOTAL</b>	<b>7094</b>

<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>	
Periodo	Valor
1	-3594
2	3500
3	3500
4	3500
5	3500
6	3500
7	3500
8	3500
9	3500
10	3500
11	3500
12	3500

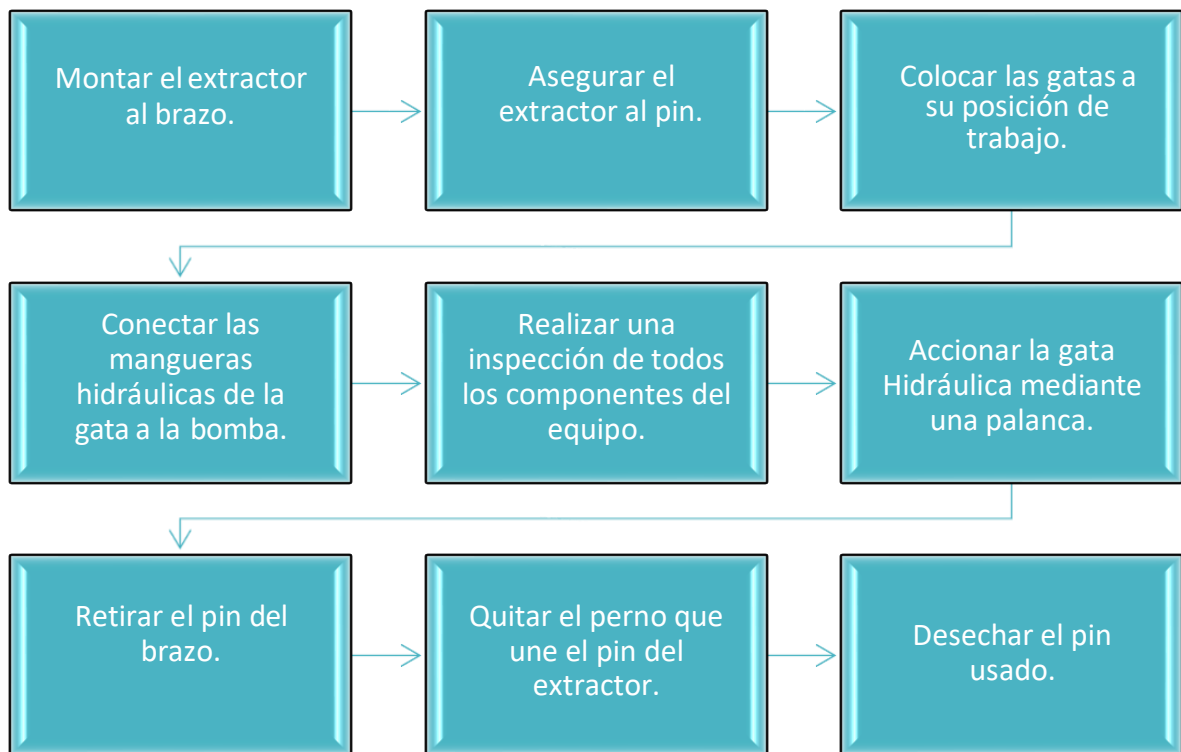
<b>VAN</b>	S/. 17,625.59
<b>TIR</b>	23%

Finalmente, la evaluación económica que fue realizada, concluyó que el proyecto propuesto es rentable dado que el VAN es positivo, siendo un valor de (S/ 17,625.59), eso quiere decir que la inversión es financieramente atractiva ya que además de recuperar la inversión y de obtener la rentabilidad deseada, se tiene un excedente que en esa medida incrementará la riqueza a largo plazo. Mientras mayor sea el VAN, mayor será el aumento del valor financiero. Además, el TIR (tasa interna de retorno). Presenta un porcentaje deseado, lo cual demuestra que la inversión es atractiva en términos financieros. En el caso del proyecto, la TIR es igual al 23%.

### **Recomendación de la secuencia de operaciones.**

1. Montar el extractor.
2. Asegurar el extractor al pin.
3. Colocar la gata a su posición de trabajo.
4. Conectar las mangueras hidráulicas de la gata a la bomba.
5. Realizar una inspección de todos los componentes del equipo.
6. Accionar la gata hidráulica mediante una palanca.
7. Retirar el pin del brazo.
8. Quitar el perno que une el pin del extractor.
9. Desechar el pin usado.

### **Esquema de secuencia de operaciones**



## V. DISCUSIÓN

1. Habiendo determinado el proceso de extracción de pin de forma manual. Por medio de un análisis de proceso de extracción. El establecimiento de esta operación permitió que se fije las condiciones para el rendimiento de los operarios teniendo como resultado la función que emplea cada uno y los tiempos en los que se desempeña el proceso. Todos los datos, fueron obtenidos mediante la técnica de recolección de datos llamada "observación", donde se determinó que el tiempo utilizado por los operarios desde el inicio al seleccionar las piezas a utilizar durante todo el proceso, hasta lograr la extracción del Pin, resultó una ejecución un tanto riesgosa y con tiempos muy largos, esto se debe a que las acciones a realizar son de forma manual, lo cual conlleva a muchas limitaciones sobre todo con las condiciones de los operarios. Así como también se pudo observar que los tiempos suelen ser un poco elevados (31 minutos por pin extraído), entre otras condiciones de menor grado. El cuál, es el caso del autor Choquehuayta Eguíluz (2019), que realizó una encuesta para determinar los datos técnicos, parámetros y condiciones de trabajo, siendo evaluada por un especialista en el tema de máquinas excavadoras y los tiempos utilizados en los mantenimientos de estas, que ayudó a recabar información con la mayor seguridad orientación al tema.
2. Se establecieron los parámetros de una extractora de pines, lo cual fijo las condiciones del diseño aplicado en la empresa Sangrado Corazón de Jesús SAC. Todos los datos, fueron obtenidos mediante una ficha de preceptos aplicada al personal (ver tabla ¿?). Tras evaluar la ficha encuesta, se encontró las necesidades de la empresa sagrado corazón de Jesús: la disposición de un área de trabajo de 1.5 m x 1.5 m y 2 m de alto, cumpliendo con las medidas estándares para el extractor, esto permitió el mantenimiento u extracción y la realización de todo el proceso de extracción el cual se realizó en óptimas condiciones.

3. Se diseñó una extractora de pines, bajo las condiciones de producción que requiere y teniendo en cuenta los datos de los tipos y características existente en la empresa Sagrado Corazón SAC, donde todos los materiales son resistentes a la corrosión causada por fricción y la presión, facilita el trabajo en golpe. Por otro lado, para la determinación de los parámetros de la máquina industrial se basó en los distintos artículos de investigación, normas, revistas entre otros. De las cuales se tuvieron en cuenta los siguientes requerimientos y especificaciones: Por competencia y mantenimiento de extractora de pin; se tomó en cuenta la Norma Técnica Peruana 399.163-6:2016/ENM. Ya que esta norma técnica cumple los estándares de aceros estructurales más empleados en el proceso de fabricación debido a su baja consistencia en carbono y alta facilidad en la soldabilidad. Para el diseño se tomó en cuenta aplicar en su totalidad como material principal acero estructural (ASTM-A36), ya que las características de dicho material son adaptables a los requerimientos de trabajo bajo presión y fricción, además por el historial de trabajos empleados por las diversas industrias, que lo emplean en los procesos similares, transporte, Presión. La construcción de acero estructural (ASTM-A36) es sumamente resistente a la corrosión causada por la fricción, facilita el trabajo en presión constante, se adapta fácilmente en los trabajos y presenta una amplia demanda en el mercado de producción.
  
4. Para el diseño se realizó una lista de exigencias, donde se observó que, la función principal consiste en la extracción del pin, el cual está unido al brazo del rodaje. Así, como se observó la geometría, en donde evaluamos que el extractor de pines deberá ser lo suficientemente ligero para que pueda ser trasladado por una persona y para poder montarlo a su zona de trabajo sin ningún problema. A su vez se observó que la cinética juega un papel fundamental y depende de la presión con que trabaje el operario (62KN). se determinó además que el material por el que estará compuesto el extractor tendrá que ser de acero estructural (ASTM-A36) lo cual evitara la corrosión y le dará más tiempo de vida, dicho todo esto se concluyó con el manteniendo en el dónde se observó que el mecanismo



deberá ser de fácil desmontaje para que su mantenimiento sea rápido y muy eficiente.

5. Tras la culminación de los diversos cálculos ejecutados en el presente proyecto, se empleó un análisis de elementos finitos, para determinar el comportamiento, que con lleva, al aplicar las cargas influyentes sobre las distintas partes de la máquina extractora de pines. Tal fue, en los casos de los distintos investigadores que desarrollaron un proceso de extracción, entre otros. Que son citados en el transcurso del presente proyecto. Obteniendo datos muy favorables, bajo una confiabilidad y seguridad que el software de diseño representa.

## VI. CONCLUSIONES

1. En la presente investigación, se analizó la situación actual del proceso de extracción de pines, en los trenes de rodaje de la excavadora CAT 320, donde se evaluó cada uno de los procesos que con lleva a una excelente extracción, determinando que dicho proceso lo ejecutan de forma manual y empírica, dicho proceso presenta como desventaja, pérdidas de tiempo, contratiempos e inseguridad al trabajador, además este proceso, demanda de 4 operadores para llevar a cabo la extracción. Por lo tanto, podemos concluir que la situación actual, presenta un déficit en el proceso de extracción, lo cual incentiva a elaborar una investigación, para el desarrollo, de un diseño de extracción de pines.
2. La parametrización del presente proyecto, fue determinada por los procesos de trabajo, que realizan los operadores y la empresa Ferreyros CAT, para la excavadora 320, donde se presentó una tabla de exigencias de trabajo. Asegurando, el proceso de extracción, evitando comprometer partes de la carrocería del equipo de construcción CAT 320. Finalmente, con los parámetros, normas y criterios establecidos. Se logró, elaborar los cálculos intervinientes en dicho proceso de extracción, no obviando los requerimientos de los operadores.
3. El cálculo de diseño y la selección de componentes, presentaron resultados satisfactorios, debido a que la presente investigación se elaboró, bajo un criterio de selección, llamado matriz morfológica, la cual aportó significativamente para la determinación de la geometría del extractor de pines. Además, se aplicaron ecuaciones ya establecidas por los autores Timoshenko, Mott y Norton.
4. El modelamiento del mecanismo del extractor de pines, se ejecutó bajo un software de análisis de elementos finitos (SolidWorks, 2017). Donde se obtuvo datos favorables, los cuales se presentaron de manera gráfica, apreciando los valores máximos y mínimos, dentro de los rangos permitidos, teniendo como análisis principales: deformaciones, esfuerzos, tensiones y factores de

seguridad. Por lo tanto, el presente software de diseño aportó resultados fiables para dicho modelamiento.

5. Finalmente, después de haber realizado una viabilidad económica empleando VAN y TIR en la empresa Sagrado Corazón de Jesús S.A.C. se concluyó que el estudio de la viabilidad, fue un factor importante en la presente investigación, donde se realizó un análisis para dar con la factibilidad del presente proyecto, lo cual resultó viable técnica y económicamente. Tal como se presenta en los resultados del estudio técnico. Asimismo, la evaluación económico-financiera indicó que el proyecto es rentable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda, aplicar mantenimiento del filtro de aceite. Cumpliendo los estándares técnicos y así prevalecer la vida útil del sistema de bombeo.

Para evitar corrosión, es factible proporcionar un ambiente seco, sobre madera y aplicar un mantenimiento de limpieza al equipo al final de cada uso.

Realizar una limpieza semestral a los conectores de manguera, para evitar fugas de hidrolina.

## REFERENCIAS

- Arone Bazan, M., & Calle Huamaní, M. (2015). *Fabricación de una prensa hidráulica de alta producción para la industria de frenos de la empresa FRENOSA S.A. Lima*. Lima.
- Barba Muñoz, L. F., & Reyes Terán, O. (2011). *Cálculo y diseño de una Prensa hidráulico Tipo "C" con capacidad de 20 toneladas*. México.
- Galvez, M. A. (2018). *Diseño y cálculo de parámetros constructivos de una prensa hidráulico de 5 tn de capacidad para conformado de chapa metálica en factoría Aldyup - Chiclayo*. Chiclayo.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Mendoza, S. V. (2015). *Pasos para elaborar Proyectos de investigación científica: Cuantitativa, cualitativa y mixta*. Lima: Editorial San Marcos.
- Paredes, C. J. (2006). *Construcción de una Prensa Hidráulica Manual para el montaje y desmontaje de rodamientos rígidos de bolas con diámetro interior desde 20 mm hasta 30 mm*. Quito.
- Peche, E. D. (2017). *Diseño de una prensa hidráulica de 40 toneladas de capacidad para procesos de deformación plástica*. Lima.
- Perez, A. P. (2016). *Plan de mantenimiento del tren de rodaje de la excavadora hidráulica 336 DL CAT para la disponibilidad en la empresa constructores y mineros CG SAC*. Huancayo .
- Rafael Vaca, D. E. (2017). *Diseño de Extractor Hidráulico de pines para cadenas de carrilería en maquinaria pesada para la Empresa Ferreyros Trujillo S.A. Trujillo*.
- Reyes, D. Y. (2016). *Diseño de un extractor hidráulico móvil de 150 toneladas para eje de mando final de maquinaria pesada*. Trujillo.
- Suárez, M. B. (2012). *Metodología de la investigación para ingenieros*. Chiclayo.

## ANEXOS

### ANEXO 1: VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Índicadores	Escala de medición	
Variable independiente	Resistencia del material de la estructura de soporte	Es la capacidad que tiene un elemento para resistir esfuerzos y cargas aplicadas sin romperse, deteriorarse o ganar deformaciones.	Es el límite de soporte que tendrá la estructura del extractor.	$Sy = \frac{F}{A}$  $(Pa = \frac{N}{m^2})$	Fuerza (N)  Área ( $m^2$ )	N  $m^2$
Variable dependiente	Tiempo de operación	Es el periodo determinado que dura las operaciones del servicio.	Es el tiempo total, la suma de los tiempos de operación y mantenimiento.	T (s)	Tiempo (s)	s

Fuente: Propia, 2020

*ANEXO 2: CÓDIGO DE ÉTICA DEL CIP*



**CÓDIGO DE ETICA DEL CIP**

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS  
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999  
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

## Anexo 03.- Personal demandante, herramientas y equipos a emplear.

### **PERSONAL:**

- Ingeniero Mecánico.
- 4 mecánicos.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo jockey.
- Mameluco con cinta reflectora.
- Guantes de cuero o badana.
- Zapatos de seguridad.
- Lentes de seguridad claro.
- Protector auditivo.

### **EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES:**

- Comba 7kg.
- Botador.
- Gata hidráulica.
- Pinza mecánica de 50 cm.

### **PROCEDIMIENTO:**

- Recibir orden de trabajo.
- Ingresar al Área de trabajo con los implementos de seguridad debidamente puestos.
- Inspeccionar las herramientas a utilizar, estas deben estar en perfecto estado.
- Dar pase a la máquina excavadora a las instalaciones del taller
- Una vez extraído el pin, es llevado al almacén de acopio, donde se procede a revisar el cuerpo del mismo, que consta en ver las grietas y roturas ocasionadas por la presión que genera el movimiento.
- Por último, se coloca un pin nuevo.

Esto basado en los procedimientos y estándares de trabajo que se tienen en el taller para cada trabajo en el área de mantenimiento.



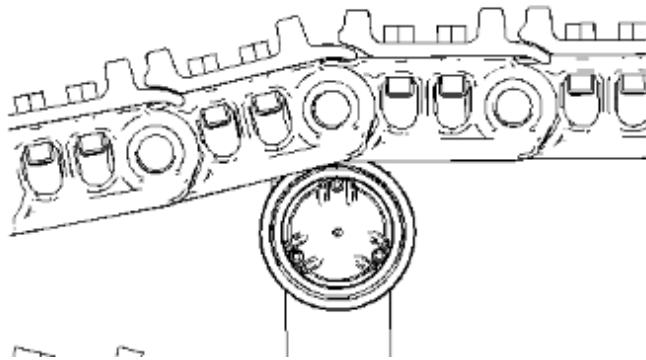
Anexo 04: Check List de herramientas.

#	Elementos a comprobar	Descripciones	Estado
<b>1</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		<input type="checkbox"/>
1.1	Casco tipo jockey.	Está especialmente diseñado para proteger el cráneo de impactos, golpes o salpicaduras de sustancias químicas.	<input type="checkbox"/>
1.2	Mameluco con cinta reflectora.	cuenta con una cinta reflectiva de 2 pulgadas en ambas piernas, brazos, pecho y espalda. Cuenta con 2 bolsillos en el pecho. Cremallera metálica y botón de plástico	<input type="checkbox"/>
1.3	Guantes de cuero o badana.	Es una línea de guantes a base de cuero, recomendados para tareas generales de riesgos mecánicos medios/bajos.	<input type="checkbox"/>
1.4	Zapatos de seguridad.	Es un tipo de calzado que pretende proteger al trabajador de los peligros de su oficio. Protegen al empeine de impactos y cuenta con puntera.	<input type="checkbox"/>
1.5	Lentes de seguridad claro.	Los lentes protectores (sin recubrimiento), ofrecen estilo unisex, protección y accesibilidad para los visitantes del sitio o la protección de un solo uso.	<input type="checkbox"/>
1.6	Protector auditivo.	son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído.	<input type="checkbox"/>
<b>2</b>	<b>EQUIPO/ HERRAMIENTAS/ MATERIALES</b>		<input type="checkbox"/>
2.1	Comba 7kg.	Martillo con cabeza forjada en acero especial con acabado jateado y mango de madera fijado con epoxi.	<input type="checkbox"/>
2.2	Botador.	Herramienta metálica en forma de punta para embutir. Se utiliza para introducir las cabezas de los clavos en la madera para que no se vean, golpeándolo con el martillo	<input type="checkbox"/>
2.3	Gata hidráulica.	herramienta empleada por elevación de cargas. Esta, puede ser empleada de forma mecánica o hidráulica con el fin de proporcionar una elevación de pesos pequeños y/o grandes	<input type="checkbox"/>
2.4	Pinza mecánica de 50 cm	funcionar con el mecanismo de palancas simples, accionado manualmente o, en modelos profesionales o industriales con mecanismos hidráulicos, neumáticos o eléctricos.	<input type="checkbox"/>

## Medición de la tensión de cadena

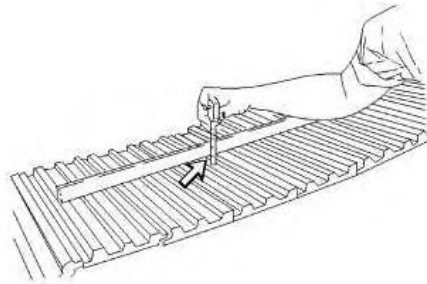
1. Opere la máquina en la dirección de las ruedas locas.

[Ver imagen](#)



2. Deténgase con un pasador de cadena directamente sobre el rodillo de soporte delantero. Estacione la máquina y apague el motor.

[Ver imagen](#)



- Coloque una regla sobre las garras de la cadena, entre el rodillo de soporte delantero y la rueda loca. La regla debe ser lo suficientemente larga como para llegar desde el rodillo de soporte delantero hasta la rueda loca.

**Nota:** Si la máquina está equipada con tres rodillos de soporte, coloque una regla sobre las cadenas entre los rodillos de soporte. La regla debe ser lo suficientemente larga como para llegar de un rodillo de soporte a otro rodillo de soporte.

- Mida la comba máxima de la cadena. La comba se mide desde el punto más alto de la garra de la cadena hasta la parte inferior de la regla. Una cadena que esté ajustada correctamente tendrá una comba de 40,0 a 55,0 mm (1,57 a 2,17 pulg).
- Si la cadena está demasiado tensa o demasiado floja, ajuste la tensión de cadena según el procedimiento apropiado que se indica a continuación.

## Ajuste de la tensión de cadena

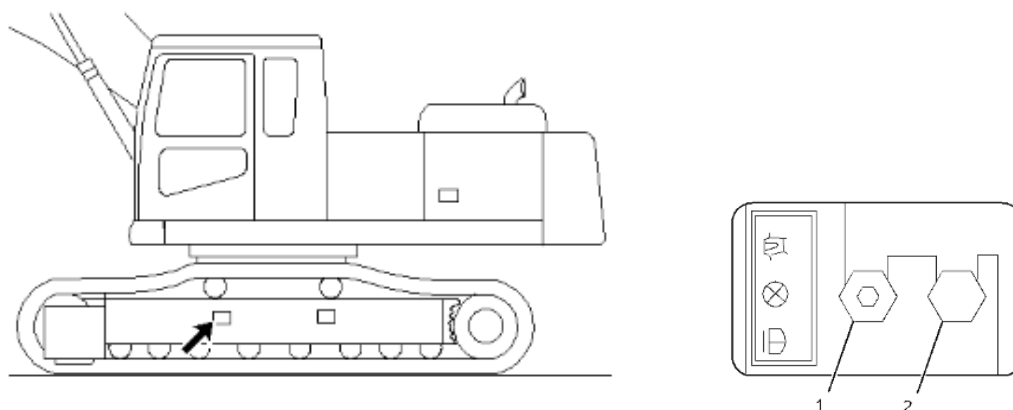
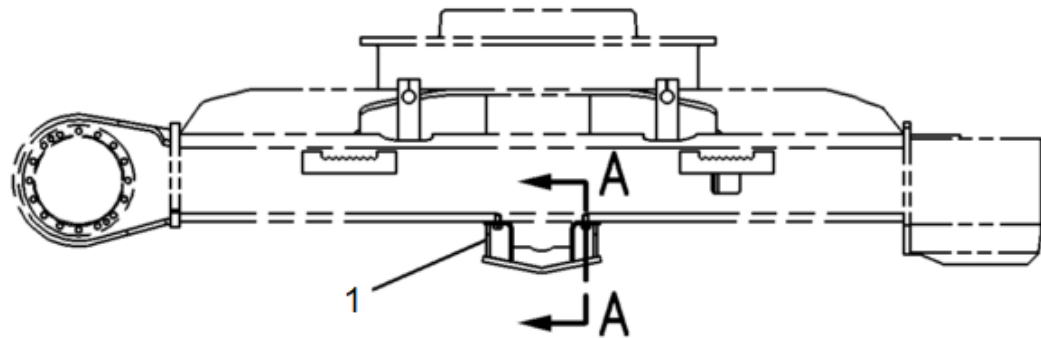
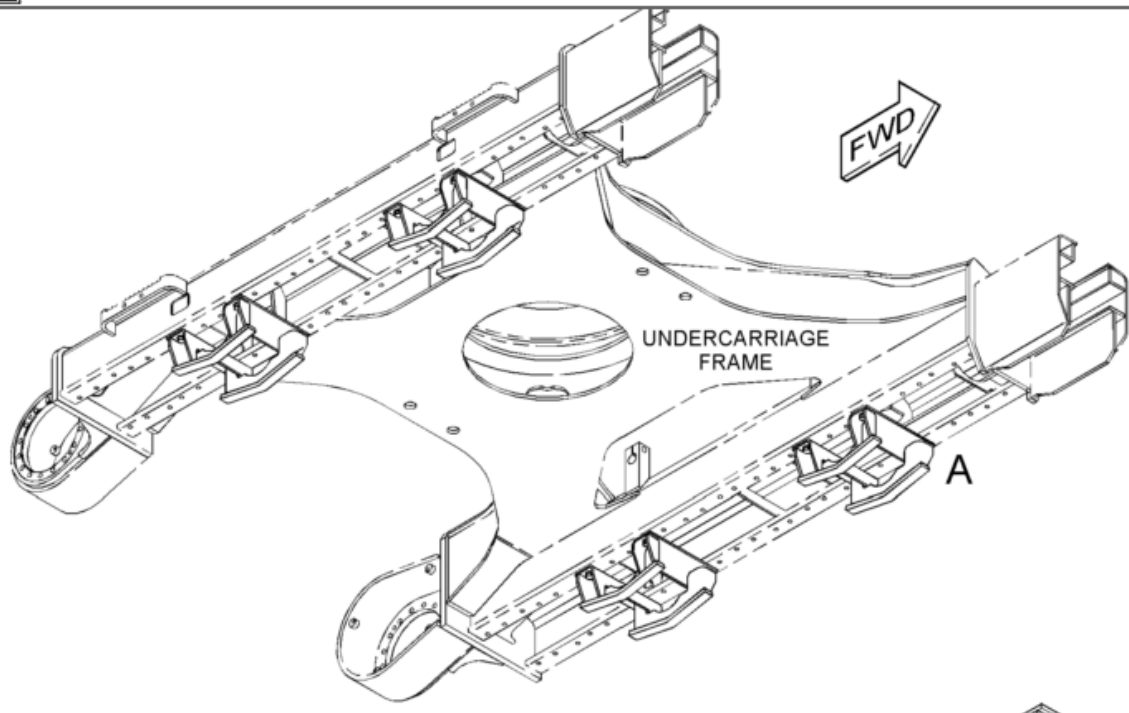


Ilustración 5

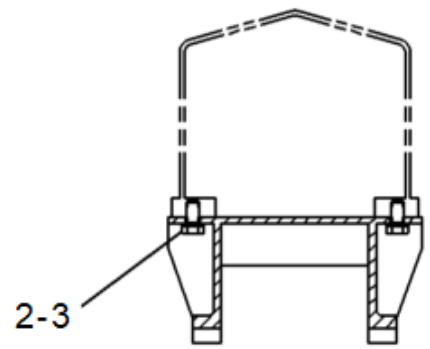
g01091134

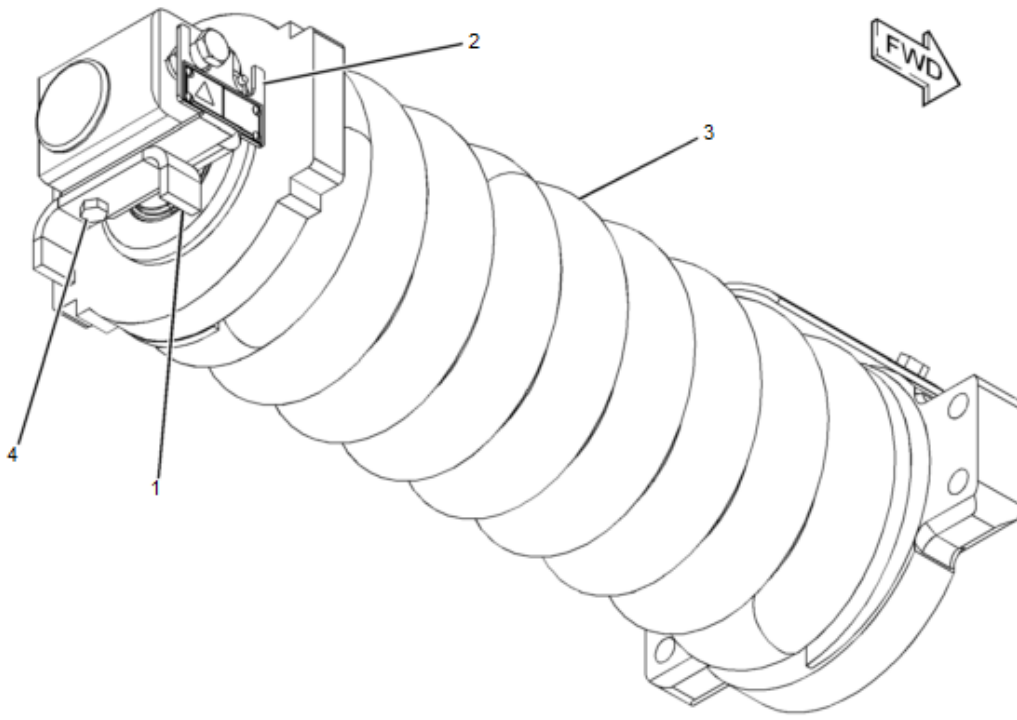
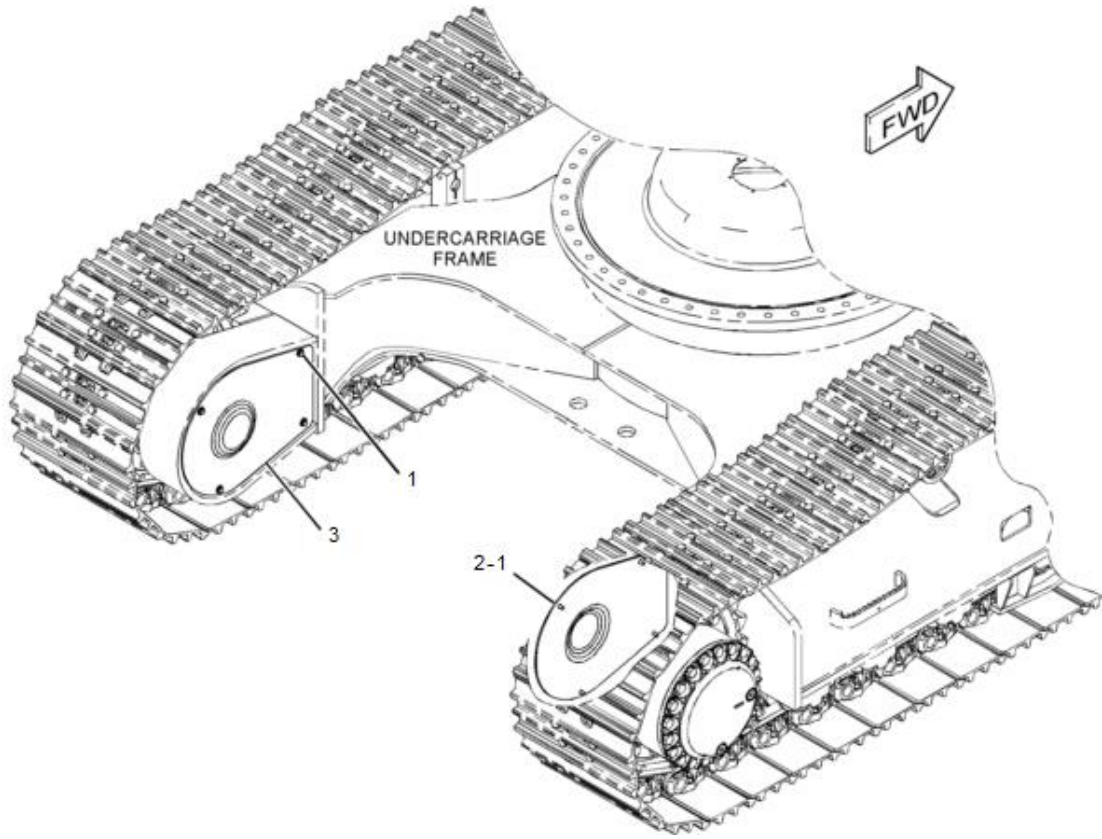
- (1) Conexión de engrase
- (2) Válvula de alivio

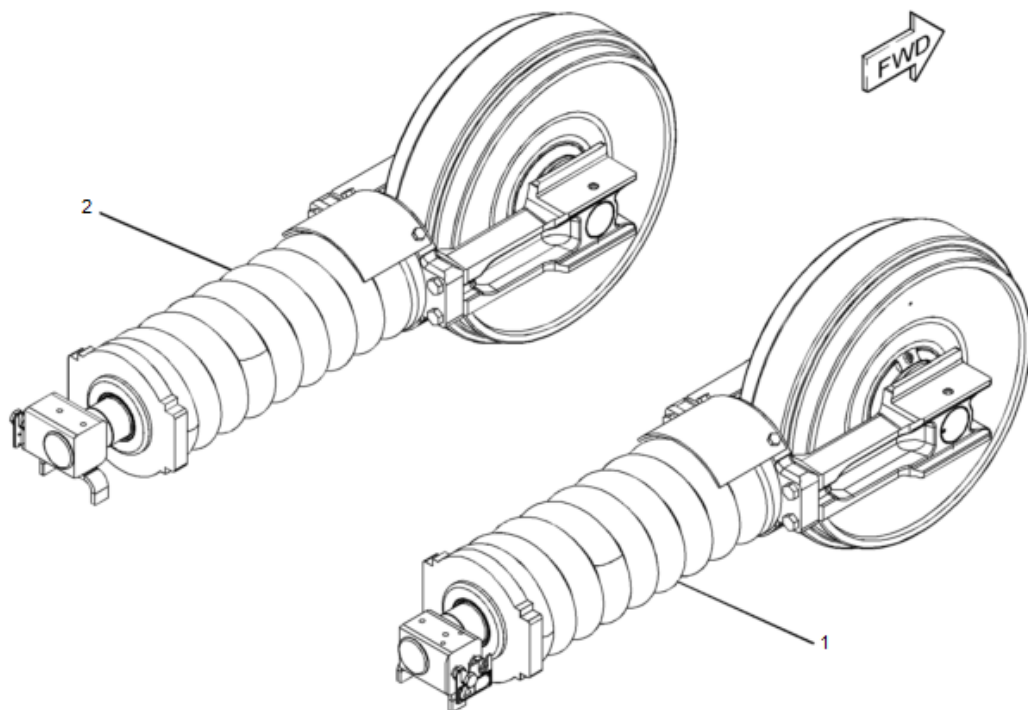
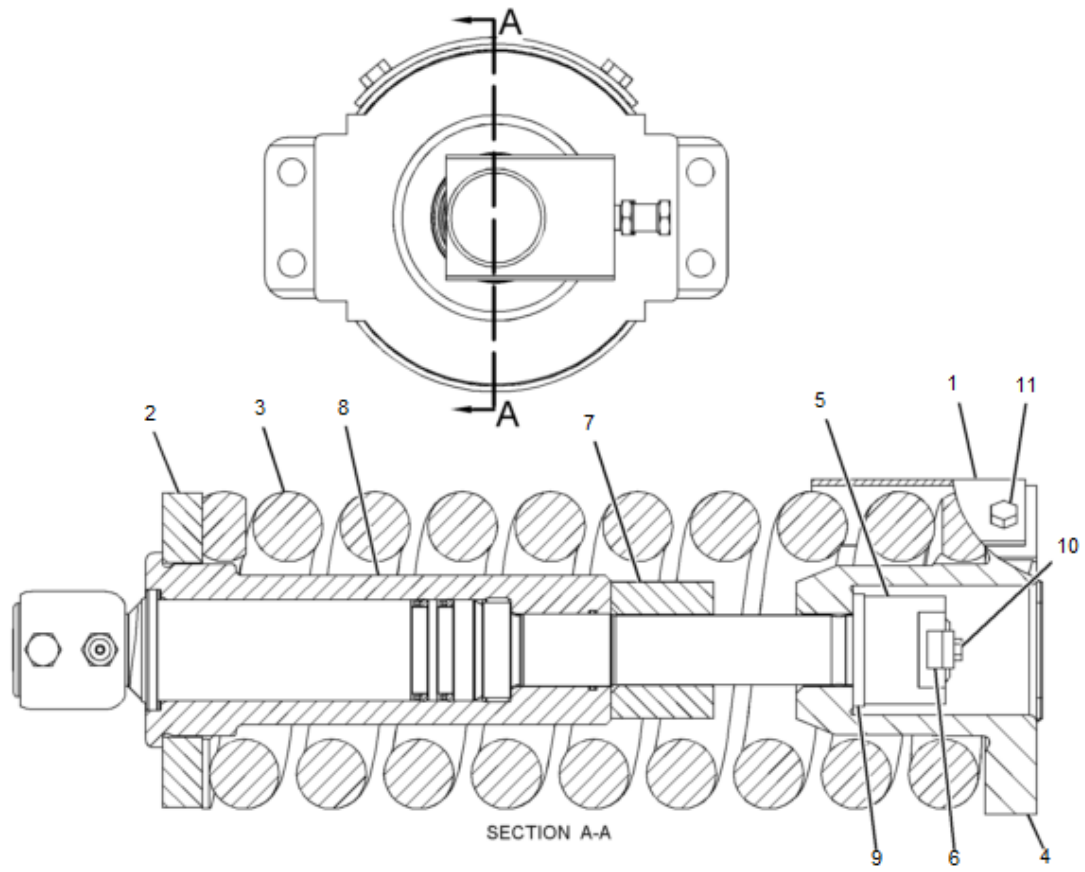
- Afloje cuidadosamente la válvula de alivio (2) hasta que la cadena comience a aflojarse. No afloje la cadena más de una vuelta.
- Apriete la válvula de alivio (2) a un par de  $34 \pm 5$  N·m ( $25 \pm 4$  lb-pie) cuando se logre la tensión de cadena deseada.
- Opere la máquina hacia atrás y hacia adelante para estabilizar la presión.
- Revise la comba. Ajuste la cadena, según sea necesario.

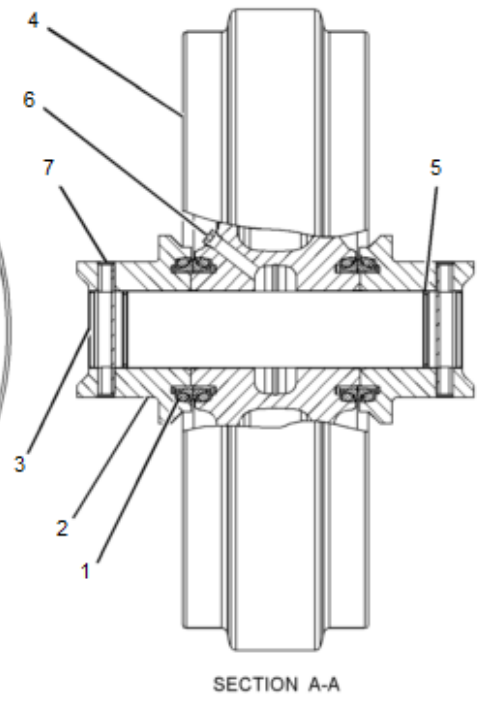
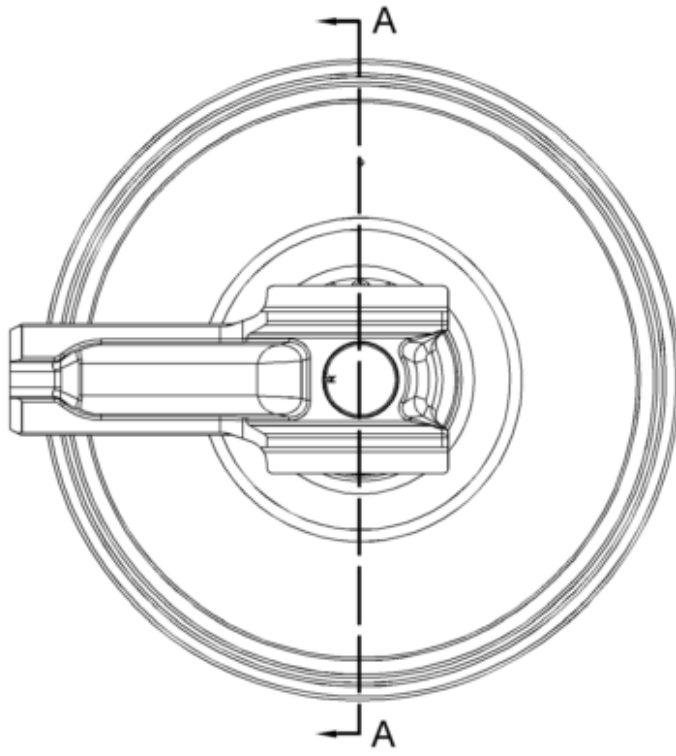


RIGHT SIDE VIEW









Anexo 06: Cilindro bomba hidráulica – características técnicas.

Modelos	Tipo de Bomba	Máx. Cap. Aceite	Máx. Caudal		Página
		litros	l/min		
W	Bombas Hidráulicas Manuales Simple Efecto	7,5			80
X	Bombas Hidráulicas Manuales Doble Efecto	7,5			80
Z - ZR	Bombas Hidroneumáticas 700 bar	20	0,14		82
Z	Bombas Hidroneumáticas 1.000 bar	4	0,08		82
HAM	Bombas Electro-hidráulicas con Válvula Manual	100	4		84
HAE	Bombas Electro-hidráulicas con Electroválvula	100	4		86
HAM - HAE	Tabla Grupos HAM y HAE				88
HAZ	Grupos Hidroneumáticos	100	2,2		90
HAG	Grupos de Gasolina	50	0,51		91
B - C - H P - R - T	Accesorios para Grupos				92
HAS	Sistemas de Elevación Sincronizados	150	2,1		94
HFM - HFE	Grupos de Salidas Independientes	150	2,1		96
WI	Bombas Hidráulicas Modulares				99
HAP	Bombas Neumáticas para Pruebas Hidrostáticas	7	16		100
HAP2900BT	Bomba para Tensores de Pernos	7	0,25		100
HAB	Bomba Hidráulica Portátil a Batería	2,3	0,16		102
HAT	Grupos para Llaves Dinamométricas	14	4		103



## BOMBAS HIDRAULICAS MANUALES



### Ventajas LARZEP

- Tipo W para cilindros de Simple Efecto.
- Tipo X para cilindros de Doble Efecto. Disponen de una válvula integrada de 4 vías y 3 posiciones.
- Las bombas pueden ser de una o dos etapas. Los modelos de dos etapas se utilizan para una rápida aproximación del émbolo a la carga.
- Rosca de conexión 3/8"-NPT hembra.
- Todos los modelos están provistos de válvula de seguridad interna para evitar sobrepresiones.
- El modelo WP20707 dispone de pedal.
- Todas las bombas excepto la W00307 están provistas de asas para su transporte.
- Disponibles bombas manuales de 1.000, 1.200 y 1.500 bar bajo demanda.

### SIMPLE EFECTO

Modelo	Etapas	Aceite útil	Fuerza palanca
LARZEP	Nº	cm³	kg
W00307	1	240	51
W10707	1	660	49
W20707	2	660	49
WP20707	2	740	55
W11207	1	1.200	49
W21207	2	1.200	49
W22307	2	2.400	49
W24307	2	4.200	49
W07807	2	7.500	41

### DOBLE EFECTO

Modelo	Etapas	Aceite útil	Fuerza palanca
LARZEP	Nº	cm³	kg
X22307	2	2.400	49
X24307	2	4.200	49
X07807	2	7.500	41

BOMBAS MANUALES

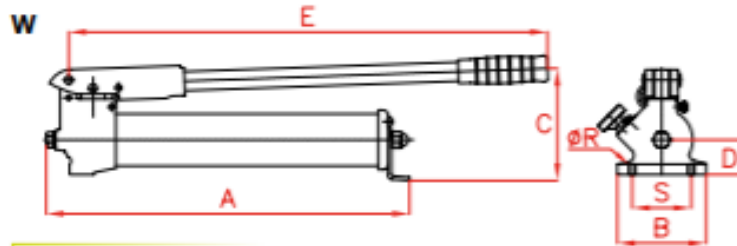


**W-X**

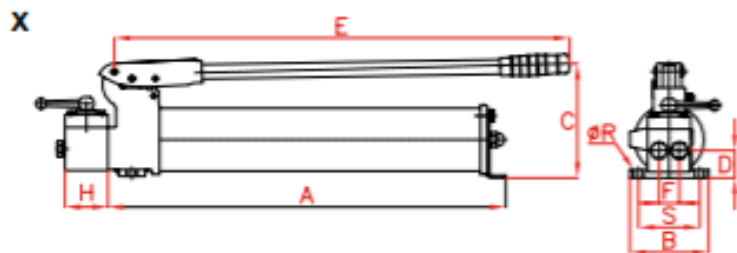
0,24-7,5 litros

700 bar

**SIMPLE EFECTO**

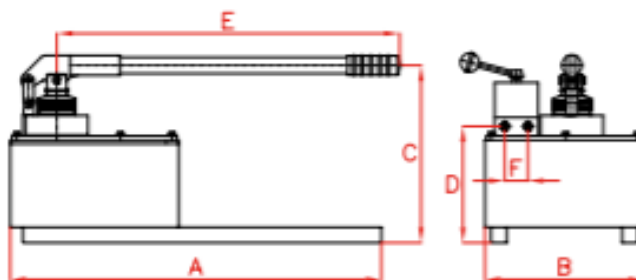


**DOBLE EFECTO**



WP20707, bomba de pedal.

W07807  
X07807



Bombas W07807, X07807.

Caudal por embolada (cm <sup>3</sup> )		Presión de disparo (bar)		A	B	C	D	E	R	S	Peso	Modelo
1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	LARZEP
-	2,2	-	700	350	100	110	25	380	-	-	2,7	W00307
-	2,6	-	700	500	100	150	40	560	-	-	5,5	W10707
8,1	2,0	20	700	500	100	150	40	560	-	-	5,5	W20707
9,0	2,1	20	700	560	118	145	46	555	7,9	82,6	6,4	WP20707
-	2,6	-	700	545	100	175	40	560	-	-	6,5	W11207
8,1	2,0	20	700	545	100	175	40	560	-	-	6,5	W21207
13,2	2,2	20	700	560	108	210	55	560	8,5	86	12,0	W22307
16,5	2,8	20	700	570	108	210	75	560	8,5	86	20,0	W24307
120,0	4,6	20	700	610	242	250	232	643	-	-	30,0	W07807

Caudal por embolada (cm <sup>3</sup> )		Presión de disparo (bar)		A	B	C	D	E	F	H	R	S	Peso	Modelo
1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	LARZEP
13,2	2,2	20	700	560	108	210	55	560	40	50	8,5	86	14	X22307
16,5	2,8	20	700	570	108	210	75	560	40	50	8,5	86	23	X24307
120,0	4,6	20	700	610	242	250	232	643	50	-	-	-	32	X07807

## BOMBA HIDRAULICA MANUAL DE ALUMINIO



### Ventajas LARZEP

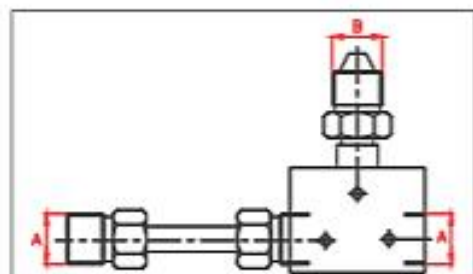
- Modelos WA para utilizar con cilindros de simple efecto.
- Bomba de aluminio ligera, para su fácil manejo y portabilidad.
- Modelo de dos etapas para facilitar una rápida aproximación del émbolo a la carga.
- Rosca de conexión: 3/4"-16 UNF hembra.
- Palanca provista de gancho para su fácil transporte.
- Disponibles accesorios de 2.800 bar: mangueras, enchufes, adaptadores y manómetro.

### MANOMETRO DE PRESION 3.000 BAR

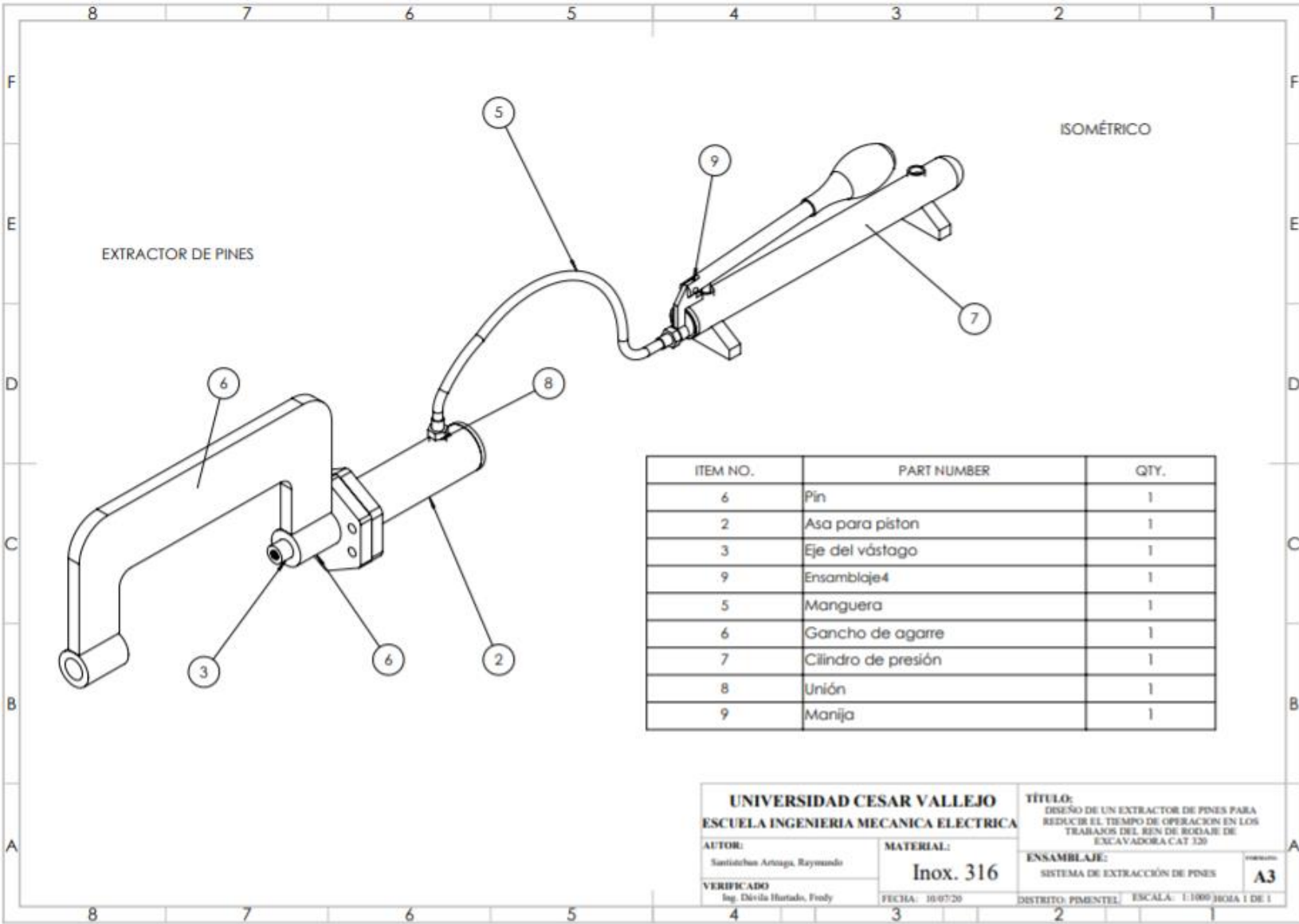
Modelo	Presión	Escala	Ext. Ø	Ancho	Rosca	Modelo
LARZEP	bar	bar	mm	mm	mm	LARZEP
AV43010	3.000	50	100	60	M16x1.5 Hembra	AZ1513

### ADAPTADOR DE MANOMETRO 3.000 BAR

Modelo	A	B
LARZEP	Cono 60°	Cono 60°
AZ1530	3/4"-16 UNF	M16x1.5



# PLANOS

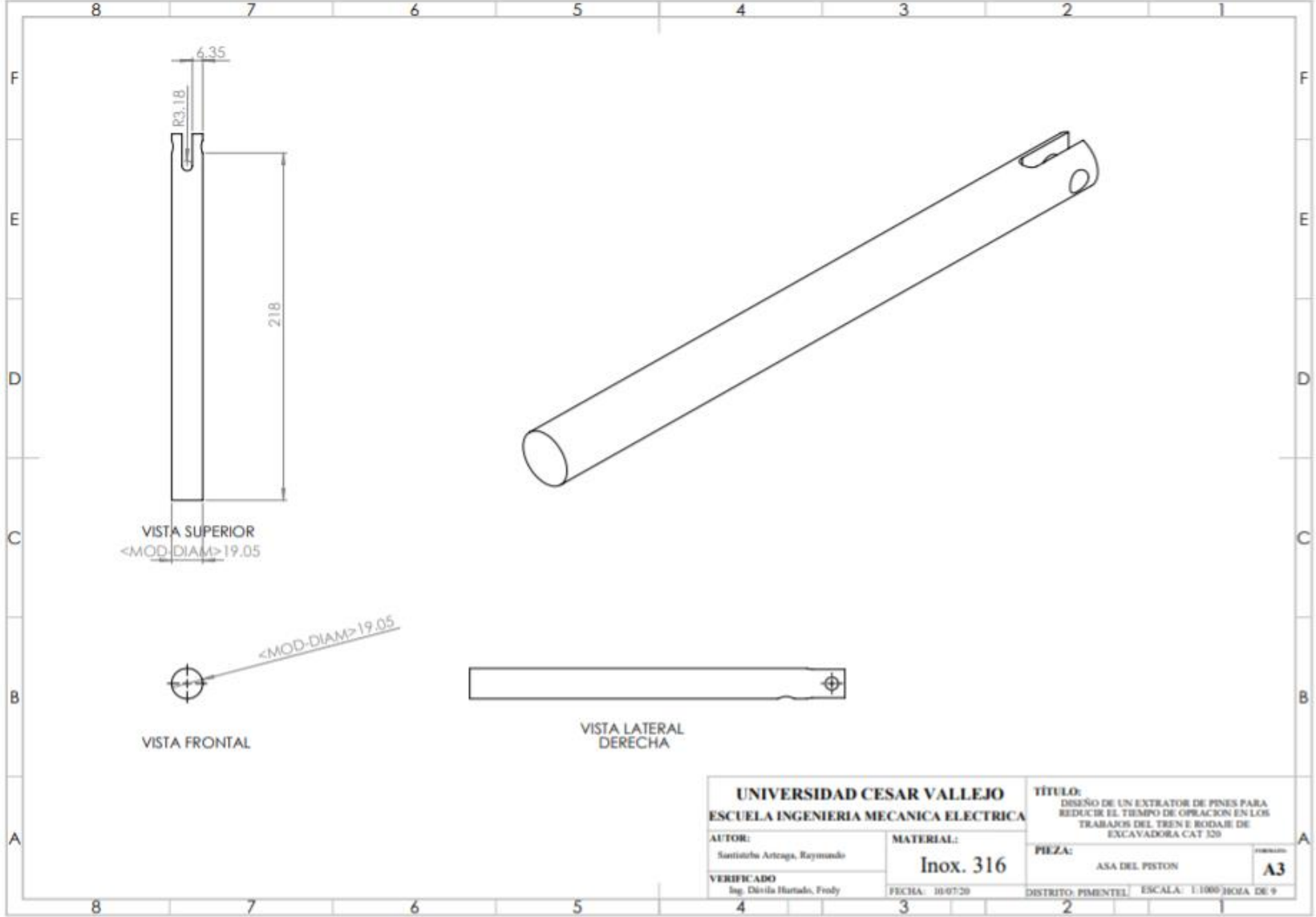


EXTRACTOR DE PINES

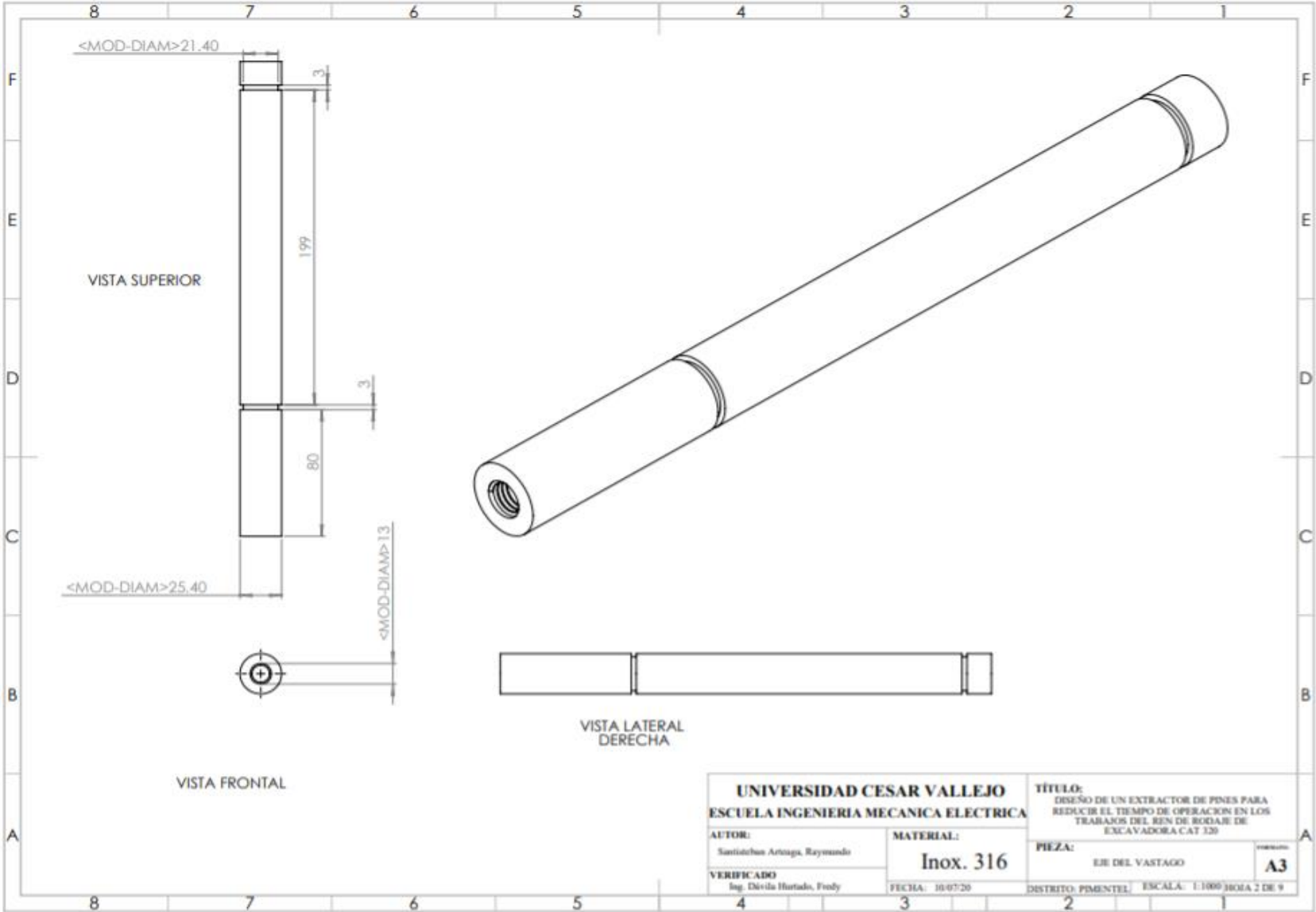
ISOMÉTRICO

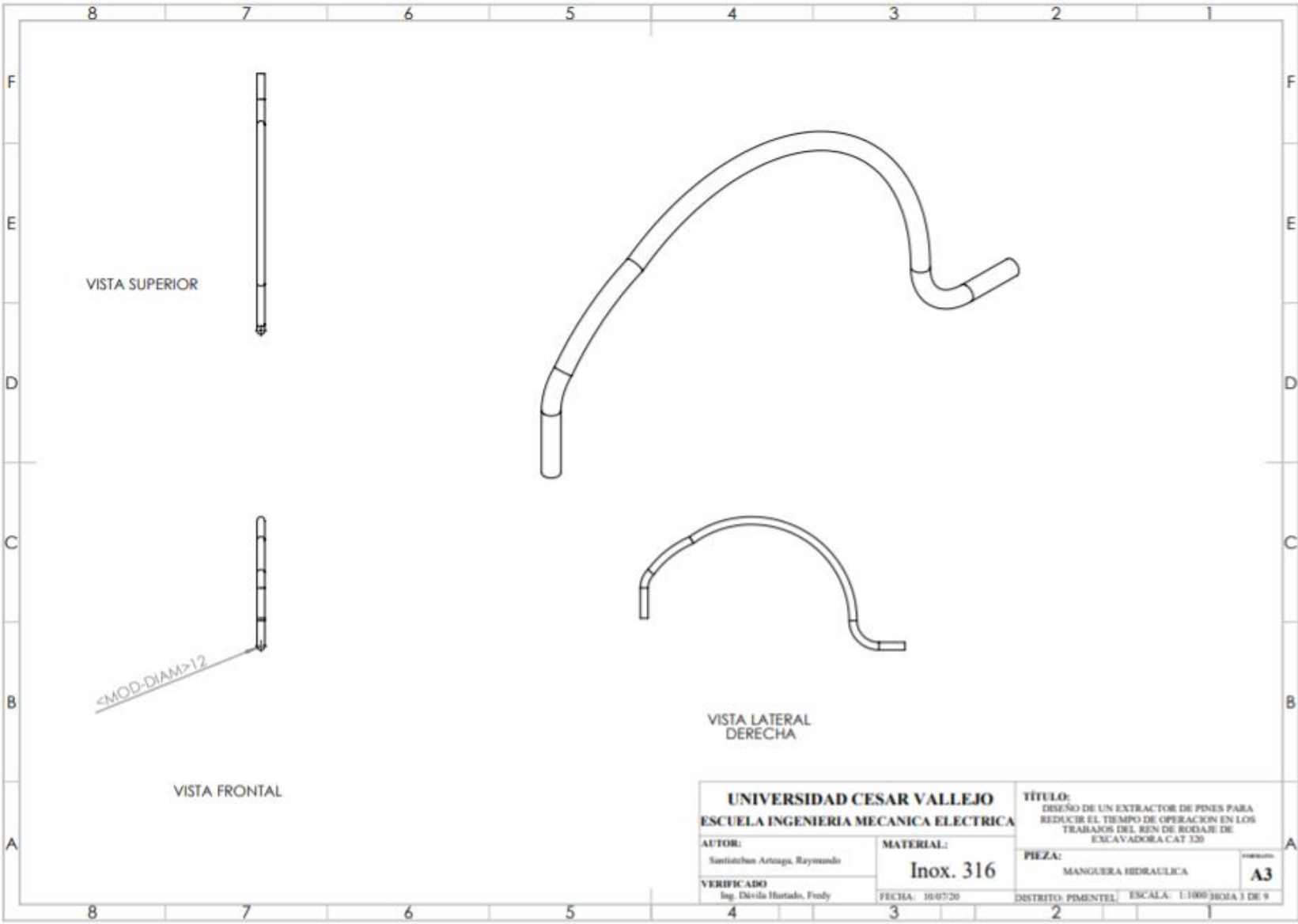
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
6	Pin	1
2	Asa para pistón	1
3	Eje del vástago	1
9	Ensamblaje4	1
5	Manguera	1
6	Gancho de agarre	1
7	Cilindro de presión	1
8	Unión	1
9	Manija	1

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		<b>TÍTULO:</b>	
<b>ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>		DISEÑO DE UN EXTRACTOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACION EN LOS TRABAJOS DEL REN DE RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320	
<b>AUTOR:</b> Santibáñez Arriaga, Raymundo	<b>MATERIAL:</b> <b>Inox. 316</b>	<b>ENSAMBLAJE:</b> SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE PINES	<b>A3</b>
<b>VERIFICADO:</b> Ing. Diviela Hurtado, Fredy	<b>FECHA:</b> 10/07/20	<b>DISTRITO:</b> PIMENTEL	<b>ESCALA:</b> 1:1000 HOJA 1 DE 1



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>		<b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN EXTRATOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACION EN LOS TRABAJOS DEL TIEN E RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320	
		<b>AUTOR:</b> Santiago Arcega, Raymundo	<b>MATERIAL:</b> Inox. 316
<b>VERIFICADO</b> Ing. Divila Hurtado, Freddy	FECHA: 10/07/20	DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1000/HOJA DE 9





VISTA SUPERIOR

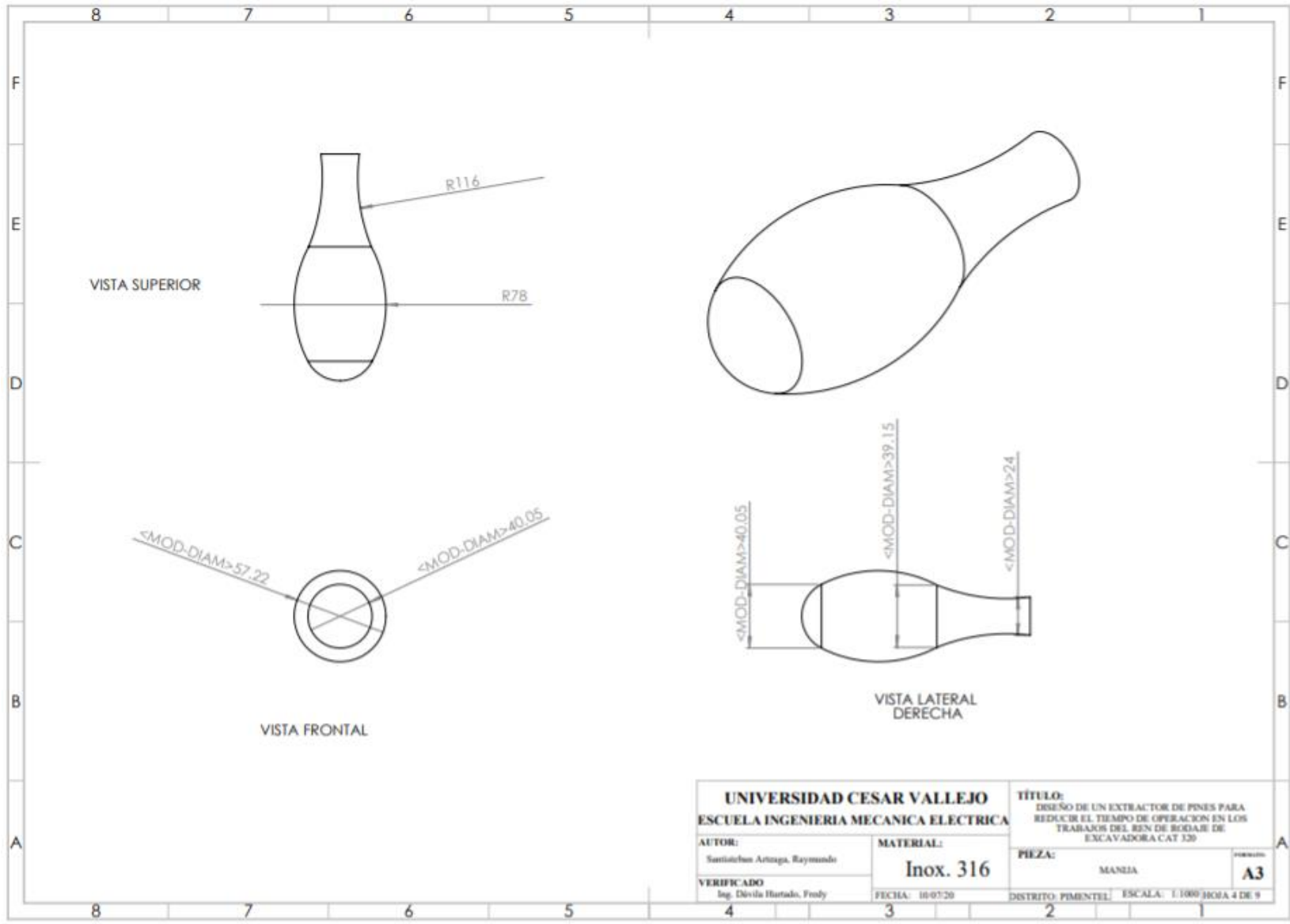
$\langle \text{MOD-DIAM} \rangle 12$

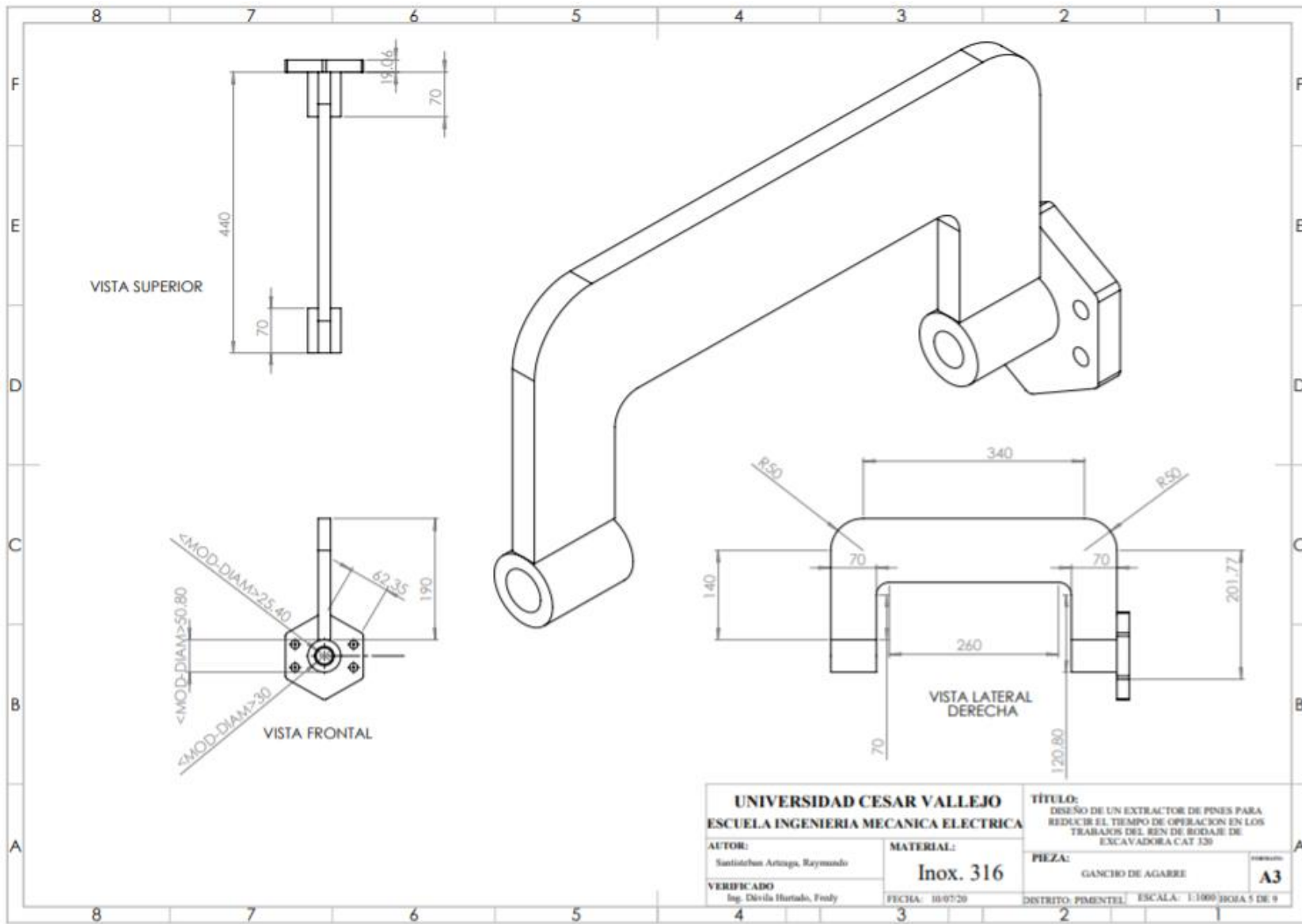
VISTA FRONTAL

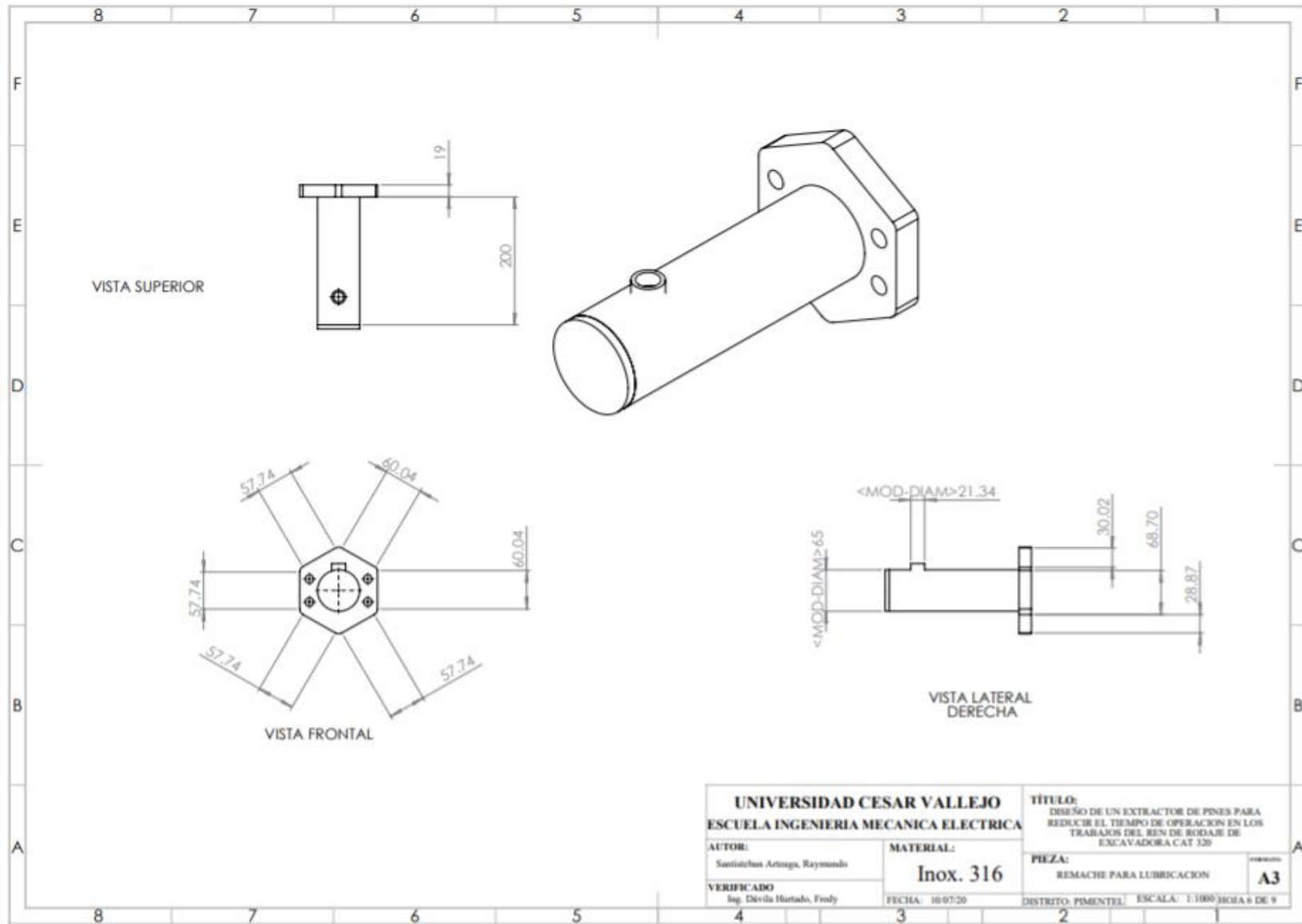
VISTA LATERAL DERECHA

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>		<b>TITULO:</b> DISEÑO DE UN EXTRACTOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACION EN LOS TRABAJOS DEL REN DE RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320	
<b>AUTOR:</b> Santiago Artoaga, Raymundo	<b>MATERIAL:</b> <b>Inox. 316</b>	<b>PIEZA:</b> MANGUERA HIDRAULICA	<b>A3</b>
<b>VERIFICADO:</b> Ing. Divila Hurtado, Freddy	FECHA: 10/07/20	DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1000 (FOJA 3 DE 9)

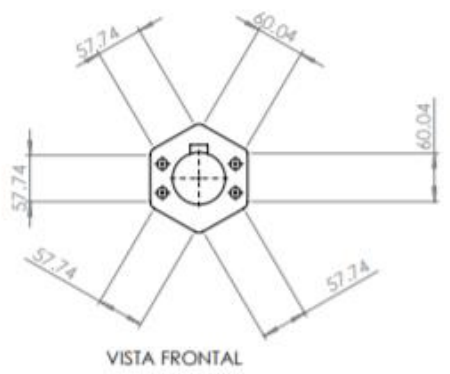




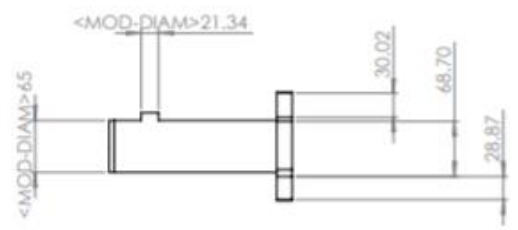




VISTA SUPERIOR

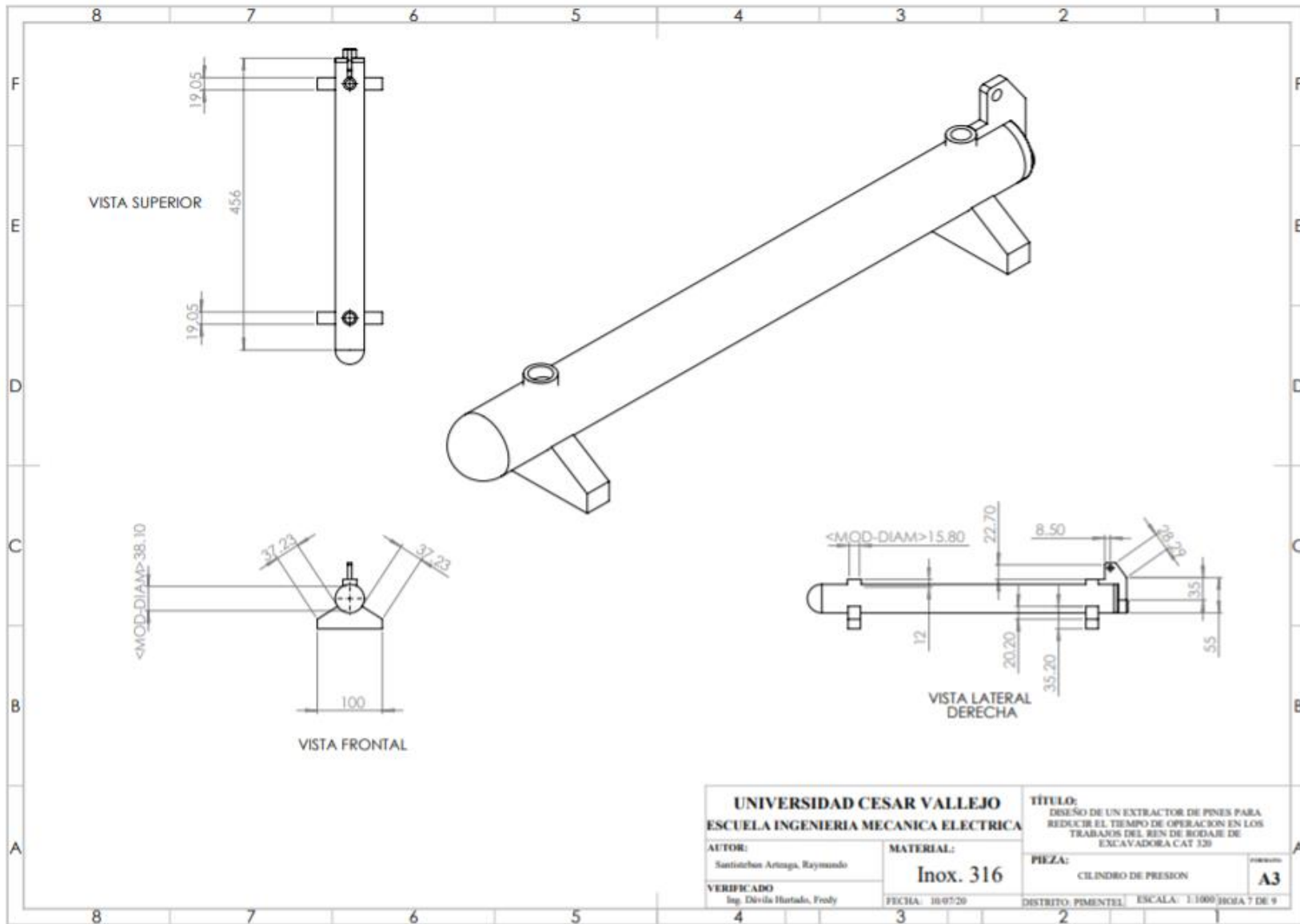


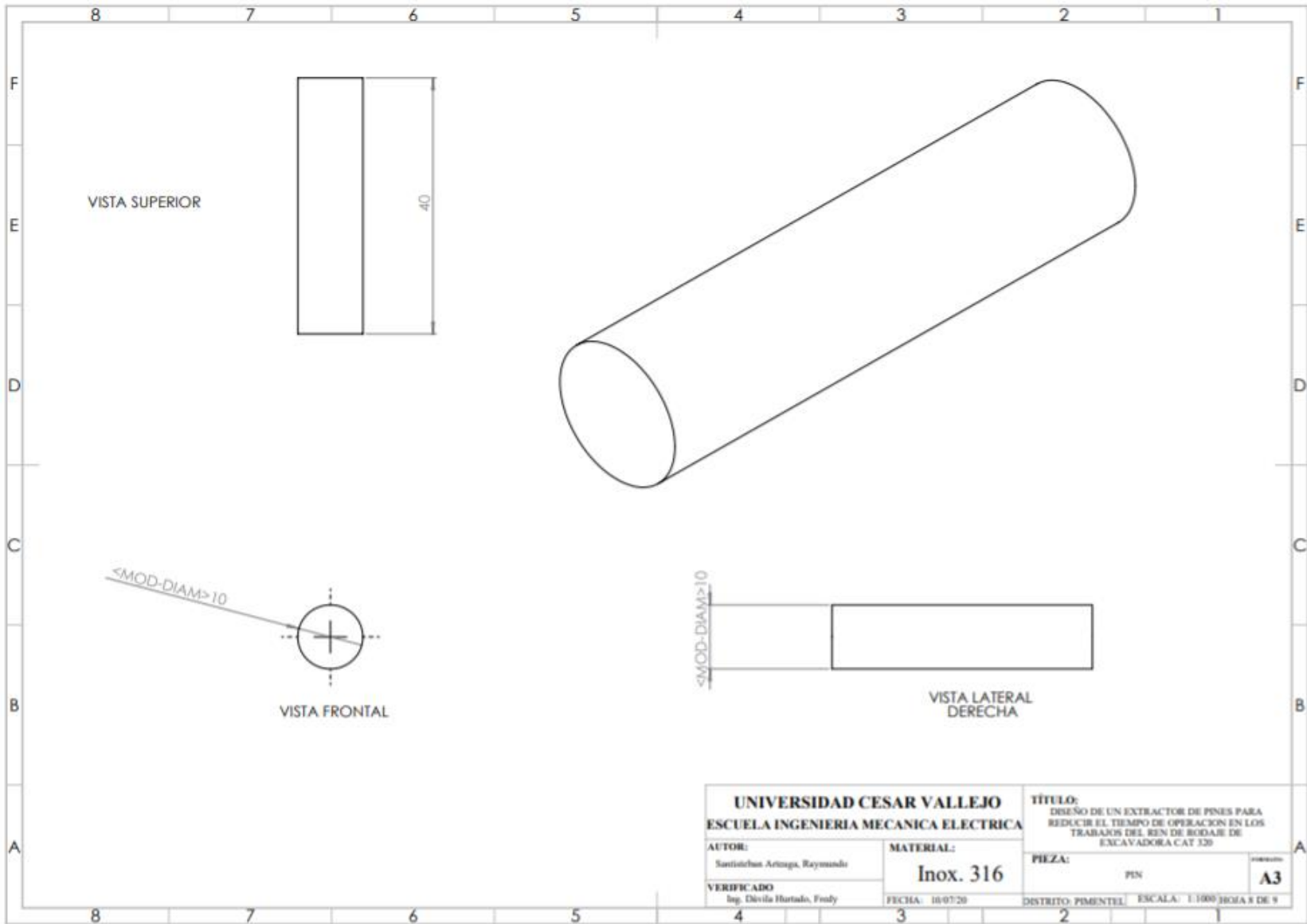
VISTA FRONTAL

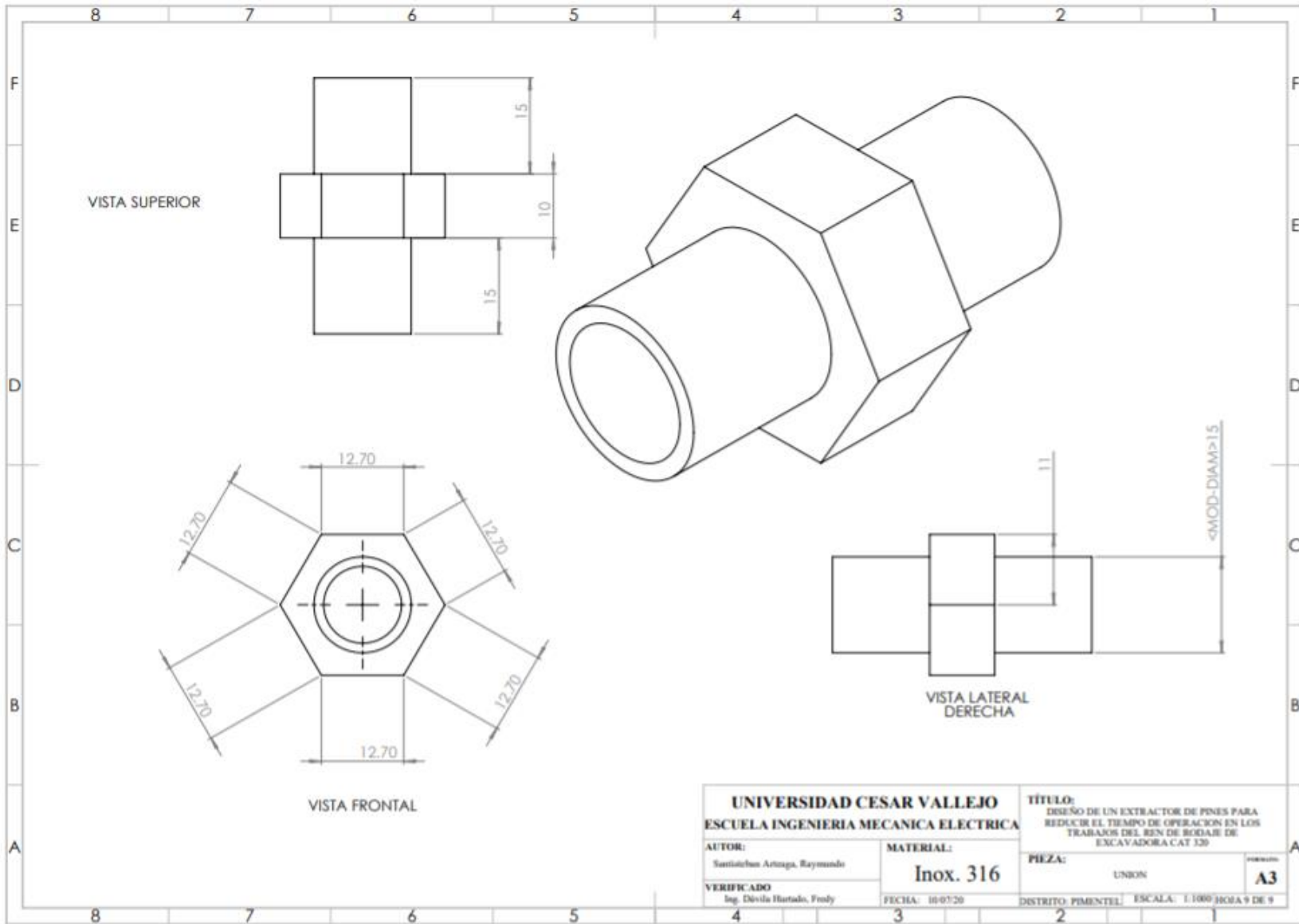


VISTA LATERAL DERECHA

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>		<b>TÍTULO:</b> DISEÑO DE UN EXTRACTOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACION EN LOS TRABAJOS DEL RIN DE RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320	
<b>AUTOR:</b> Santisbarb Artaza, Raymundo	<b>MATERIAL:</b> <b>Inox. 316</b>	<b>PIEZA:</b> REMACHE PARA LUBRICACION	<b>A3</b>
<b>VERIFICADO:</b> Ing. Divila Hurtado, Fredy	<b>FECHA:</b> 10/07/20	<b>DISTRITO:</b> PIMENTEL	<b>ESCALA:</b> 1:1000 HOJA 6 DE 9







<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		<b>TÍTULO:</b>	
<b>ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>		DISEÑO DE UN EXTRACTOR DE PINES PARA REDUCIR EL TIEMPO DE OPERACION EN LOS TRABAJOS DEL BEN DE RODAJE DE EXCAVADORA CAT 320	
<b>AUTOR:</b> Santibañez Artaza, Raymundo	<b>MATERIAL:</b> <b>Inox. 316</b>	<b>PIEZA:</b> UNION	<b>A3</b>
<b>VERIFICADO:</b> Ing. Divisla Hurtado, Fredy	<b>FECHA:</b> 10-07-20	<b>DISTRITO:</b> PIMENTEL	<b>ESCALA:</b> 1:1000 HOJA 9 DE 9