



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

“Diseño de trituradora 10 ton/ h para incrementar producción de agregados en la  
empresa Jubrisa E.I.R.L- Pucara - Jaén”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Br. Alexander Guerrero Cruzado (ORCID: 0000 – 0002 – 4940 - 8512)

**ASESOR:**

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000 – 0001 – 5900 - 1160)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**Chiclayo – Perú**

**2019**

## PÁGINA DE JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 16:00 horas del día 28 de junio del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección académica N° 1042-2019/UCV-CH, de fecha 24 de junio de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "DISEÑO DE TRITURADORA 10 TON/H PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L - PUCARA - JAEN", presentado por el(la) (los) bachiller: Guerrero Cruzado Alexander, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

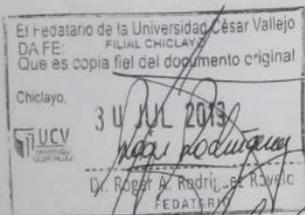
Presidente : Ing. Fredy Dávila Hurtado  
Secretario : Ing. James Skinner Celada Padilla  
Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

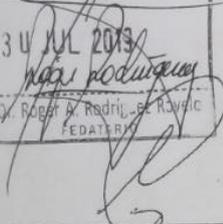
APROBADO POR MAYORIA.

Siendo las 16:50 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 28 de junio de 2019



  
Ing. Fredy Dávila Hurtado  
Presidente

  
Ing. James Skinner Celada Padilla  
Secretario

  
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios y a mis padres.

A Dios porque está conmigo en cada paso que doy, dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, y a toda familia, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

**Guerrero Cruzado Alexander**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud a:

A todos los docentes que me han transmitido parte de sus conocimientos, su paciencia y disposición para la enseñanza, por mostrarme lo interesante y emocionante que puede ser el mundo de la ingeniería.

A la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a quienes son parte de ella por habernos implantado nuevas enseñanzas, a todos aquellos quienes, buscando siempre la prosperidad del educando, nos brindaron su apoyo y encaminaron para alcanzar la cumbre de una etapa más de nuestra vida.

A mis compañeros de estudio de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por las palabras de aliento.

Y a todas aquellas personas que me apoyaron incondicionalmente, mil gracias por confiar y estar en aquellos momentos tan importantes para mí.

**Guerrero Cruzado Alexander**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Guerrero Cruzado Alexander estudiante de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, identificado con DNI 46574040, Con la tesis titulada

“DISEÑO DE TRITURADORA 10 Ton/ h PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L- PUCARA - JAEN”

Declaro que:

- La tesis es veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto, este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio; es decir, un duplicado de otras tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falta, auto plagio y falsedad, me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 18 de septiembre del 2019



DNI: 46574040

## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	5
1.3. Teorías relacionadas al Tema. ....	7
1.3.1. Cálculos de diseño.....	13
1.4. Formulación del Problema.....	14
1.5. Justificación del Estudio. ....	14
1.6. Hipótesis.....	15
1.7. Objetivos. ....	16
1.7.1. General .....	16
1.7.2. Específicos.....	16
II. MÉTODO.....	16
2.1. Diseño de Investigación.....	16
2.1.1. Variable independiente.....	16
2.1.2. Variable dependiente .....	16
2.1.3. Población (N) .....	18
2.1.4. Muestra (n).....	18
2.2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	18
2.3. Métodos de Análisis de datos .....	18
2.4. Aspectos éticos .....	19
III. RESULTADOS:.....	19

3.1.- Determinar la capacidad de trituración requerida por la empresa. ....	19
3.2. Calcular componentes primarios para seleccionar componentes secundarios. ....	22
3.3 Plan de mantenimiento .....	54
3.4 Presupuesto.....	56
3.5 Valor actual neto VAN y Tasa Interna de Retorno TIR .....	57
IV. DISCUSIONES .....	61
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. REFERENCIAS .....	64
ANEXOS .....	69
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS .....	102
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS .....	103
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	104

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Jubrisa E.I.R.L Pucará – Jaén, esta empresa se dedica a el rubro de producción de agregados, en donde se ha tenido que realizar un diagnóstico para identificar las causas principales por las que la empresa no está cumpliendo con la capacidad de pedidos que se le solicitan.

En el diagnóstico, inicialmente se ha tenido que realizar una inspección previa de todas las instalaciones para conocer las condiciones en las que realiza sus operaciones de trituración.

como parte del diagnóstico se ha usado un historial de pedidos desde una década atrás, el cual nos permitió obtener resultados, en estos resultados se aprecia que la maquinaria actual no cumple con la capacidad de molienda que requiere la empresa.

Así mismo se buscó dar solución y como resultado se optó por el diseño de una nueva trituradora teniendo en cuenta la producción actual de la empresa y una escala lineal progresiva.

En este nuevo diseño de trituradora se aplicaron los conocimientos adquiridos en la universidad, como también algunos softwares que nos ayudan a obtener mejores resultados y brindar un diseño acorde con las exigencias que se presentan actualmente en este rubro.

Finalmente se ha tenido que realizar una evaluación económica del diseño planteada, esto con la finalidad de lograr determinar su rentabilidad.

**Palabras clave:** capacidad, molienda, trituradora, maquinaria, diseño.

## **ABSTRACT**

This research work was developed in the company Jubrisa E.I.R.L. Pucará - Jaén, this company is dedicated to the production of aggregates, where it has had to make a diagnosis to identify the main causes why the company is not complying with the capacity of orders that are requested. In the diagnosis, it was initially necessary to carry out a preliminary inspection of all the facilities in order to know the conditions under which they carry out their crushing operations. as part of the diagnosis has been used to history of orders from a decade ago, which allowed us to obtain results, in these results it is appreciated that the current machinery does not meet the milling capacity required by the company. Likewise, a solution was sought and, as a result, the design of a new crusher was chosen, taking into account the current production of the company and a progressive linear scale. In this new crusher design the knowledge acquired in the university was applied, as well as some software that help us obtain better results and provide a design in accordance with the requirements that are currently presented in this area. Finally, an economic evaluation of the proposed design has been carried out, in order to determine its profitability.

**keywords:** capacity, grinding, crusher, machinery, design

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática.

### **Internacional**

#### CHILE

Actualmente el desarrollo del país se concentra en la producción minera, a nivel de la región, se va potenciando mediante el desarrollo de grandes proyectos mineros, además en el proceso industrial de molienda en las primeras etapas del proceso se desarrollan primordialmente en la reducción del tamaño de rocas donde hasta un 60% de la energía es utilizada. El área de molienda debe ser diseñada con la dimensión adecuada para atender a los requerimientos de la utilización del producto. Se debe contar con un stock de regulación entre el triturado primario y las etapas posteriores, existiendo diversas variedades de triturados, dependiendo del tipo de etapa del material, la capacidad de triturado primario debe atender los estándares para la operación que se necesita realizar.

(Araos, 2010, p. 6).

#### MEXICO

En el mercado está comenzando a requerir el uso de materiales más resistentes por lo tanto las obras civiles como puentes edificaciones, plataformas, vías de acceso requieren más material de construcción y al no contar con una trituradora que esté de acuerdo al entorno de crecimiento no se logra cubrir estas necesidades y por lo tanto las empresas buscan a los mejores proveedores de estas materias primas. Los desafíos locales para el fortalecimiento de la industria son muchos, pero los beneficios son mayores si se cuenta con los suplementos para cubrir la demanda. (García y Ponce, 2014, p. 2).

#### ECUADOR

En la actualidad se procede a realizar obras dentro de la ciudad usando materiales que proceden de distintas canteras, los operarios que realizan estas obras no tienen conocimiento de sus ventajas y desventajas, esto produce que sus estructuras tengan un alto grado de inseguridad esto

sucede porque al construir no conocen sus características y no podemos determinar si la estructura cumple con la resistencia adecuada, otro problema es que en la obra los constructores aplican las mezclas de acuerdo a la experiencia y no toman en cuenta si las propiedades son las adecuadas ya que estas varían de acuerdo a la procedencia de la cantera y las condiciones del material no son siempre las mismas.(Ortega, 2013, p. 13).

## **Nacional**

### **ANCASH**

La liberación de todo tipo de agregado inicia en el proceso de triturado y culmina en el proceso de molienda; al no tener un adecuado triturado se tardará más en los siguientes procedimientos, la molienda es muy significativa ya que de esta depende mucho el tonelaje y la liberación del mineral valioso que después debe concentrarse. En este proceso se debe separar completamente los compuestos más importantes del material (sulfuros), antes de proceder a la concentración. Posteriormente se procede a la etapa de molienda esta se realiza en los molinos de barras y luego en el molino de bolas. Luego sucede la descarga de los molinos de bolas el cual arroja un producto ya más pulverizado adecuado para trabajos de construcción que requieren de un acabado limpio. Se logrará una operación muy eficiente si dichos molinos son manipulados en condiciones de alimentación constante y velocidad de trabajo constante, además el motor debe tener una potencia aceptable. Dicho esto, si es mejor molido el material y habiendo obtenido un grano adecuado, la molienda más minuciosa permite adquirir una mejor adquisición de valores y su valor se eleva considerablemente. (Bravo, 2010, p.6).

### **LIMA**

Se seleccionarán tamaños y fragmentos adecuados, para así proporcionar la información y comparar con las especificaciones que cubran las necesidades requeridas. La utilización de fragmentos es necesaria para adquirir un nuevo módulo de grano o también podría ser para regular la

cantidad de material sobre un fragmento. Al momento de agitar los fragmentos puede ser mediante un instrumento mecánico o lo puede realizar un operario manualmente. La fragmentación de roca por dinamita tiene un impacto significativo en la rentabilidad de la mina, para esto se necesita una adecuada molienda en el tamaño de la materia necesita para procesos posteriores. Si la distribución de tamaño de roca fragmentado es modelada y controlada, la operación habrá hecho un avance significativo hacia la mejora de su desempeño. La quebrantadura de roca por dinamita es un importante paso en la optimización de las operaciones de triturado y molienda. Distintos procesos de tratamiento de especies mineralógicas necesitan distintos tipos y grados de fragmentación del mineral, para de esa forma adquirir la materia prima de manera muchos más factible y eficiente es así que la voladura y la perforación son la principal parte del ciclo minero y de este resultado se condiciona en gran medida los beneficios además de los precios de las posteriores operaciones, por ello es un proceso clave dentro de la cadena. La perforación y voladura es un importante paso en el proceso global y los resultados como la segmentación, la forma de la pila, esponjamiento, dilución, daño y ablandado de la roca afecta la eficiencia de los procesos posteriores. (Leiva, 2007, p.16).

## LIMA

En los últimos años se ha visto el crecimiento del sector minero y sabiendo lo importante de estas empresas, las empresas dedicadas a la molienda en la actualidad consideran en incrementar sus eficiencias, disminuir costos y el tiempo de demora en tener el producto para la venta, conlleva a planificar nuevos equipos para este proceso. Como una solución muy factible se crean las trituradoras móviles, estas tienen como principal característica el transporte hacia las zonas donde se obtiene el material o donde sea más beneficioso el proceso de molienda, debido a que toda planta accede a los lugares más cercanos posibles a la operación de trituración por su pequeño tamaño y fácil tracción; eliminando el movimiento de materia a trabajar hacia una zona determinada para el triturado, dejando de lado la utilización de fajas transportadoras, sin fines de transporte o vehículos que solo incrementan los

gastos en la obtención del material a obtener, sin embargo no sería la única ventaja también la operación de trituración se puede poner en marcha más rápido debido a que este dispositivo móvil está listo para la trituración inmediata.(Urday, 2013, p. 3).

### **Local**

La empresa Jubrisa E.I.R.L con R.U.C 20529689099, se encuentra ubicada en el distrito de Pucará, en el km 122.5 carretera Fernando Belaunde Terry de la ciudad de Jaén. Esta empresa se dedica a la molienda y seleccionamiento de materiales agregados para la construcción civil, con una producción de 7 Ton/h.

Se ha observado que la producción de material obtenido mediante el proceso de trituración, se realiza con una máquina que presenta muchas deficiencias, entre ellas tenemos demasiados parches metálicos en la estructura exterior, planchas demasiado gastadas en la parte interior, la mala alineación de las poleas y al tener un motor que ya ha sido rebobinado anteriormente no se puede aprovechar su capacidad en su totalidad, obteniendo por resultado paros continuos en la molienda, que en promedio son de dos a tres veces por semana, no cumpliendo con los lapsos de tiempo establecidos con los clientes, por lo que se generan grandes pérdidas económicas. A esto, se suma la necesidad de más trabajadores para la actividad de reparación y además al riesgo al que están expuestos por el uso de las herramientas como amoladoras, cinceles, equipo de oxicorte.

Por otro lado, el mercado local demanda progresivamente mayor cantidad de productos agregados para la construcción civil y con reducidos plazos de entrega, obligando a la empresa a darle mayor atención a la disminución de tiempo en la realización de los procesos y puesta en el mercado, por tal motivo estoy proponiendo el diseño de una máquina trituradora para trituración y fraccionado de agregados, la cual brindará una mayor eficiencia y calidad en dicho proceso y además, dará una visión para el desarrollo de nuevas máquinas y soluciones prácticas en los distintos procesos realizados en dicha empresa.

## 1.2. Trabajos Previos.

### Internacional

**Ortiz y Tirado (2005)**, en su proyecto, “**Diseño y construcción de un trituradora de mandíbulas excéntrica elevada**”( **Bucaramanga – Venezuela**), plantea que el diseño de una trituradora de quijadas de excéntrica elevada es muy beneficioso ya que las características son basadas en su modularidad, sencillez de las piezas, peso menor de sub ensambles y fácil armado y montaje, todas estas particularidades de diseño otorgan ventajas sobresalientes, así que se llegó a la siguiente conclusión que se realiza un trabajo satisfactorio cuando se cumple con las normas, además de satisfacer las demandas y solucionar los inconvenientes que se muestran en las zonas mineras al sur de Bolívar.

**Real (2006)**, en su proyecto, “**Diseño de un sistema para el proceso de molienda de carbón mineral para ser usado como combustible industrial**”. (**Guayaquil – Ecuador**), plantea que la trituración del mineral carbón, nos brinda una mayor variedad de utilización ya que esta fuente de energía al ser molida adecuadamente, la reducción de la cantidad de humedad tiene un efecto positivo puesto que la reducción del contenido de humedad favorece a la tasa de transferencia de calor. Así que concluyo lo siguiente, existen una variedad de molinos que son aplicados a la molienda de carbón mineral mencionaremos dos estos son: el molino de bolas y vertical de rodillos, es por esto que viendo las necesidades de la molienda se consideró adecuada la selección del molino vertical de rodillos, por otro lado también se consideró el costo de operación puesto que el ahorro de energía logrado con este molino en comparación con uno de bolas para el mismo objetivo es un 15 y 25%, sabiendo nosotros que el ahorro de energía es un aspecto indispensable para este proyectos.

**Mejía (2011), en su proyecto “Overhaul de una planta trituradora” (Colombia – Medellín),** plantea estudiar los principios de funcionamiento de las diferentes trituradoras para seleccionar un modelo ideal que cumpla las perspectivas que requiera la constructora de concreto. Además, de conocer y entender las variedades de métodos de trituración de materiales y un poco de su historia. Así que concluye en lo siguiente, hay que conocer qué tipo de material se va a triturar, tener sus características y seleccionar el tamaño adecuado de molienda a realizar.

## **Nacional**

**En la Comisión de reglamentos y comerciales – INDECOPI (2001) en su artículo 7.6 “Muestras de agregado grueso u agregado de mayor tamaño”,** los tipos de agregado grueso y de más volumen: el total de ejemplar requerido para agregados con dimensiones mayores nominales a 50 mm a mas deben ser suficientes como para obviar la disminución de tamaño del material y ensayarla como una unidad; excepto con cuarteador y mezclador mecánico de tamices.

Si no se cuenta con estos equipos, en lugar de combinar y mezclar incrementos de muestra para luego reducirla a una muestra de ensayo, como una opción, se puede realizar el tamizado de aproximadamente igual número de incrementos, de esta manera logrando que, de esta manera logrando que el material ensayado cumpla con las exigencias requeridas.

**Medina (2012), en su proyecto “Diseño de una maquina compactadora de botellas de plástico” (Lima – Perú),** plantea que es recomendable al fabricar su trituradora de botellas, fabricar una cubierta que cubra el sistema de transmisión para asegurar el lubricante de la cadena y brindar seguridad al momento de retirar las botellas del depósito. Por otro lado, aconseja colocar en el ingreso de la tolva una restricción que solo permita el ingreso de la botella, para brindar seguridad de los operarios.

La estructura metálica fue diseñada para adecuarse a la forma de una carcasa propuesta y el tamaño puede ser modificado para otras carcasas,

siempre y cuando que se mantengan las distancias de separación entre los engranes.

**Aguirre (2013), en su proyecto “Estudio de las vibraciones de una chancadora de quijada, del laboratorio de ingeniería de minas de la PUCP” (Lima- Perú).** Plantea, que de acuerdo a los estudios realizados en laboratorio de análisis y exámenes de vibraciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú, que para un mejor funcionamiento de los sistemas mecánicos y pensando en la comodidad de los trabajadores que operan en la planta de trituración, sea por consiguiente mejorar el anclado y amortiguación de las bases de las trituradora, así que en conclusión se decidió por construir un bloque de inercia para la oscilación de oscilaciones de la trituradora y para cumplir con las necesidades requeridas la vibración de la plataforma debe reducirse tres veces la vibración original, esto ayudara tanto en la parte de cuidado de la máquina y en mejores condiciones de trabajo para los operadores.

### **Local**

No se encontró información relacionada sobre el tema en la localidad por que anteriormente no se ha realizado ningún tipo de trabajo de investigación al respecto en la zona.

## **1.3. Teorías relacionadas al Tema.**

### **Diseño**

Es expresar un plan con la finalidad de compensar una insuficiencia concreta o dar solución a algún inconveniente. Si el propósito da como objetivo la plasmación en algo real, entonces lo producido será utilitario, positivo, confiado, lucrativo, que sea de producción factible y comercializable. Por otro lado, es un asunto de toma de iniciativa. A veces éstas deben realizarse teniendo muy pocos datos sobre el tema, pudiendo ocurrir en algunos casos que tengamos información moderada o incluso podríamos tener un exceso de informaciones. Lo significativo es sentirse personalmente a gusto cuando se ejecuta el proceso de toma decisiones y solución de dificultades. (BUDINAS y NISBETT, 2008, p. 20).

## **Trituración**

“Operación para efectuar disminución de grosor y tamaño se designan trituración y molienda, generalmente se habla de trituración cuando la fragmentación es superior a 1” (2,54 cm) y molienda cuando es inferior de 1” (2,54 cm). (CRUZ, 2015, p. 4)”.

## **Trituradora de mandíbulas**

Es principalmente uno de los dispositivos más usados en la industria minera, muy conveniente si se trata de machacar rocas de dureza concentrada, rocas de media dureza y rocas suaves, entre estos tenemos mármol, escoria, piedra pómez, etc. Su utilización es muy amplia y puede ser usada en industrias dedicadas a la metalurgia, minería, rubro obras civiles, transportación, etc. Lo que se refiere al diseño, tiene que hacerse una investigación previa sobre el tipo de material a trabajar, la maquina debe ser de uso práctico y al funcionar debe cumplir todas las expectativas requeridas por el empleador. “(BAUTISTA, 2013, p 10)”

## **Operación y beneficios de trituradora de mandíbula**

La fuerza principal la adquiere del motor que, mediante correas triangulares mediante la polea, el contrapeso además de la polea y el eje excéntrico dan movimiento a la mandíbula móvil que impacta directamente a la roca. Los componentes al ser ingresados mediante la boca de alimentación son impactados entre la mandíbula fija y la móvil se procede a la descarga.

Gracias a que funcionan adecuadamente su costo de operación es sumamente bajo, tienen una profunda cavidad para regular el tipo de triturado, arroja un producto uniforme. Lubricación adecuada gracias a su sistema de graseras, de fácil mantenimiento, ahorra el tiempo a la hora de dar mantenimiento, de fácil manipulación, ahorro en el costo de energía, escaso ruido. “(BAUTISTA, 2013, p 16)”

## **Características de las rocas**

Las peculiaridades de los granitos nos brindan un concepto generalizado sobre la conducta esperada en el proceso de trituración

y molienda. Entre las particularidades más sobresalientes tenemos: dureza, tenacidad a las distintas fuerzas a las que son sometidas, peso determinado, cantidad de saturación y tamaño de migaja.

Dependiendo del material se especifica la trituración o molienda: demasiado duros (diamante), duros (granito, cuarzo), medios (caliza, dolomita), blandos (yeso, talco). En los demasiado duros y duros es conveniente desintegrarlos mediante trituradoras de impacto y golpe constante. Los de menor dureza es recomendable trabajarlos al frotamiento y aplastamiento. "(CRUZ, 2015, p. 7)".

### **Producción de agregados**

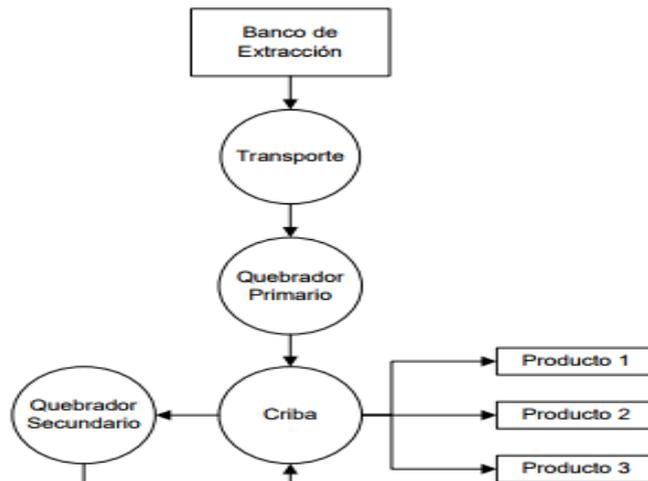
Como principal punto en este proceso tenemos a la liberación del material y proceso de extracción y separación de agregados para la composición de la estructura de una obra. Es fundamental la ubicación de la fuente de materiales y conocer su calidad para los cálculos de los proyectos a realizar. Aquí observamos que todos los proyectos se encuentran cercanos a la fuente de material, para ellos es primordial realizar un estudio de condiciones que pueden presentar los sitios de construcción, así podremos llevar una planificación adecuada logrando cumplir con el tiempo y la obra de manera precisa con los tiempos otorgados. "(GUZMAN, 2007, p. 6)".

### **Proceso de producción de agregados**

Todo este proceso comienza en la cantera, mediante detonaciones controladas y extremo cuidado, evitando demasiado ruido y vibración, además de evitar dividir las piedras en partes muy pequeñas, el siguiente proceso es el traslado hacia la planta de trituración, es importante que la trituración se lleve a cabo en un lugar cercano para evitar gastos excesivos, aquí se realiza una trituración primaria, luego se pasa por el proceso de zarandeado y posteriormente a la segunda zona de trituración, pasando nuevamente por la zaranda y seleccionando el material por tamaños acuerdo a las exigencias de los clientes.

En algunas empresas se lleva a cabo una minuciosa trituración logrando obtener un producto que es utilizado para, mezclas de asfalto, morteros, componentes de hormigón, entre otros. En algunas ocasiones es indispensable lavar el material para obtener los niveles de limpieza requeridos en algunas construcciones. “(AGUDELO, 2014, p 5)”.

**Figura N°1**



**Esquema básico de producción de agregados**

**Fuente : Agudelo, 2014, p. 5**

### **Factores de Producción de agregados**

En la trituración existen varios aspectos que determinan la producción. Los más comunes son la capacidad y operatividad de la maquina empleada, factores ambientales, el mantenimiento preventivo que se brinda a los equipos, experiencia de los operarios, distancia de organización, nivel tecnológico, exigencias de los clientes, administración, factor económico, facilidad de obtención de materia prima entre otros. “(ARAYA, 2010, p 12)”.

### **Tenacidad**

“Tenacidad que presenta la roca al golpe, y ostenta mucho en el manipulado de agregados, ya que si presentan debilidad al golpe pueden cambiar su granulometría y posteriormente las características para las que fueron requeridas. (GUTIERRES, 2003, p. 18)”.

### **Adherencia**

No importa si es en concreto hidráulico o concreto asfáltico la fijación de este resulta ser un carácter de importancia, ya que la duración de ellos está condicionada en gran medida al aglutinamiento del agregado y de la materia cementante. La fijación de los componentes varía de acuerdo a su carácter, disposición y volumen de las migas. es muy difícil de evaluar la fijación entre agregado y cementante, por otro lado, la fijación entre agregado y asfalto es posible de medir a través de un patrón británico el cual trata específicamente en determinar la capacidad de sujeción entre asfalto y agregados, los cuales serán usados en obra. "(GUTIERRES, 2003, p. 22)".

### **Dureza**

"Es la tenacidad que presentan los objetos a la acción de ser rayados, penetrados o desgastados. Dependiendo el trabajo se requiere la dureza de los materiales". (ROSARIO, 2003, p. 3)".

### **Granulometría**

Proviene de la palabra granulo que significa grano pequeño, así que granulometría es la medición de las dimensiones de un grano o también es la distribución de estas en una mezcla. Esto se realiza al hacer atravesar una cantidad de mezcla a través de una variedad tamices standard, esto dependiendo de la utilización para la cual queramos la mezcla. (SALAGER, 2007, p. 3)".

### **Aceros al manganeso**

Entre los elementos que establecen las propiedades de los aceros al manganeso tipo Hadfield ASTM A128 tenemos la estructura química, la dureza obtenida luego de varios procesos además de su condición de resistencia a los golpes al momento de ser utilizados.

Este material de manganeso austenítico tiene un porcentaje de 1.2% C y 12% Mn, descubierto por Robert Hadfield en 1882. Este material combinaba su tenacidad y ductibilidad con la alta exigencia a trabajos

de alto esfuerzo. Además, se observa una composición austenítica elevando de 180 a 900 Brinell. Es utilizado en máquinas de molienda de roca, molinos, martillos de golpe, en engranes, materiales de perforación, fajas de transporte, planchas antidesgaste. Es usado exclusivamente en la industria minera, perforación, tala de madera, en la industria ferroviaria, industrias cementeras. "(IGLESIAS y BSCHULZ, 2004, p. 11)".

### **Rodamiento**

"El rodamiento también llamado cojinete de rodadura se trata de un dispositivo mecánico que se estaciona al medio dos elementos de un artefacto, teniendo en común un centro de rotación, de esta manera los elementos pueden girar uno independiente de otro. Es utilizado en elementos rotativos evitando rozadura entre ellos. Este dispositivo logra que la fricción o el rozamiento sean prácticamente nulo entre los elementos. "(RUBIO, 2008, p. 4)"

### **SolidWorks**

Se refiere a un software CAD (diseño asistido por computadora) utilizado para el modelamiento de piezas mecánicas 3D, creado gracias a la empresa SolidWorks Corp. Principalmente asía Microsoft Windows. Su primer prototipo fue lanzado en el año 1995 pensando en hacer más accesible y comercial los programas CAD. Este software tiene la capacidad de modelar piezas y ensambles, nos brinda información tanto de planos técnicos, así también otra variedad de datos necesarios para nuestro beneficio. Este software procede con fundamentos de nuevas y mejores tecnologías en el diseño 3D. Este método consta de pasar los trazos hechos en el software a la mente del empleador, "logrando construir modelos en la mente del usuario". Por otro lado, las fichas y procesos se realizan mediante un proceso casi automático. "(FERNÁNDEZ, 2014, p. 4)"

### 1.3.1. Cálculos de diseño

Se tomó como referencia el libro diseño en ing. mecánica de Shigley

#### Calculo para diseño de ejes:

#### Factores que determinan la resistencia a la fatiga.

Límite de fatiga corregido  $S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_f \cdot S'_e$

Teoría de Goodman:

El factor de superficie  $k_a = k_a = a \cdot (S_u)^b$

Factor de tamaño:  $k_b = (d/0.3)^{-0.1133}$

Factor de carga:  $k_c = 1$  para cargas de flexión.

Factor de temperatura:  $k_d = 0.979$  (temperatura de 20° a 50°)

$S_e$ : límite a la fatiga sin corregir.

#### Teoría de Goodman:

*ED-Goodman*

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\}$$

**ECUACION DE GOODMAN. FUENTE: BUDINAS y NISBETT, 2008, p. 215**

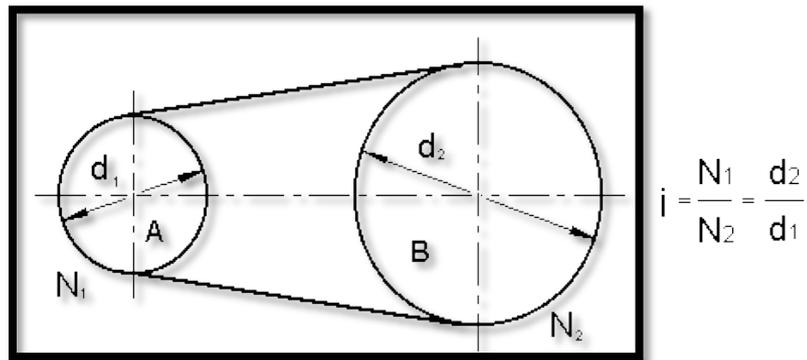
#### Calculo de poleas:

Para el cálculo de las poleas necesitamos saber la relación de transmisión de nuestro sistema.

N: Número de revoluciones por minutos

d: Diámetro de las poleas en marcha, las dos poleas tendrán la misma velocidad tangencial (m/seg), manteniendo la siguiente igualdad.

Figura N°2



Relación de transmisión por poleas  
fuente: elaboración propia

#### Calculo para seleccionamiento del motor:

Par (en kg-m)=

Potencia (en HP) X 716

Velocidad de giro de la flecha del motor o reductor

RPM= Número de giros de la flecha por minuto.

$$T = \frac{HP * 716}{rpm}$$

Ecuación de torque. Fuente: BUDINAS y NISBETT, 2008, p. 259

#### 1.4. Formulación del Problema

¿Cómo lograr incrementar la producción de agregados en la empresa Jubrisa E.I.R.L – Pucará - Jaén?

#### 1.5. Justificación del Estudio.

##### Social

Al mejorar su producción la empresa Jubrisa podrá abarcar mayores proyectos de obras civiles así necesitara más mano de obra y los

pobladores de la localidad tendrán más puestos de trabajo y mayores ingresos económicos mejorando su situación ya que en la zona la principal actividad es la agricultura.

### **Tecnológica**

Con la propuesta de diseño de la trituradora de agregados se logró aplicar cálculos y programas de diseño mecánico, ya que en la mayoría de empresas de este rubro no lo hacen y sus trituradoras han sido construidas en forma empírica sin tener en cuenta los protocolos de diseño.

### **Económica**

Con la implementación de la trituradora de piedra, la empresa Jubrisa E.I.R.L lograra mayor producción de agregados, así lograra acceder a licitaciones para obras civiles de mayor envergadura, logrando un mayor ingreso económico para dicha empresa y para sus trabajadores.

### **Ambiental**

La implementación de esta trituradora de agregados no tendrá un impacto ambiental significativo ya que la planta de producción de agregados se encuentra a 10 km de la localidad de Pucará por lo cual en ruido emitido por la trituradora no afectará a los pobladores cercanos.

La empresa Jubrisa teniendo en cuenta la conservación del paisajismo además de la flora y fauna solo se abastece de rocas de rio que cayeron a causa de las lluvias que ocurren en partes elevadas de la localidad de Pucará y zonas cercanas.

## **1.6. Hipótesis.**

Mediante el diseño de una trituradora 10 Ton/ h ayudará a incrementar la producción de agregados en la empresa Jubrisa E.I.R.L – Pucará - Jaén.

## 1.7. Objetivos.

### 1.7.1. General

Diseñar de una trituradora 10 Ton/ h para incrementar la producción de agregados en la empresa Jubrisa – Pucará – Jaén.

### 1.7.2. Específicos

1. Determinar la capacidad de trituración requerida por la empresa.
2. Diseñar los componentes primarios para seleccionar los componentes secundarios del proceso de triturado, fraccionado.
3. Elaborar plan de mantenimiento para la trituradora.
4. Realizar evaluación económica del proyecto: VAN – TIR.

## II. MÉTODO.

### 2.1. Diseño de Investigación.

**No experimental.** – la investigación realizada no tiene como pretensión cambiar las variables independientes, cabe resaltar que dichos fenómenos se muestran al igual que en su contexto original, debido a las limitaciones explicadas sobre el presupuesto de implantación además del tiempo extenso para la obtención de respuestas.

$$M_1 = \frac{T_1 \cdot T_2}{O.P.ER}$$

Dónde:

- M1 : Es la muestra que se está observando.
- O : Es la observación a desarrollar en la muestra.
- P : Es la propuesta a realizar.
- T1 : Es el tiempo de medición de la Observación.
- T2 : Es el tiempo de proyección del escenario hipotético.
- ER : Son los resultados estimados.

#### 2.1.1. Variable independiente

Diseño de trituradora 10 Ton/ h.

#### 2.1.2. Variable dependiente

Producción de agregados

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Independiente:</b>  Diseño de trituradora.	Una <b>trituradora</b> consiste en una máquina que rompe o fragmenta el material de mayor tamaño en uno de menor, su objetivo principal es de desintegrar y reducir el tamaño del material. El triturado depende del proceso posterior que se le dará a este material.	Diseño de una trituradora para rocas, de forma tal que usando la técnica de golpe e impacto consecutivo se logre trozar y fraccionar el material para su posterior separación en la criba.	Sistema mecánico  Proceso de triturado	Velocidad de impacto de trituradora.  Boca o entrada de trituradora	Encuesta  Guía de recolección de datos	Razón
<b>Dependiente:</b>  Producción de agregados.	La producción de agregados se basa fundamentalmente en que las partículas de tamaño más pequeño que la criba pasen por esta y que las partículas de mayor tamaño sean retenidas, mayormente se utiliza este término en la producción de materia prima para construcciones.	Eliminar el error de mala molienda y tiempo perdido por la maquina actual con la que cuenta la empresa, ya que no cumple su función por presentar muchos desperfectos.	Parámetros y criterios de operación constantes	Tiempo utilizado en paradas por fallas.	GUIA DE OBSERVACION	Razón

### 2.1.3. Población (N)

No aplica.

### 2.1.4. Muestra (n)

No aplica.

## 2.2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TECNICA	USO	INSTRUMENTOS
- Encuesta	- Aplicadas a trabajadores de empresas dedicadas a la producción de agregados.	- Hoja de encuesta.
- Observación	- Análisis documentario	- Guía de observación

**Hoja de encuesta** permite a los trabajadores dar su opinión sobre el proceso de triturado.

**Guía de observación** permite registrar todo lo observado por el investigador en su trabajo de campo.

## 2.3. Métodos de Análisis de datos

Para la elaboración de esta tesis se emplea los siguientes métodos:

### **Método de observación científica:**

Tomando como base los objetivos formulados en el presente estudio y dentro de la empresa, a fin de recopilar toda la información necesaria, así como la contextualización de la experiencia.

### **Método Deductivo:**

Adjuntar y recopilar toda la información posible con respecto a mí tema de investigación en empresas, bibliotecas, Internet, la cual nos ayude al desarrollo eficiente de la investigación.

### **2.4. Aspectos éticos**

- a) Guardar los derechos de la empresa y colaboradores.
- b) Toda información que se recolecto ha sido con el consentimiento previo de la empresa, respetando la franquicia de la empresa y sus trabajadores.
- c) Se guardará confidencialmente los datos obtenidos, teniendo en cuenta los principios moralistas, de cultura y religiosos de la empresa, así como sus trabajadores.
- d) Cualquier resultado obtenido en la investigación será usado exclusivamente en beneficio de la empresa.
- e) En este proyecto de investigación se incluirá a todas las personas, evitando la diferencia por clase, sexualidad, grado de instrucción, opción religiosa, nivel económico, o de otro tipo.

## **III. RESULTADOS:**

### **3.1.- Determinar la capacidad de trituración requerida por la empresa.**

Para determinar la perdida que ocurre en la empresa se optó por hacer un historial del último año de producción, tomando en cuenta:

- Toneladas pedidas por los clientes.
- Toneladas producidas por la empresa.
- Toras trabajadas (horas de producción).
- Horas paradas (horas no producidas).

Las horas paradas se deben mayormente a falla por parte de la maquinaria.

Para lograr el primer objetivo se tomó en cuenta el historial de ventas de una década atrás.

Con los datos obtenidos se logró realizar una línea de tiempo progresiva.

**Tabla N°1:  
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L EN EL PERIODO DE UN AÑO**

MES	Ton / Pedidas	Ton / Producidas	Horas trabajadas	Horas paradas
Oct-16	1250	1386	198	5
Nov-16	1200	1372	196	4
Dic-16	1275	1295	185	7
Ene-17	1257	1372	196	4
Feb-17	1357	1407	201	7
Mar-17	1387	1421	203	5
Abr-17	1488	1323	189	3
May-17	1473	1379	197	3
Jun-17	1485	1365	195	5
Jul-17	1496	1323	189	3
Ago-17	1490	1351	193	7
Set-17	1458	1421	203	5
Total anual	16616	16415	2345	58
Total mensual	1384.67	1367.92	195.42	4.83
Porcentaje			97.22	2.78

Horas mensuales 100% = 208

El material requerido es más que el material producido, así que se opta por trabajar horas extra.

**Producción realizada en el último año  
Fuente: Elaboración propia**

## Porcentaje de incremento toneladas cada dos años

Tabla N°2

2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023	2025	2027
14587	14927	15455	15972	16540	18720	19968	21216	22464	23712	24960
Ton.										

Escala de progresión lineal, una década antes y una década futura.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del año 2017 se está tomando un 5% más de incremento de pedidos cada 2 años.

**Actualmente se cuenta con una trituradora 7 Ton/h.**

Horas diarias trabajadas 8.

Días trabajados en un mes 26.

12 meses al año.

Toneladas producidas con la maquina funcionando al 100%:

$7 \times 8 \times 26 \times 12 = 17472$  toneladas al año.

En nuestro caso de estudio la maquinaria no trabaja al 100% ya que cuenta con desperfectos y significan tiempo perdido.

Con los datos obtenidos se logró precisar que en la actualidad la empresa necesita una trituradora de mayor capacidad

**Diseño de nueva trituradora 10 Ton/h.**

Horas diarias trabajadas 8.

Días trabajados en un mes 26.

12 meses al año.

Toneladas producidas con la maquina funcionando al 100%:

$10 \times 8 \times 26 \times 12 = 24960$  toneladas al año.

### 3.2. Calcular componentes primarios para seleccionar componentes secundarios.

#### a) Determinar área de entrada de la trituradora:

Ya que la entrada de la trituradora antigua es demasiado pequeña quedaban rocas sin triturar en el patio de descarga así que se dio por conveniente rediseñar la entrada de la trituradora.

Toneladas puestas en patio de trituración mensuales	Toneladas aptas para molienda	Toneladas no molidas por demasiado tamaño
1600	1500	100

Tamaño actual de pase en la malla de zaranda 6.”

Tamaño actual de boca de trituradora 7.2” x 10”

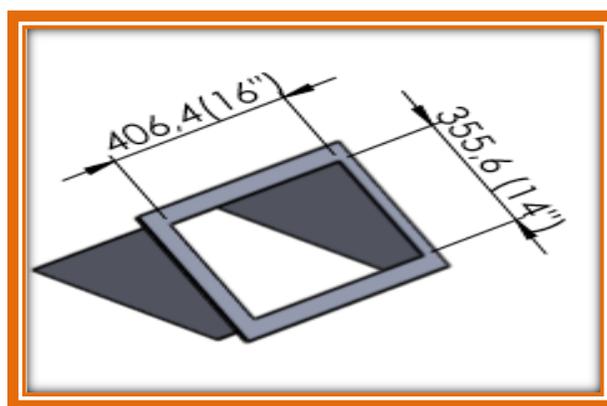
Tamaño futuro de pase de malla zaranda 11”

**Tamaños mayores son fragmentados por voladura (dinamita).**

**Nuevo diseño de entrada de la trituradora:**

Pulgadas: 14”x16”= 224 in<sup>2</sup>

**Figura N°3**



**Entrada de la trituradora**

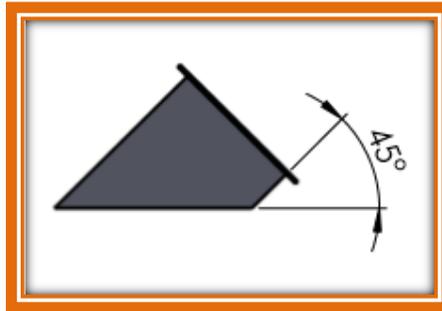
**Fuente: Elaboración propia**

Ya que las rocas nunca vienen en un patrón establecido, para el pase de rocas de 11" se le da un 20% de tolerancia para facilidad de ingreso:

$$11" \times 0.2 = 2.2"$$

$$11" + 2.2" = 13.2" \quad \longrightarrow \quad 14"$$

**Figura N°4.**



**Angulo de descarga 45° de inclinación**

Fuente: Elaboración propia

### **Relación de reducción:**

En el proceso de reducción de volumen de los materiales, existe el tamaño primario (tamaño de ingreso) y el tamaño secundario (tamaño de salida).

$$R_r = (D. \text{Max alimentación} / d. \text{máx. producto}).$$

### **b) Diseño de eje principal de la trituradora**

Cálculos de esfuerzos en material

Para el diseño del eje se seleccionó un Acero AISI 1045 CD (laminado en frio).

**Tabla N°3**

<b>SAE y/o AISI núm.</b>	<b>Procesamiento</b>	<b>Resistencia a la tensión, MPa (Kpsi)</b>	<b>Resistencia a la fluencia, MPa (Kpsi)</b>
1045	HR	570 (82)	310 (45)
	CD	630 (91)	530 (77)

**Propiedades mecánicas de los aceros**

Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley, p. 1020

Donde

$S_u$  : Resistencia a la tensión [MPa]

$S_y$  : Resistencia a la fluencia [MPa]

De la tabla, se puede obtener los siguientes valores para las resistencias mecánicas.

$$S_u = 630 \text{ MPa}$$

$$S_y = 530 \text{ MPa}$$

Esfuerzo a la fatiga, para cargas combinadas.

$$S_n = 0.5 \times (S_u)$$

**Tabla N°4**

Constante	0.5
$S_u$	630 Mpa
$S_n$	315 Mpa

**Calculo de esfuerzo a la fatiga: Fuente elaboración propia**

Esfuerzo real a la fatiga

$$S'_n = S_n \times K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e$$

**Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley, p. 347**

Donde

$S'_n$  : Esfuerzo real a la fatiga [MPa]

- $S_n$  : Esfuerzo a la fatiga [MPa]  
 $K_a$  : Factor de corrección de superficie [-]  
 $K_b$  : Factor de corrección de tamaño [-]  
 $K_c$  : Factor de corrección de tipo de carga [-]  
 $K_d$  : Factor de corrección de temperatura [-]  
 $K_e$  : Factor de corrección de confiabilidad [-]

### Factores de corrección del esfuerzo a la fatiga

Factor de superficie  $K_a$ :

$$K_a = a \times (S_u)^{-b}$$

Donde

- $K_a$  : Factor de corrección de superficie [-]  
 $S_u$  : Resistencia a la tensión [MPa]  
 $a$  : Coeficiente 1 según acabado superficial [-]  
 $b$  : Coeficiente 2 según acabado superficial [-]

**Tabla N°5**

Acabado superficial	Factor a - $S_u$ MPa	Exponente b
Esmerilado	1.58	-0.085
Laminado al frio	4.51	-0.265
Laminado en caliente	57.7	-0.718
Como sale de forja	272	-0.995

Valores para factor de acabado superficial

Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley, p. 280

El material seleccionado AISI 1045 CD (laminado en frío), cuenta con los siguientes coeficientes [4.51] y [-0.265], respectivamente para a y b, al reemplazar estos valores se calculó

**Tabla N°6**

a	4.51
$S_u$	630
-b	0.256
$k_a$	0.81

**Calculo de factor de superficie. Fuente: propia**

Factor de tamaño  $K_b$ :

$$K_b = \left( \frac{d_e}{7.62} \right)^{-0.107}$$

Donde

$K_b$  : Factor de corrección de tamaño [-]

$d_e$  : Diámetro tentativo del eje [mm]

Reemplazando los valores asumidos, asumiendo un diámetro de 90 mm, se calculo

**Tabla N°7**

$d_e$	90
constante	7.62
constante	-0.107
$k_b$	0.76

**Calculo de factor de corrección de tamaño.**

**Fuente: elaboración propia**

Factor de tipo de carga  $K_c$ :

$$K_c = 1$$

Factor de temperatura  $K_d$ :

$$K_d = 1$$

No se cuenta con efectos de temperatura

Factor de confiabilidad  $K_e$ :

$$K_e = 0.753$$

**Tabla N°8**

Confiabilidad %	Factor de confiabilidad
50	1.000
90	0.897
95	0.868
99	0.814
99.9	0.753

**Factor de confiabilidad**

**Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley, p. 743**

Reemplazando los valores para cada factor de corrección en la siguiente ecuación, el valor obtenido es:

**Tabla N°9**

$S_n$	315 Mpa
$K_a$	0.81
$K_b$	0.76
$K_c$	1
$K_d$	1
$K_e$	0.753
$S'_n$	146.04 Mpa

**Calculo de esfuerzo real a la fatiga. Fuente: propia**

Cálculo de potencia necesaria.

Según la ecuación de Bond para reducción de tamaño en molienda se tiene

$$E = 10 \times W_{IT} \times \left( \frac{1}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{F_{80}}} \right)$$

Donde

E : Consumo energético para reducción [kWh/ton]

$W_{IT}$  : Índice de trabajo de Bond [kWh/ton]

$P_{80}$  : Diámetro de material a la entrada [ $\mu\text{m}$ ]

$F_{80}$  : Diámetro de material a la salida [ $\mu\text{m}$ ]

El índice de trabajo de Bond se selecciona según la dureza del material de la siguiente tabla.

**Tabla N°10**

<b>Descripción</b>	<b>Limite w (kwh/ton)</b>
Muy blando	8
Blando	8 – 12
Medio	12 – 16
Duro	16 – 20
Muy duro	20 – 24
Extremadamente duro	+24

Índice de trabajo de Bond

Fuente: Libro de trituración de rocas, 2014, p. 28

El material ingresa a la maquina con un diámetro aproximado 30 cm y debe salir con un diámetro aproximado de 1 cm, convirtiendo a micras y reemplazando estos datos se obtuvo:

**Tabla N°11**

$F_{80}$	10000
$P_{80}$	300000
$W_{IT}$	20
E	1.961 Kwh

**Consumo energético empleado para reducción. Fuente: propia**

Cálculo de la potencia requerida por la maquina

$$P = E \times C$$

Donde

- P : Potencia requerida por la trituradora [kW]  
 E : Consumo energético para reducción [kWh/ton]  
 C : Capacidad de la trituradora [ton/h]

Reemplazando

**Tabla N°12**

E	1.961
C	10
P	19.61 KW
P	(19.61)(1.341)
P	26.30 Hp

**Potencia requerida. Fuente: propia**

## Fuerza ejercida por la polea

Primero se calculó el torque en el eje, ejercido por la acción de la potencia transmitida, para esto se empleó la siguiente ecuación:

$$T_{EJE} = \frac{7121 \times P}{n_{EJE}}$$

Donde el torque se encuentra en  $N \times m$ , y la potencia en HP , al reemplazar estos se obtuvo.

**Tabla N°13**

constante	7121
P	26.3 Hp
$n_{EJE}$	480 rpm
$T_{EJE}$	390.17 N*m

**Torque ejercido en el eje de la trituradora.**

**fuelle: elaboración propia**

La fuerza ejercida por la polea fue calculada por la siguiente ecuación.

$$F_P = 1.5 \times \left[ \frac{2 \times T_{EJE}}{DP_T} \right]$$

Donde

$F_P$  : Fuerza ejercida por la polea [N]

$T_{EJE}$  : Torque en el eje [ $N \times m$ ]

$DP_T$  : Diámetro de polea de la trituradora[m]

Al reemplazar los valores se obtuvo

**Tabla N°14**

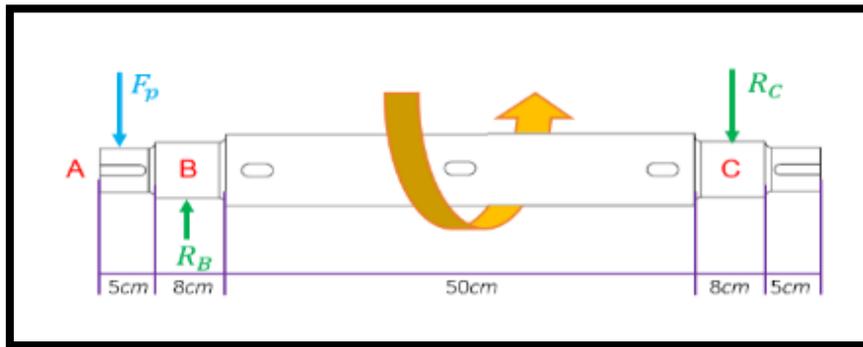
constante	1.5
constante	2
$T_{EJE}$	390.17 N*m
$DP_T$	0.55 m
$F_p$	2139.88 N

**Calculo de fuerza ejercida por la polea. Fuente: propia**

**Diagrama de cuerpo libre**

Ya conocidas las fuerzas, se procede al diseño geométrico del eje.

**Figura N°5**



**Diagrama de cuerpo libre del eje**

**Fuente: Elaboración propia**

Teniendo en cuenta el grafico anterior se puede establecer los puntos críticos en los que aplican las fuerzas o reacciones

A	:	Punto de aplicación de fuerza por la polea
B	:	Reacción en el rodamiento B
C	:	Reacción en el rodamiento C
$\bar{A}$	:	Distancia eje A : [0.05 m]
$\bar{B}$	:	Distancia eje B : [0.08 m]
$\bar{AB}$	:	Distancia entre A – B : [0.065 m]
$\bar{BC}$	:	Distancia entre B – C : [0.58 m]

### Análisis de plano X – Y

En el DCL se procedió a calcular las reacciones mediante las siguientes ecuaciones

$$R_B = \frac{F_P \times (\bar{AB} + \bar{BC})}{\bar{BC}}$$

$$R_C = R_B - F_P$$

Donde

$F_P$	:	Fuerza ejercida por la polea [N/m]
$R_A$	:	Reacción en rodamiento A [N]
$R_B$	:	Reacción en rodamiento B [N]
$\bar{AB}$	:	Distancia entre A y B [m]
$\bar{BC}$	:	Distancia entre B y C [m]

Al reemplazar los valores se obtuvo

**Tabla 15**

$F_p$	2139.88
$\overline{AB}$	0.065
$\overline{BC}$	0.58
$\overline{BC}$	0.58
$R_B$	2379.69

**Calculo de rodamiento B. Fuente: propia**

**Tabla 16**

$R_B$	2379.69
$F_p$	2139.88
$R_c$	239.81

**Calculo de rodamiento C. Fuente: propia**

El momento flector máximo se encuentra en el punto B, para este caso se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$M_B = F_p \times \overline{AB}$$

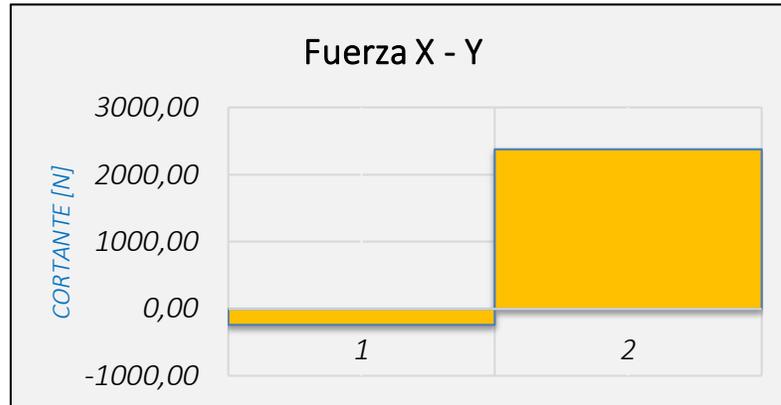
**Tabla 17**

$\overline{AB}$	0.065 m
$F_p$	2139.88 N
$M_B$	139.09 N*m

**Calculo momento de flector max. Fuente: Propia**

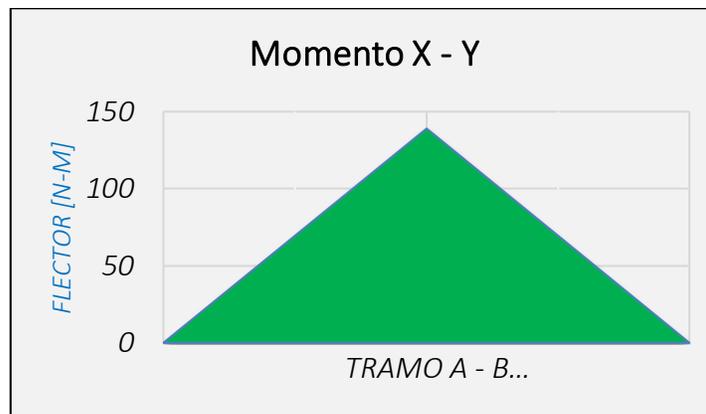
A continuación, se muestran las representaciones graficas de los resultados obtenidos.

**Gráfico N°1**



**Grafica de fuerza cortante en el eje Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico N° 2**



**Grafica de momento flector en el eje Fuente: Elaboración propia**

Factor de efectos varios o Concentradores de esfuerzos

Los concentrados de esfuerzos  $K_f$ , se tiene valores estándar como es el siguiente caso.

**Tabla N° 18**

<b>Variación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Factor <math>K_f</math></b>
Asiento de rodamiento	Chaflán agudo	2.5
Asiento de poleas	Chaflán redondeado	1.5
Transmisión de potencia	Cuña de perfil	2
Transmisión de potencia	Cuña de trineo	1.6

**Factores de concentración de esfuerzos para diferentes variaciones**

**Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott. p. 245**

### **Diseño de diámetros mínimos**

El método de análisis que se seleccionó, se establece en los puntos medios de acción de las fuerzas, por eso se debe realizar un análisis a cada extremo de los puntos de manera separada, para posteriormente seleccionar el mayor diámetro entre ambos, de esta manera se tiene las siguientes variantes

Sección Izquierda del punto A: Cuña de trineo 1.6

Sección Derecha del punto A: Chaflán redondeado 1.5

Sección Izquierda del punto B: Chaflán agudo 2.5

Sección Derecha del punto B: Chaflán redondeado 1.5

Sección Izquierda del punto C: Cuña de perfil 2

Sección Derecha del punto C: Chaflán agudo 2.5

## Cálculo del diámetro mínimo

$$D_{ASME} = \left[ \frac{32 \times N}{\pi} \times \sqrt{\left( \frac{K_f \times M_{Ti}}{S'_n} \right)^2 + \left( \frac{3}{4} \right) \times \left( \frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde

- $D_{TRK}$  : Diámetro según el método Treska [m]  
 $D_{ASME}$  : Diámetro según el método ASME Elíptica [m]  
 $N$  : Factor de seguridad [-]  
 $S_y$  : Resistencia a la fluencia [Pa]  
 $S'_n$  : Resistencia real a la fatiga [Pa]  
 $K_f$  : Factor de efectos varios  
 $M_i$  : Momento flector en cada punto [ $N \times m$ ]  
 $T$  : Torque total en el eje [ $N \times m$ ]

Se empleó una hoja de cálculo para simplificar la iteración de los cálculos, asumiendo un factor de seguridad  $N = 3.5$ , se logró obtener la siguiente tabla, que muestra los diámetros mínimos obtenidos.

**Tabla N°19**

Diseño de diámetros	$D_{ASME}$ [mm]
Sección a la izquierda del punto A	28.33
Sección a la derecha del punto A	28.33
Sección a la izquierda del punto B	44.20
Sección a la derecha del punto B	38.01
Sección a la izquierda del punto C	28.33
Sección a la derecha del punto C	28.33

Valores calculados para diámetros de eje  
 Fuente: Elaboración propia

Para el dimensionamiento final de los ejes se deben tener en cuenta consideraciones geométricas y limitaciones en los componentes como rodamientos y poleas, cuyos diámetros se encuentran ya establecidos, de esta manera se logró seleccionar estos resultados.

**Tabla N°20**

<b>Diseño de diámetros</b>	<b>Diámetro final [mm]</b>
Sección a la izquierda del punto A	40
Sección a la derecha del punto A	50
Sección a la izquierda del punto B	50
Sección a la derecha del punto B	65
Sección a la izquierda del punto C	50
Sección a la derecha del punto C	40

**Valores seleccionados para diámetros de eje**

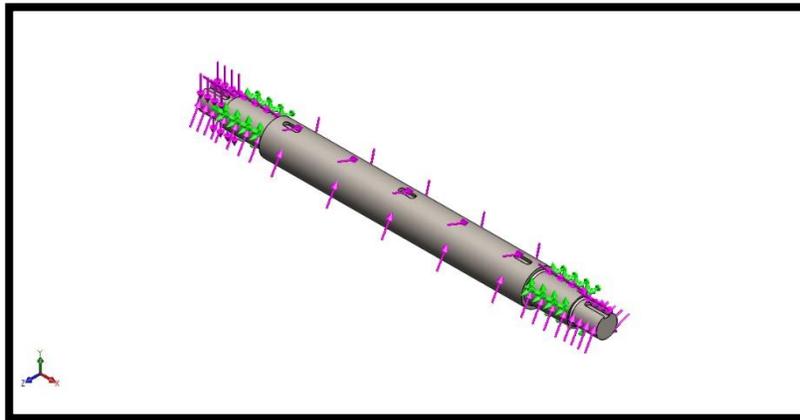
**Fuente: Elaboración propia**

Se seleccionó un diámetro de 50 mm, en los puntos B y C donde se ubicarán los rodamientos, entre estos puntos se estableció un diámetro mínimo de 65 mm, para asegurar el escalonamiento, en el punto C se seleccionó un diámetro de 40 mm, para montar la polea seleccionada, mediante sistema de sujeción por buge, a continuación, se muestra un modelo del eje generado en el software Solid Works.

### **ANALISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS**

Se procedió primero al diseño del eje y posteriormente se simuló el modelo en Elementos Finitos utilizando el software SolidWorks.

**Figura N°6**

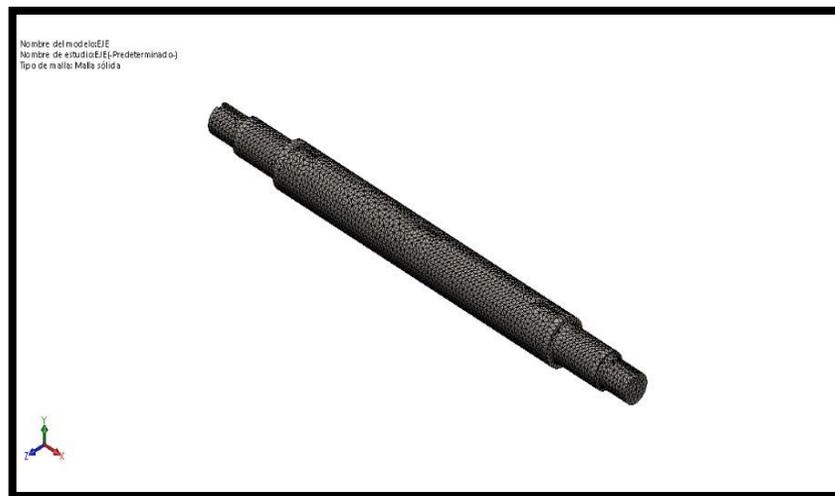


**Fuerzas aplicadas y sujeciones en el eje. Fuente: propia**

Sujeciones del eje:

Es uno de los componentes principales de la trituradora, para el análisis el eje se debe tomar en cuenta en que sección se apoyaran los rodamientos, ya esto ayudara a analizar y ver su comportamiento cuando esté sometido a distintas las cargas y esfuerzos.

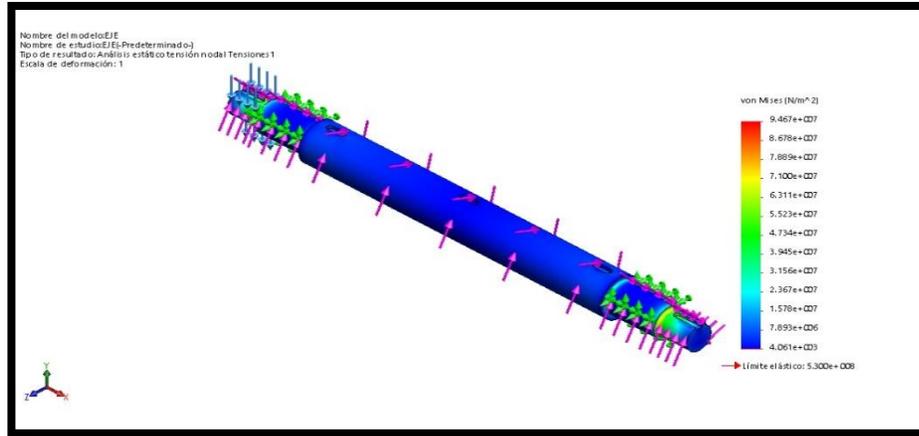
**Figura N° 7**



**Mallado del Eje Fuente: Elaboración Propia**

El mallado se realiza en toda la superficie del eje para analizar cada punto y ver donde se producen las deformaciones y analizar los puntos críticos.

**Figura N°8**



**Resultados De análisis de tensión. Fuente: Elaboración Propia**

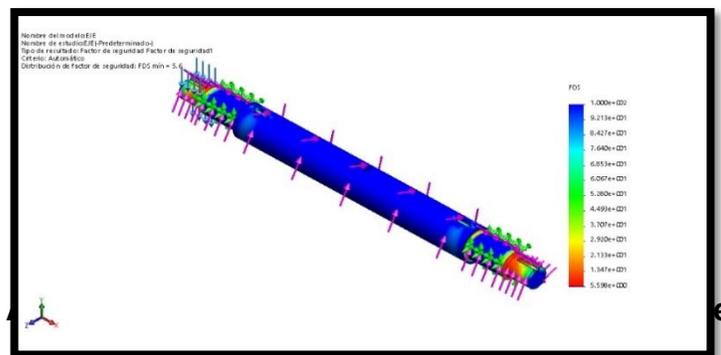
**Tabla 19**

Nombre	Tipo	Min.	Max.
Tension	Tensión de von mises	4061.28 N/m <sup>2</sup>	9.467e+007 N/m <sup>2</sup>
Desplazamiento	Resultantes	0 mm	0.0158885mm

**Resultado de Von Mises. Fuente: propia**

**RESULTADO DE ANALISIS ESTATICO DEL EJE PRINCIPAL**

**Figura N°9**



**Resultado de factor de seguridad. Fuente: propia**

Aquí apreciamos que el factor de seguridad mínimo para el eje es de 5.6 así que el eje cumple con las características que se desean.

### C) Seleccionar componentes de la trituradora

#### Selección del motor

Se requiere de una potencia de 26.30 HP, una velocidad de giro de 1750 rpm (4 polos), tensión de funcionamiento 220 Voltios y 60 Hertz, en base estos datos se seleccionó un motor eléctrico de la marca WEG, del modelo 180M – IE1 Standard Efficiency, capaz de generar 30 HP, según las condiciones antes mencionadas.

RPM del motor 1750

Diámetro de la polea de eje principal 550 mm.

Diámetro de la Polea del Motor. 160 mm.

RPM del eje principal. 480

**Figura 10**



**Imagen de Motor WEG**

**Fuente: Catálogo de Motores Weg.**

#### d) Selección de rodamientos para el eje

Para el cálculo de las chumaceras a emplearse se tuvo en cuenta que las dos chumaceras deben ser del mismo modelo para la simetría de la máquina, y fueron seleccionadas en base a la mayor fuerza cortante que se aplica en el punto B, con un valor de 1153.6 N

Se calculó la vida de diseño para los cojinetes de bolas, mediante la siguiente ecuación

$$x_D = \frac{60 \times L_D \times n_D}{60 \times L_R \times n_R}$$

Ecuación: Cálculo de vida de diseño de rodamientos

Fuente: Diseño de elementos de máquinas de Shigley

Donde

$x_D$  : Vida de diseño del rodamiento

$L_D$	:	Vida deseada del rodamiento [horas]
$n_D$	:	Velocidad deseada [rpm]
$L_R$	:	Vida nominal del rodamiento [horas]
$n_R$	:	Velocidad nominal [rpm]

El valor de la vida deseada para el rodamiento se seleccionó teniendo en cuenta la tabla siguiente, que indica 25000 horas, para una máquina para servicio de 8 horas plenamente, la velocidad deseada será la velocidad de giro de trituración estableciéndose en 480 rpm, los valores nominales del rodamiento serán diferentes dependiendo la marca de los mismos, en este caso se seleccionaran rodamientos SKF, que tiene una clasificación nominal de un millón de revoluciones, haciendo el denominador de la ecuación igual a  $10^6$ .

**Tabla N°21**

<b>Tipo de aplicación</b>	<b>Vida, kh</b>
Aparatos de uso poco frecuente	hasta 0.5
Motores de aeronaves	0.52
Máquinas de operación corta	48
Máquinas de operación confiable	8-14
Uso de 8 horas, no plenamente	14-20
Uso de 8 horas plenamente	20-30
Máquinas de servicio continuo	50-60
Uso 24 horas, confiabilidad de suma importancia	100-200

**Vida de diseño para rodamientos de bolas**  
**Fuente: Diseño de elementos de máquinas de Shigley**

Reemplazando los valores e obtiene la vida de diseño adimensional

Luego se procedió a calcular el valor de la clasificación para la carga dinámica, teniendo en cuenta la siguiente ecuación.

**Tabla N°22**

$L_D$	25000
$n_D$	480
Denominador	$10^6$
$x_D$	720 horas

**Calculo de vida del rodamiento. Fuente: propia**

$$C_{10} = a_f \times F_{TC} \left[ \frac{x_D}{x_0 + (\theta - x_0)(1 - R_D)^{\frac{1}{b}}} \right]^{\frac{1}{a}}$$

Fuente: Diseño de elementos de máquinas de Shigley

Donde

- $C_{10}$  : Clasificación del catálogo SKF
- $a_f$  : Factor de carga
- $F_{TC}$  : Fuerza ejercida en el rodamiento [N]
- $x_D$  : Vida de diseño
- $x_0$  : Valor garantizado de la variante
- $\theta$  : Parámetro del percentil de la variante
- $R_D$  : Confiabilidad
- $a$  : Constante para cojinetes
- $b$  : Parámetro de forma que controla el sesgo

El factor de carga se seleccionó de la siguiente tabla, teniendo en cuenta que se trata de una máquina con efectos de impacto moderado se estimó un valor de 3, los valores de la fuerza ejercida en el rodamiento (punto B) y la vida de diseño se calcularon anteriormente.

**Tabla N°23**

Tipo de aplicación	Factor de carga
Engranajes de precisión	1.0 – 1.1
Engranajes comerciales	1.1 – 1.3
Maquinaria sin impactos	1.2
con impactos ligeros	1.2 – 1.5
con impactos moderados	1.5 – 3.0

**Factor de carga para rodamientos**

**Fuente: Diseño de elementos de máquinas de Shigley**

Se diseñó con una confiabilidad del 99%, para esta confiabilidad se tiene los siguientes valores de variables según los parámetros de Weibull

$$R_D = 0.99$$

$$x_0 = 0.02$$

$$\theta - x_0 = 4.439$$

$$b = 1.483$$

Mientras que la constante para cojinetes  $a$ , depende del tipo que se seleccionó, para rodamientos de bolas se toman valores de 3, al reemplazar los datos en la ecuación 47 se puede obtener la clasificación dinámica para la selección del rodamiento.

**Tabla N°24**

a	3
$F_{TC}$	2139.88
$x_D$	720
$x_0$	0.02
$\theta$	4.439
$R_D$	0.99
b	1.483
$C_{10}$	95.469 KN

**Calculo para la clasificación según catálogo. Fuente: propia**

En base a la clasificación de carga dinámica y para un diámetro interno de 40 mm, característica del eje, se seleccionó del catálogo de rodamientos SKF el modelo 33208/QCL7C, capaz de soportar hasta 105 kN de carga dinámica, a continuación, se muestra un esquema de los rodamientos.

**Figura N°11:**



**Rodamiento SKF**

**Fuente: Catalogo general SKF**

### e) Altura optima

Se debe conocer la altura óptima para la alimentación de la máquina trituradora de impacto, para el correcto diseño, ya que influye en el aprovechamiento de la energía transferida por el eje, la altura se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{(R \times \pi \times n \times N)^2}{3600 \times ((\pi \times D) - (N \times E))^2 \times 2g}$$

Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

Donde

- $H$  : Altura optima de caída [m]  
 $R$  : Penetración con respecto a la pala [m]  
 $D$  : Diámetro exterior de la pala [m]  
 $n$  : Velocidad de giro del eje [rpm]  
 $N$  : Numero de palas [-]  
 $E$  : Espesor de la pala [m]  
 $g$  : Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

La penetración con respecto a la pala se asume generalmente en la mitad de la longitud de pala, como valor deseado de penetración, la velocidad de giro del sistema es de 480 rpm, el numero de palas se estableció en 4 según el diseño, con un espesor de 44 mm, y un diámetro exterior de 51.2 cm, al reemplazar estos datos en la ecuación anterior se obtiene:

**Tabla 25**

R	0.085
n	480
N	4
D	0.512
E	0.044
g	9.81
$\pi$	$\pi$
constante	3600
H	1.81m

**Calculo de altura de caída. Fuente: propia**

#### **f) Fuerza de impacto**

Es la fuerza transmitida por el rotor hacia la partícula, por medio del golpe de las palas, se expresa mediante la siguiente ecuación

$$F = m \times \left( \frac{(\omega \times r) \times (1 + i)}{t} \right)$$

**Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott**

Donde

- $F$  : Fuerza ejercida a la partícula [N]
- $m$  : Masa de la partícula [kg]
- $\omega$  : Velocidad angular del eje [rad/s]
- $r$  : Radio externo de la pala [m]

$i$  : Coeficiente de restitución [–]

$t$  : Tiempo del impacto [s]

La velocidad del eje expresada en radianes por segundo es igual a 50.27 rad/s, el radio externo de la pala es de 25.6 cm, el coeficiente de restitución por impactos para materiales rocosos se aproxima a 0.6, y el tiempo en el que se produce el impacto es de alrededor de una milésima de segundo, se emplearan estos valores para efectos del cálculo, al no conocerse la masa exacta de las partículas, se analizará la fuerza aplicada por unidad de masa (1 kg), reemplazando estos valores se obtiene:

**Tabla N°26**

m	1
w	50.27
r	0.256
i	0.6
t	$1 * 10^{-3}$
F	28.5887 KN por unidad de masa

**Calculo de fuerza de impacto Fuente: propia**

### **g) Análisis de vibraciones**

Mediante el uso del programa SolidWorks se realizó un análisis dinámico lineal de vibraciones aleatorias, al sistema de eje – polea – palas, para determinar la amplitud de vibración y las frecuencias resonantes de la máquina, las características del estudio son las siguientes

**Figura N°12**

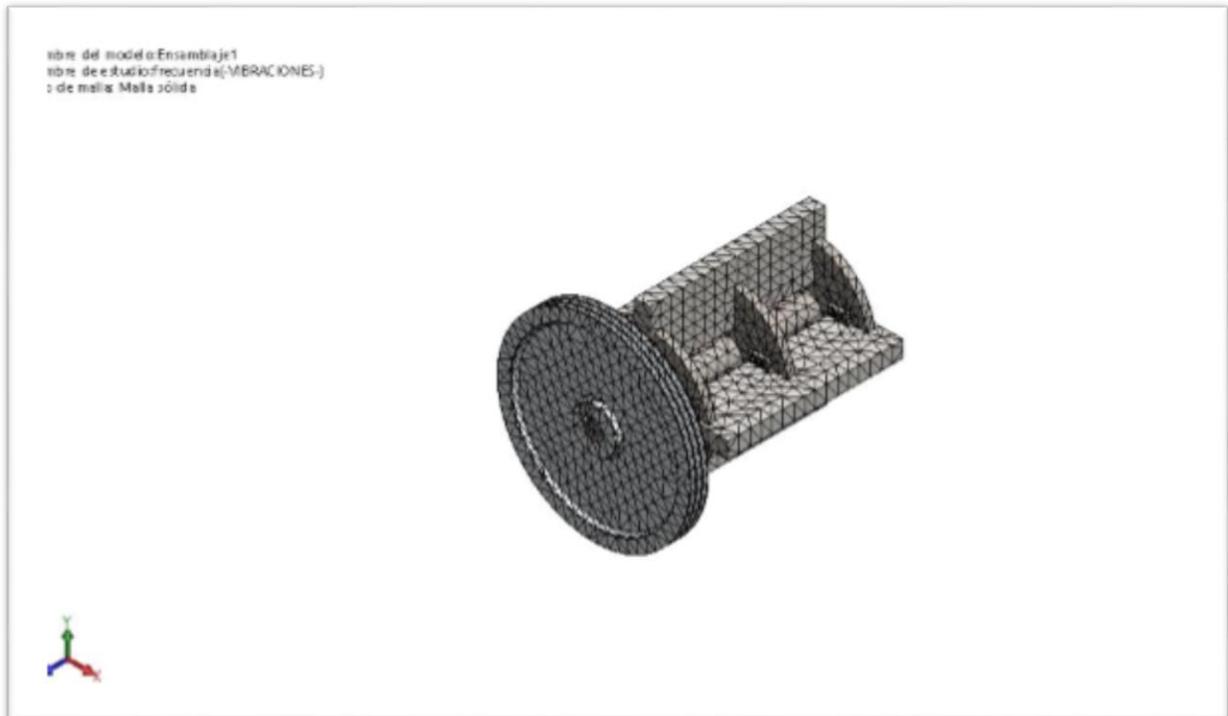


**Ensamblaje de componentes giratorios**

**Fuente: elaboración propia**

Luego se realizó el modelo de la configuración mecanizada de los recortes y redondeo, para obtener finalmente la masa total de la máquina.

**Figura N° 13**



**Mallado para análisis de vibración**

**Fuente: elaboración propia**

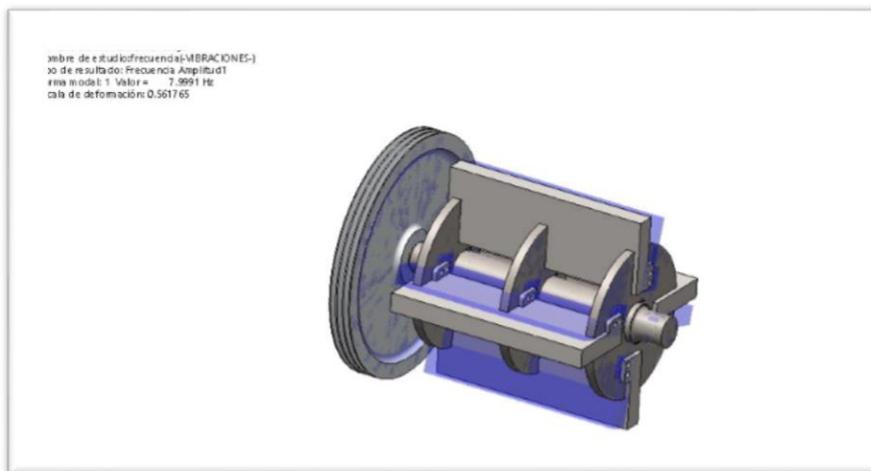
Finalmente se realizó el estudio de la frecuencia aleatoria, teniendo en cuenta los resultados de la resonancia, lo cual se visualizará en la siguiente ilustración.

**Tabla 27**

Frecuencia n°.	Rad/seg	Hertz	Segundos
1	50.26	7.9991	0.12501
2	1522	242.24	0.0041281
3	1538.2	244.82	0.0040846
4	1681.9	267.69	0.0037357
5	2443.4	388.88	0.0025715

**Resultado de análisis de vibración. Fuente: propia**

**Figura N° 14**



**Análisis de vibración de componentes. Fuente: propia.**

Tipo de análisis: Frecuencia aleatoria

Número de frecuencias: 5

Frecuencia de funcionamiento: 8 Hertz

**Tabla 28**

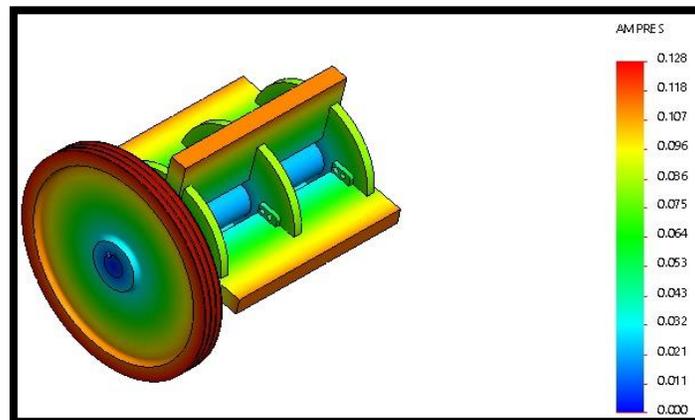
Modo N°.	Frecuencia (Hertz)	Amplitud de resonancia
1	7.9991	0.128
2	242.24	0.488
3	244.82	0.484
4	267.69	0.290
5	388.88	0.355

**Resultados obtenidos, Amplitud para frecuencias de resonancia.**

**Fuente: propia**

Visualización grafica de amplitud para la frecuencia de funcionamiento (8 Hertz)

**Figura N° 15**



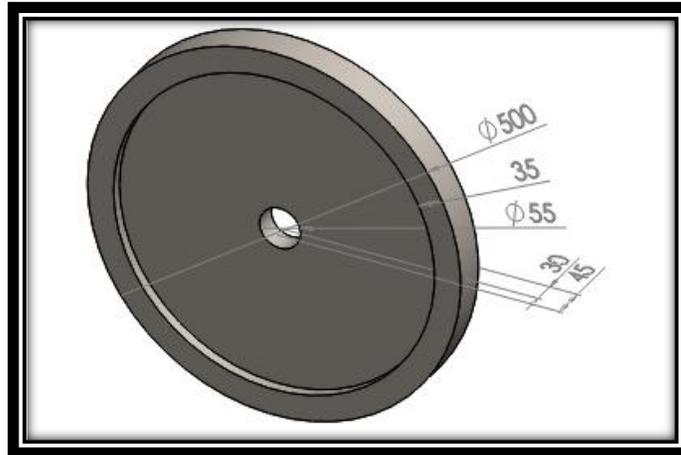
**Puntos críticos**

**Fuente: elaboración propia**

## Corrección de vibraciones

Para reducir las vibraciones en el conjunto se propone el implemento de un volante de inercia, para brindar simetría al eje y contrarrestar las fuerzas ejercidas por las bandas y el peso de la polea, las características de del volante son las siguientes:

**Figura N°16**

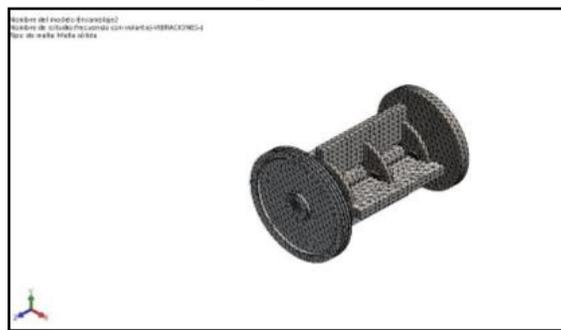


**Volante de contrapeso**

Fuente: elaboración propia

Se realizó nuevamente el estudio del software SolidWorks, proponiendo la implementación de un volante de inercia para obtener más estabilidad a la máquina.

**Figura N° 17**



**Mallado de componentes giratorios**

Fuente :elaboración propia

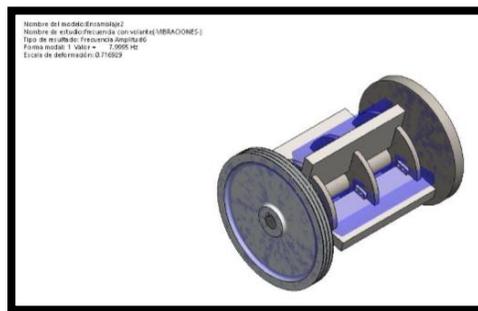
**Tabla 29**

Frecuencia n°.	Rad/seg	Hertz	Segundos
1	50.262	7.9995	0.12501
2	1127	179.36	0.0055753
3	1210.9	192.72	0.0051889
4	1217	193.69	0.0051629
5	1518.7	241.71	0.0041372

**Resultado de análisis de vibración con dos volantes. Fuente: propia**

Analizando el nuevo conjunto bajo las condiciones establecidas en el primer estudio de frecuencia, se obtienen los siguientes resultados:

**Figura N° 18**



**Vibración de componentes Fuente: elaboración propia**

Nuevas amplitudes de resonancia

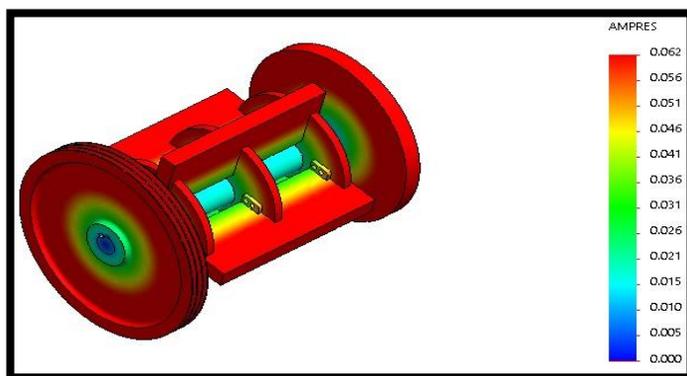
**Tabla 30**

Modo n°.	Frecuencia(Hertz)	Amplitud de resonancia
1	<b>7.9995</b>	<b>0.062</b>
2	<b>179.36</b>	<b>0.152</b>
3	<b>192.72</b>	<b>0.269</b>
4	<b>193.69</b>	<b>0.268</b>
5	<b>241.71</b>	<b>0.487</b>

**Resultados obtenidos, con dos volantes. Fuente: propia**

Para la frecuencia de funcionamiento de 8 Hertz se obtiene una reducción de hasta un 51% de la amplitud de resonancia, lo mismo se puede apreciar en la gráfica resultante de la amplitud para este modo.

**Figura N°19**



**Puntos críticos**

**Fuente: elaboración propia**

### 3.3 Plan de mantenimiento

**Tabla 31**

ITEM	SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
1	Estructura		
		Diaria	
			Inspección visual
			Inspección visual de sistemas de soporte
			Limpieza de equipo al finalizar sus labores
		Mensual	
			Verificar correcto funcionamiento del equipo
			Limpieza general de estructura
			Ajuste de elementos flexibles
		Anual	
			Inspección de posibles grietas o desgaste en estructuras
			Lijado y tratamiento contra corrosión de estructura
			Limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva
2	Motriz		
		Diaria	
			Comprobación de ruidos anómalos en piezas móviles
			Comprobación de vibraciones anómalas en piezas fijas
			Comprobar ausencia de defectos en producción
			Comprobar funcionamiento del equipo
			Limpieza de la zona
		Mensual	
			Comprobación de sujeción de motor
			Comprobar buen estado de ventilador de motor
			Control de funcionamiento y reposición de niveles de engrase
			Engrase de rodamientos

			Comprobar desgaste de fajas
			Comprobar estado general y limpieza de la máquina
			Comprobar estado de planchas de impacto fijas
			Comprobar estado de planchas de impacto giratorias
			Control de estado de rodamientos y soportes
			Comprobar estado de alineación de ejes
			Medición de consumo de corriente en motor
3	transporte		
		Diaria	
			Limpieza de residuos sólidos sobre la banda transportadora
			Verificación de inexistencia de deformaciones en la banda transportadora
		Mensual	
			Alineación de la faja transportadora
			Comprobación de inexistencia de grietas o desgaste
		Anual	
			Desmontaje de elementos para limpieza general
			De ser necesario reparar o reemplazo

**Plan de mantenimiento Fuente: propia**

### 3.4 Presupuesto

Este presupuesto se elaboró tomando en cuenta los precios de los materiales de acuerdo al año 2017.

**Tabla 32**

<b>NOMBRE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO s/.</b>	<b>PRECIO TOTAL s/.</b>
Fajas	3	50	150.00
Eje principal	1	1200	1200.00
Planchas ASTM - A36	6	840	5040.00
Planchas sujetadoras de paletas	3	50	150.00
Pernos 1/2" UNC	50	1.2	60.00
Pernos 5/8" UNC	100	1.5	150.00
Motor	1	7000	7000.00
Polea de motor	1	80	80.00
Polea de eje principal	1	500	500.00
Rodamientos	2	400	800.00
Planchas de impacto fija	12	600	7200.00
Chavetas aceradas 5/8"	1	70	70.00
Ejes para cojinetes de impacto	3	50	150.00
Soldadura 6011	5	12	60.00
Soldadura 7018	4	13	52.00
Plancha de impacto rotatoria	4	3500	14000.00
Angulos	2	60	120.00
Pintura	3	60	180.00
Resorte	3	80	240.00
Ejes para resortes	3	18	54.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/37,256</b>

Inversión total. Fuente: propia

### 3.5 Valor actual neto VAN y Tasa Interna de Retorno TIR

#### Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto es la suma algebraica de los flujos netos actualizados del proyecto, si es positivo, conviene ejecutar el proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1 + td)^t}$$

Ecuación N°1: Valor actual neto

Dónde:

$I_0$ : Inversión

BN= Flujo de beneficios

$t = 1, 2, 3, \dots, n$  (período de años)

$n$ = Horizonte del proyecto

$td$  = Tasa de descuento.

#### Tasa interna de retorno (TIR)

Es aquella tasa de descuento que hace que el  $VAN = 0$ . Permite medir directamente la rentabilidad del proyecto. La TIR debe ser mayor que la tasa de descuento para aceptar el proyecto: ( $TIR > td$ ).

$$TIR = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1 + r)^t} = 0$$

Ecuación N° 2: Tasa interna de retorno.

Para determinar el VAN y el TIR hacemos un balance de ingresos y egresos.

**BALANCE DE INGRESOS Y EGRESOS**  
**Tabla 33**

<b>GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>							
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (Kw)</b>	<b>Horas trabajo/día</b>	<b>Costo Kw/h</b>	<b>Días trabajo por mes</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo Anual</b>
<b>Motores</b>	1	19.61	8	0.52	26	S/2,121	25,452
<b>Operarios</b>	1					S/1,800	21,600
<b>Mantenimiento</b>						S/300	3,600
<b>Cambio de planchas de impacto</b>							21,200
<b>2 Cambios de rodamientos</b>							1600
<b>2 Cambios de planchas sujetadoras de paletas.</b>							300
<b>TOTAL DE GASTOS</b>							<b>S/73,752</b>

<b>INGRESOS</b>							
<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>Toneladas por hora</b>	<b>Horas trabajo/día</b>	<b>Días trabajo/mes</b>	<b>Ton/mes</b>	<b>Th/año</b>	<b>Costo ton/triturada</b>	<b>Ingreso anual</b>
	10	8	26	2080	24960	S/4	<b>S/99,840</b>

Balance de gastos e ingresos. Fuente: propia

Tabla 34

Descripción	PERIODO EN AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>EGRESOS</b>											
Costos de inversión	S/37,256										
Costo de operatividad		S/73,752									
<b>TOTAL EGRESOS</b>	S/37,256	S/73,752									
<b>INGRESOS</b>											
Beneficios	0	S/99,840									
Flujo de caja económica	- S/37,256	S/26,088									
Tasa de descuento	15%										

Flujo de caja económico. Fuente: propia

VAN	S/93,673
TIR	70%

**Interpretación:** Realizado el estudio de factibilidad económica de investigación, se deduce que el VAN= S/ 93,673 es mayor a cero, y el TIR = 70% es mayor a 15%, por lo que se concluye el proyecto es económicamente factible y viable, para ponerlo en marcha.

#### IV. DISCUSIONES

En la presente tesis “DISEÑO DE TRITURADORA 10 Ton/ h PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L – PUCARÁ-JAEN”, se lograron las siguientes discusiones.

1. Para el primer objetivo que se presenta como: Determinar la capacidad de trituración requerida por la empresa. Esto se pudo determinar mediante la evaluación de pedidos realizados en el último año de producción teniendo en cuenta la data brindada por la empresa JUBRISA E.I.R.L.  
Observando un detalle muy importante el cual consta que la maquinaria que ellos adquirieron ya no cumple con la capacidad de molienda que se requiere actualmente.
2. Para el segundo objetivo que se expone como: Diseñar los componentes primarios para seleccionar los componentes secundarios del proceso triturado fraccionado. para este objetivo se realizaron los cálculos respectivos analizando cada uno de los puntos más críticos de la trituradora, para la selección de componentes se tubo en cuenta que la maquina estará sometida constantemente a impacto.
3. Para el tercer objetivo que consiste en elaborar un plan de mantenimiento para la trituradora se tomó en cuenta en mantenimiento diario, mensual y anual de la parte estructural como así también de la parte motriz, estableciendo un régimen de inspección muy puntual en las partes principales de la máquina.
4. Para el cuarto objetivo que consiste en: Realizar la evaluación económica del proyecto VAN Y TIR. Se tomó en cuenta los ingresos y egresos de la empresa JUBRISA E.I.R.L, y teniendo en cuenta la tasa de descuento actual de 15%, siendo este proyecto evaluado en un periodo de diez años, logrando concluir que el proyecto propuesto es factible para los fines propuestos.

## V. CONCLUSIONES

La empresa Jubrisa E.I.R.L del distrito de Pucará – Jaén, actualmente no se abastecen a la cantidad de pedidos que tienen y que la trituración (molienda) es ineficiente esto se debe a que la maquina ya no está al nivel de producción que requieren actualmente y para cubrir estos pedidos se tienen que realizar horas extra lo cual significa pérdida económica para la empresa.

Así que para dar solución a este problema se concluyó que el diseño de trituradora 10 ton/ h cumplirá con la capacidad de molienda requerida para esto se tomó una proyección a futuro, tomando en cuenta la data histórica de ventas que proporciono la empresa, así mismo todos los cálculos realizados han sido evaluados por un software de diseño logrando un diseño adecuado para los requerimientos que se presentan.

La cantidad que se desea triturar es de diez toneladas hora la cual se llevara a cabo mediante el impacto que se producirá en el momento que las paletas giratorias arrojen al material hacia las planchas de impacto fijas logrando fracturar el material hasta el tamaño que ha sido graduado por el operario, para esta máquina trituradora se calculó un motor de 26.3 hp que cuenta con la potencia necesaria para el objetivo propuesto. Realizando la evaluación económica y calculando el VAN Y TIR con una tasa de descuento de 15% se llega a la conclusión que el proyecto es rentable y beneficioso actualmente para el requerimiento que presenta la empresa Jubrisa E.I.R.L.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la empresa Jubrisa E.I.R.L, invierta más dinero en el mantenimiento, con el fin de que la maquinaria se encuentre en perfecto estado operativo logrando ahorro de energía y paros imprevistos por desperfectos.

Es de vital importancia que antes de iniciar el proceso de cálculo, saber las condiciones de trabajo a las cuales se verá expuesta la maquinaria en este caso está sometida a desgaste abrasivo e impacto por lo cual se recomienda ver la mejor propuesta que existe en el mercado para estos inconvenientes.

Se recomienda que para tener una trituración adecuada también se tenga una alimentación constante para no sobre esforzar a la maquinaria.

Cumplir con los periodos de mantenimiento mencionados anteriormente ya que al fallar una pieza afectara al resto de la maquinaria

Se recomienda un buen anclaje de la maquinaria para evitar la vibración excesiva, Esto es por el bienestar de la maquinaria y el buen ambiente de trabajo para el operario.

Se recomienda tener una reserva de material para los días pico en pedidos para no afectar con los horarios de entrega a los clientes.

Se recomienda la capacitación constante al personal, sobre el cuidado y utilización de la maquinaria que se utiliza en la empresa.

## VII. REFERENCIAS

AGUDELO, Andrés. Documentación del proceso de extracción, producción de agregados [en línea]. Santa Fe - Colombia, 2014 [fecha de consulta 15 de julio del 2017]. Disponible en:

<https://prezi.com/ulbdvh5ey5gk/documentacion-del-proceso-de-extraccion-produccion-de-agreg/>

AGUIRRE, Norman. Estudio de las vibraciones de una chancadora de quijada, del laboratorio de ingeniería de minas de la PUCP. Proyecto de grado (Magister en Ingeniería Mecánica), Lima – Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2013, 137 pp.

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5114>

ARAOS, Ángel. Chancado y Triturado de agregados, Proyecto de grado (Ingeniero de Minas), Atacama – Chile: Universidad de Atacama, 2010, 113 pp. Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/98804987/Chancado-Tipos-y-Clasificacion>

ARAYA, Alberto. Mejoramiento del proceso de producción y optimización de agregados [en línea]. Costa Rica, 2010 [fecha de consulta 15 de julio del 2017].

Disponible en:

<http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6087/mejoramientodelproceso deproduccionyoptimizaciondeagregadosproducidos.pdf?sequence=1>

BAUTISTA, FERNANDO. Manual de operación de trituradora de mandíbulas de 30" x 42". [en línea]. Bogotá - Colombia, 2013 [fecha de consulta 15 de julio del 2017]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/222111847/Trituradora-de-Mandibulas-30-x-42>.

BRAVO, Antonio. Molienda y clasificación de materiales, 2010, 6 pp. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2017].

Disponible en:

<http://www.monografias.com/trbj-pdf5/tesis-molienda-clasificacion-minerales/tesis-molienda-clasificacion-inerales.shtml#ixzz4iNE5QgkE>

BUDINAS, Richard y NISBETT, Keinth. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley [en línea]. 8° ed. México, 2008 [fecha de consulta 14 de junio del 2017]. Disponible en:

<https://rafaelramirezr.files.wordpress.com/2015/03/disenio-en-ingenieria-mecanica-de-shigley-8th-hd.pdf>

CRUZ, Ramón. Trituración [en línea]. México, 2015 [fecha de consulta 15 de junio del 2017].

Disponible en:

[http://materias.fi.uba.ar/7202/MaterialAlumnos/05\\_Apunte%20Trituracion.pdf](http://materias.fi.uba.ar/7202/MaterialAlumnos/05_Apunte%20Trituracion.pdf)

FERNÁNDEZ, Juan. Manual de Prácticas de Cad utilizando el programa SolidWorks 2014. [en línea]. Cuautitlán – México, 2015 [fecha de consulta 19 de junio del 2017].

Disponible en:

[http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m9/MANUAL\\_DE\\_PRACTICAS\\_DE\\_SOLIDWORKS.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m9/MANUAL_DE_PRACTICAS_DE_SOLIDWORKS.pdf).

GARCÍA, Luz y PONCE, Carlos. Diseño y prototipo de una máquina trituradora de PET, 2014, 2 pp. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2017].

Disponible en:

<http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/download/866/818>

GUTIERRES, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción [en línea]. 2° ed. Colombia, 2003 [fecha de consulta 16 de junio del 2017]. Disponible en:

[http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824_Parte1.pdf)

GUZMAN, Felipe. Análisis de costos para la producción de agregados [en línea]. Costa Rica, 2007 [fecha de consulta 15 de julio del 2017].

Disponible en:

<http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6270/analisisdecostosparalaproducciondeagregados.pdf?sequence=1>

IGLESIAS, Carlos Y BSCHULZ, Bernd. Aceros Austeníticos al Manganeso [en línea]. Santiago de Chile, 2004 [fecha de consulta 16 de junio del 2017]. Disponible en:

[http://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/2\\_-\\_aceros\\_austeniticos\\_al\\_manganeso\\_carlos\\_iglesias\\_t\\_bernd\\_schulz.pdf](http://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/2_-_aceros_austeniticos_al_manganeso_carlos_iglesias_t_bernd_schulz.pdf)

LEIVA, Alberto. Influencia de la optimización de la fragmentación de roca en la rentabilidad de las operaciones mina-molienda, proyecto de grado (Ingeniero de Minas), Lima – Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2007, 102 pp.

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7629>.

MEJÍA, David. Overhaul de una planta trituradora, proyecto de grado (Ingeniero Mecánico), Medellín - Colombia: Universidad EAFIT, 2011, 69 pp.

Disponible en:

<http://bdigital.eafit.edu.co:8080/bdng/query/single.xsp?idregistro=2416022>

MEDINA, Samuel (2012). Diseño de una maquina compactadora de botellas de plástico, Proyecto de grado (Ingeniero Mecánico), Lima – Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2012, 125 pp.

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1655>

NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 400.012, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Agregados y Análisis granulométrico del agregado

fino, grueso y global. Lima: NTP, 2001. 18 pp.

Disponible en:

[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_p<u>eruana_dos.pdf</u>).

ORTEGA, Alberto. La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles, proyecto de grado (Ingeniero Civil), Abanto – Ecuador: Universidad Técnica de Abanto, 2013, 290 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4335/1/TESIS%20ALBERTO%20RENAN%20ORTEGA%20CASTRO.pdf>

ORTIZ, Edgar José y TIRADO, Ronald Julián, Diseño y construcción de una trituradora de mandíbulas excéntrica elevada, proyecto de grado (Ingeniero Mecánico), Bucaramanga – Venezuela: Universidad industrial de Santander, 2005, 147 pp.

Disponible en:

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2005/116924.pdf>

REAL, Juan. Diseño de un sistema para el proceso de molienda de carbón mineral para ser usado como combustible industrial, proyecto de grado (Ingeniero Mecánico), Guayaquil – Ecuador: Escuela superior politécnica del litoral, 2006, 300 pp.

Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5541>.

ROSARIO, Samuel. Introducción a los Aceros Especiales [en línea]. Lima – Perú, 2003 [fecha de consulta 25 de junio 2017].

Disponible en:

<http://www.bohlerperu.com/files/Intro-AcerosEspeciales.pdf>

RUBIO, Higinio. Diseño Mecánico – Rodamientos [en línea]. Madrid – España, 2008 [fecha de consulta 27 de junio del 2017].

Disponible en:

[http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material\\_clase/ocw\\_rodamientos1/at\\_download/file](http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_rodamientos1/at_download/file).

SALAGER, Jean. Granulometría – Teoría [en línea]. Mérida – Venezuela, 2007 [fecha de consulta 29 de junio 2017].

Disponible en:

<http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S554A.pdf>

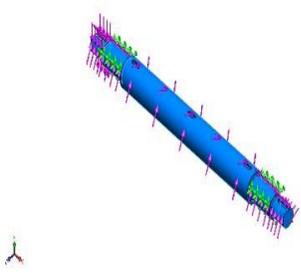
URDAY, Diego. Diseño de una planta móvil de trituración de caliza para una Capacidad de 50 T/h, proyecto de grado de (Ingeniero Mecánico), Lima – Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2013, 139 pp.

Disponible en:

<http://www.scribd.com/document/26253893/Urdays-Diego-diseño-Planta-movil-Trituracion-Caliza-Capacidad>.

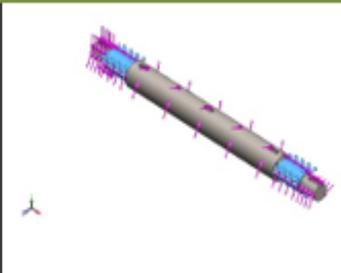
## **ANEXOS**

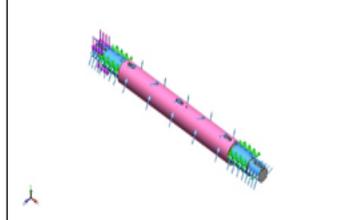
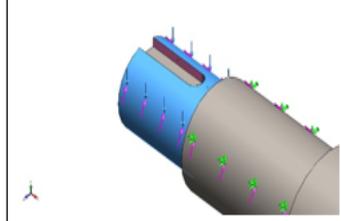
## Anexo1.- Propiedades del material AISI 1045

Referencia de modelo	Propiedades	
	Nombre:	<b>AISI 1045 Acero estirado en frío</b>
	Tipo de modelo:	<b>Isotrópico elástico lineal</b>
	Criterio de error predeterminado:	<b>Desconocido</b>
	Límite elástico:	<b>5.3e+008 N/m<sup>2</sup></b>
	Límite de tracción:	<b>6.25e+008 N/m<sup>2</sup></b>
	Módulo elástico:	<b>2.05e+011 N/m<sup>2</sup></b>
	Coeficiente de Poisson:	<b>0.29</b>
	Densidad:	<b>7850 kg/m<sup>3</sup></b>
	Módulo cortante:	<b>8e+010 N/m<sup>2</sup></b>
Coeficiente de dilatación térmica:	<b>1.2e-005 /Kelvin</b>	

Fuente: Los datos se encuentran dentro de la memoria del programa CAD SOLIDWORKS

## Anexo 2.- Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		<b>Entidades:</b>	<b>2 cara(s)</b>		
		<b>Tipo:</b>	<b>Geometría fija</b>		
<b>Fuerzas resultantes</b>					
	<b>Componentes</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Resultante</b>
	<b>Fuerza de reacción(N)</b>	<b>0.538186</b>	<b>2137.25</b>	<b>-2839.29</b>	<b>3553.79</b>
	<b>Momento de reacción(N.m)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga			
Torsión-1		<b>Entidades:</b>	<b>4 cara(s)</b>		
		<b>Referencia:</b>	<b>Cara&lt; 1 &gt;</b>		
		<b>Tipo:</b>	<b>Aplicar momento torsor</b>		
		<b>Valor:</b>	<b>390.17 N.m</b>		
Fuerza-1		<b>Entidades:</b>	<b>1 cara(s)</b>		
		<b>Referencia:</b>	<b>Cara&lt; 1 &gt;</b>		
		<b>Tipo:</b>	<b>Aplicar fuerza</b>		
		<b>Valores:</b>	<b>-2139.88, ---, --- N</b>		

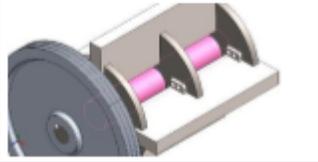
## Anexo 3.- Análisis de vibración

### Con una sola volante

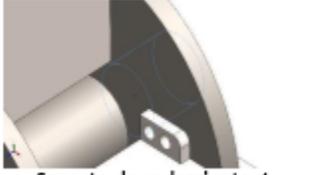
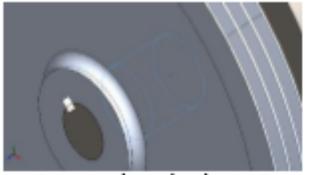
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
 Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
 Cortar-Extruir1	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
 Cortar-Extruir7	Sólido	Masa:31.0313 kg Volumen:0.00395304 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:304.107 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \EJE PRINCIPAL.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
 Cortar-Extruir2	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
 Cortar-Extruir2	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
 Cortar-Extruir2	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
 Cortar-Extruir2	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
 Redondeo1	Sólido	Masa:18.1936 kg Volumen:0.00673838 m <sup>3</sup> Densidad:2700 kg/m <sup>3</sup> Peso:178.298 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \POLEA.SLDPRT Feb 05 17:59:39 2018

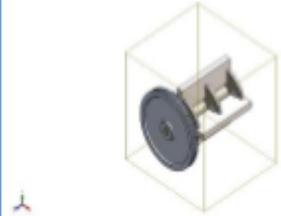
Luego se aplicaron las propiedades del material, cargas y sujeciones de la estructura.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 5.3e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 6.25e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-3),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir7)(EJE PRINCIPAL-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Acero aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 6.20422e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 7.23826e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 7700 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 2.1e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-3),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-4)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Aleación 1060</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.75742e+007 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 6.89356e+007 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 2700 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 6.9e+010 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.33</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 2.4e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Redondeo1)(POLEA-1)</p>
Datos de curva:N/A		

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: SI
Centrifuga-1		Centrifuga, Ref: Cara< 1 > Velocidad angular: 8 Hz Aceleración angular: 0 Hz/s

#### Conector de pasador/perno/rodamiento

Referencia de modelo	Detalles del conector	Detalles de resistencia
 Soporte de rodamiento-1	Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodamiento	No hay datos
Fuerzas del conectorNo hay datos		
 Soporte de rodamiento-2	Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodamiento	No hay datos
Fuerzas del conectorNo hay datos		

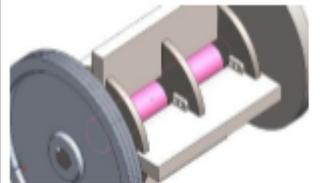
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

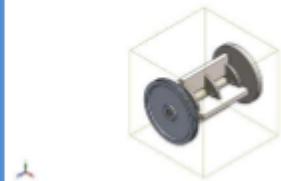
## Análisis de vibración con dos volantes

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
	Sólido	Masa:12.207 kg Volumen:0.00155503 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:119.628 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \DISCO DE ANCLAJE.SLDPRT Feb 05 17:59:41 2018
	Sólido	Masa:32.1411 kg Volumen:0.00409441 m <sup>3</sup> Densidad:7850 kg/m <sup>3</sup> Peso:314.983 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \EJE PRINCIPAL.SLDPRT Feb 05 19:06:51 2018
	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
	Sólido	Masa:29.4082 kg Volumen:0.00381925 m <sup>3</sup> Densidad:7700 kg/m <sup>3</sup> Peso:288.2 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \PALAS DE IMPACTO.SLDPRT Feb 05 17:59:40 2018
	Sólido	Masa:18.1936 kg Volumen:0.00673838 m <sup>3</sup> Densidad:2700 kg/m <sup>3</sup> Peso:178.298 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \POLEA.SLDPRT Feb 05 17:59:39 2018
	Sólido	Masa:52.0306 kg Volumen:0.00658615 m <sup>3</sup> Densidad:7900 kg/m <sup>3</sup> Peso:509.9 N	C:\Users\Solve\Desktop\S HIMI 2\ensamblaje\ensamblaje \VOLANTE DE INERIA.SLDPRT Feb 05 19:27:26 2018

Propiedades del material de la máquina.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 5.3e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 6.25e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 2.05e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(DISCO DE ANCLAJE-3),</p> <p>Sólido 1(Redondeo2)(EJE PRINCIPAL-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Acero aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 6.20422e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 7.23826e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 7700 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 2.1e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-1),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-2),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-3),</p> <p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(PALAS DE IMPACTO-4)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: Aleación 1060</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.75742e+007 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 6.89356e+007 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 2700 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 6.9e+010 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.33</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 2.4e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Redondeo1)(POLEA-1)</p>
Datos de curva:N/A		
	<p>Nombre: AISI 1020</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3.51571e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 4.20507e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p>Densidad: 7900 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.5e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir2)(VOLANTE DE INERIA-1)</p>
Datos de curva:N/A		

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: SI
Centrífuga-1		Centrífuga, Ref: Cara< 1 > Velocidad angular: 8 Hz Aceleración angular: 0 Hz/s

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

Referencia de modelo	Detalles del conector	Detalles de resistencia
 Soporte de rodamiento-1	Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodamiento	No hay datos
Fuerzas del conectorNo hay datos		
 Soporte de rodamiento-2	Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodamiento	No hay datos
Fuerzas del conectorNo hay datos		

## Anexo 4.- Instrumentos usados para recolección de datos validados



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Hoja de encuesta, cuyo objetivo es una. **“Diseño de trituradora 10 ton/h para incrementar producción de agregados en la empresa Jubrisa E.I.R.L – Pucara – Jaén”**

Esta encuesta está dirigida: .....

.....

Nombre del encuestado:

.....

Nombre del encuestador:

.....

Con el objetivo de corroborar la validación de esta hoja de encuesta por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera que una trituradora de mayor capacidad y producción sería conveniente para la empresa Jubrisa?

Si considero \_\_\_ No considero \_\_\_ Estoy en duda\_\_\_

Por favor, indique las razones:

-----

-----

2. ¿Está usted de acuerdo con la producción actual de 5 T/h de la empresa?

Si estoy de acuerdo \_\_\_ no estoy de acuerdo \_\_\_

Por favor, indique las razones:

-----  
-----

3. ¿Considera que se pierde tiempo necesario en las reparaciones de la trituradora actual?

Si considero \_\_\_ no considero\_\_\_

Por favor, indique las razones:

-----  
-----

4. ¿Considera que la empresa esta óptima para acceder a pedidos de mayor capacidad?

Si considero \_\_\_ no considero\_\_\_

Por favor, indique las razones:

-----  
-----

5. Podría usted dar alguna recomendación para diseño de la trituradora:

-----  
-----

.....

Firma del encuestado

## GUIA DE OBSERVACIÓN

EMPRESA:

OBSERVADOR:

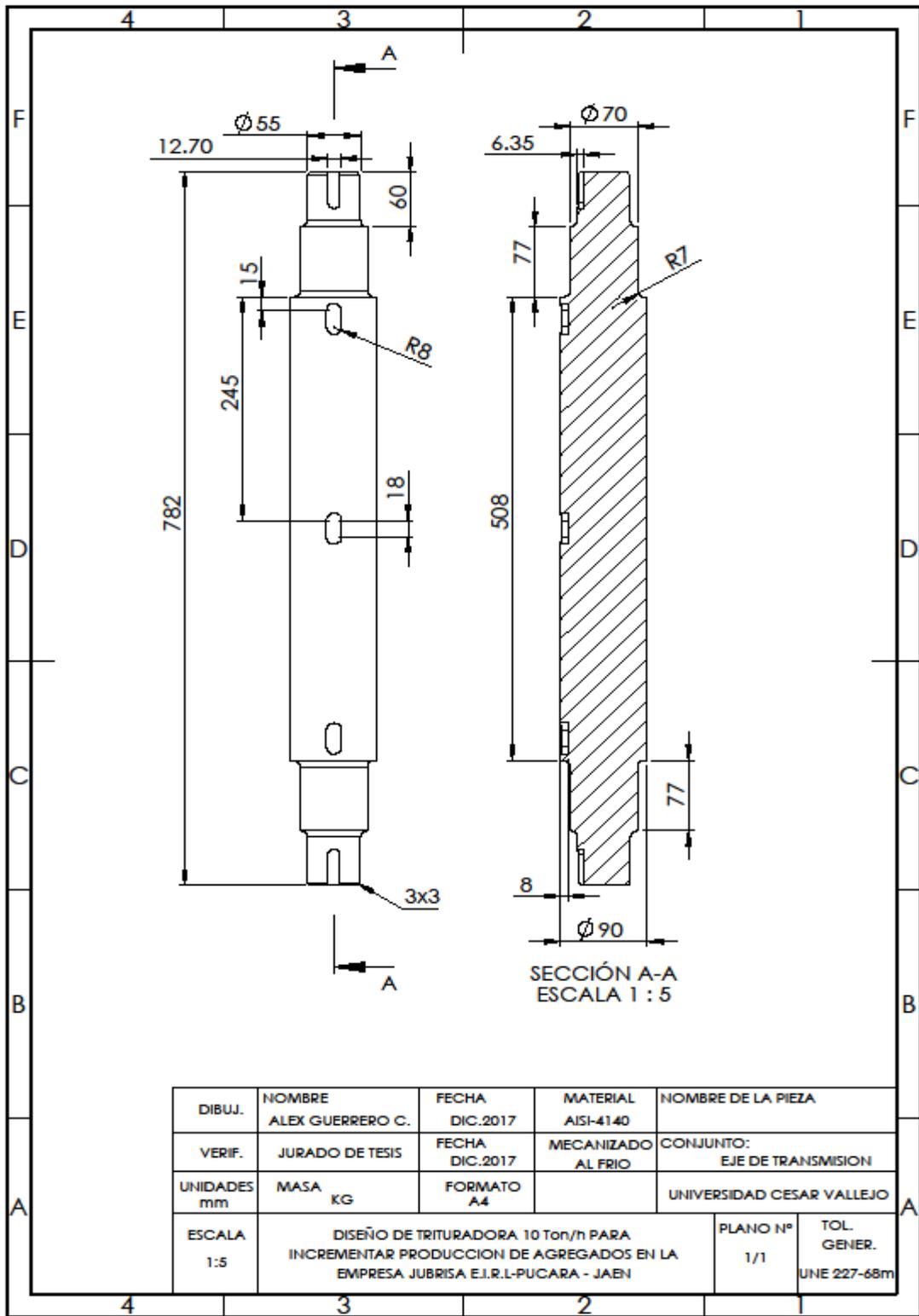
LUGAR:

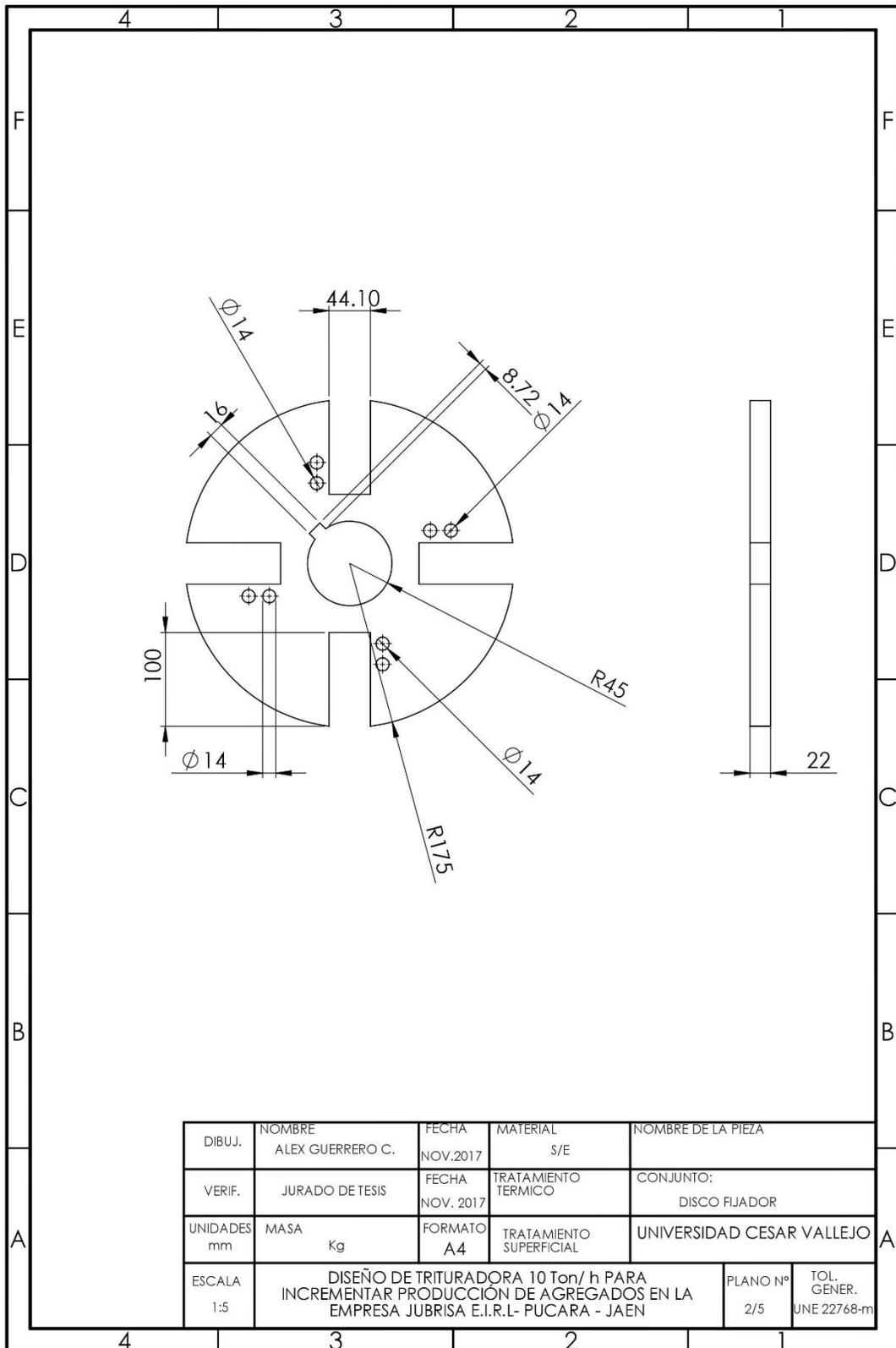
FECHA:

interrogativos	Siempre	Casi siempre	Casi Nunca	Nunca
Que tan frecuentes son las paradas en el área de trituración.				
Cada que tiempo dan mantenimiento a la trituradora				
Cada que tiempo lubrican los rodamientos de más máquinas.				
El personal se incomoda por estas paradas por falla de máquina.				
Afecta en el tiempo de entrega las paradas por fallas.				
Los clientes se sientes satisfechos con la rapidez de entrega de su producto.				

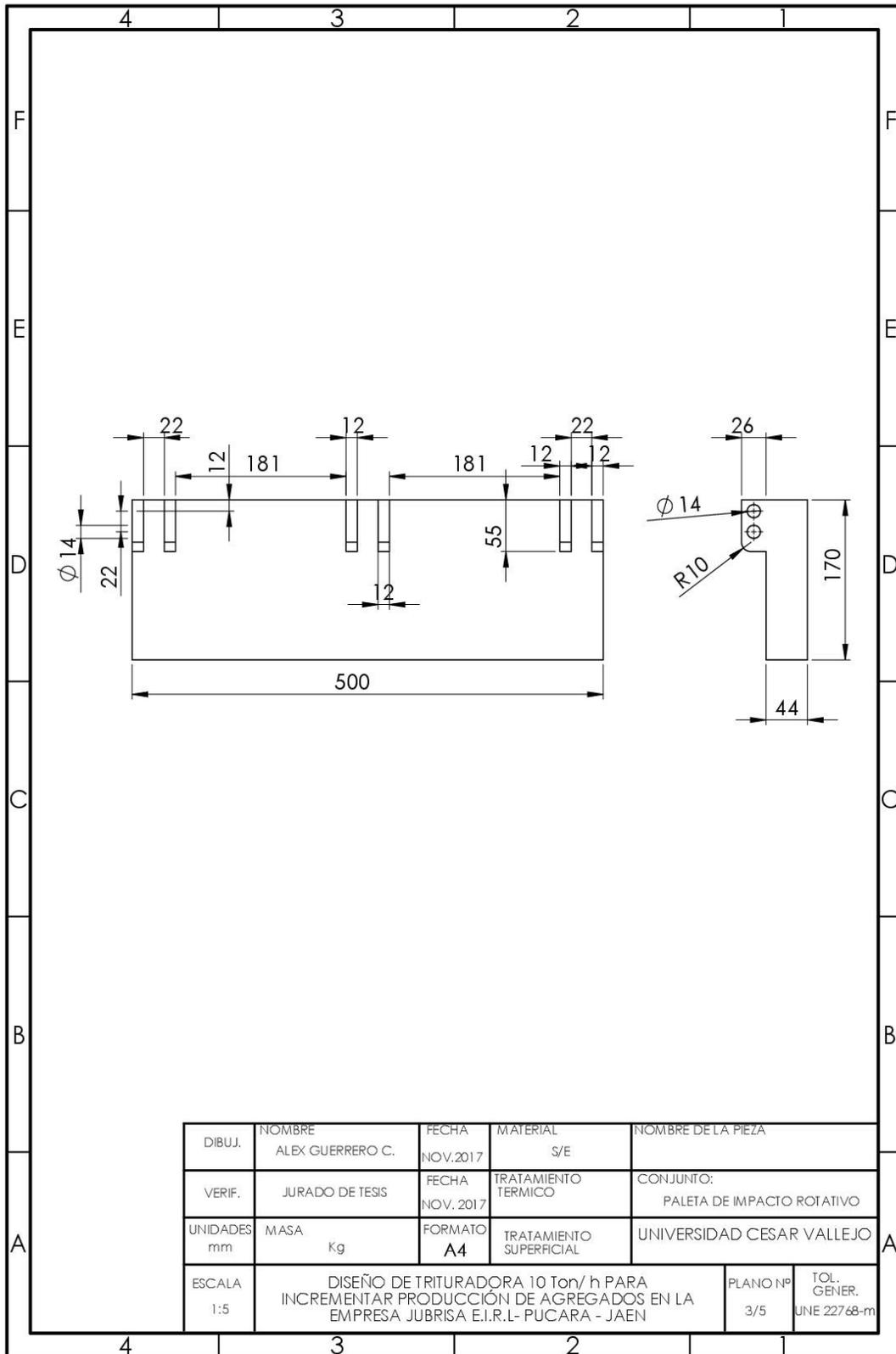
-----  
Firma y DNI

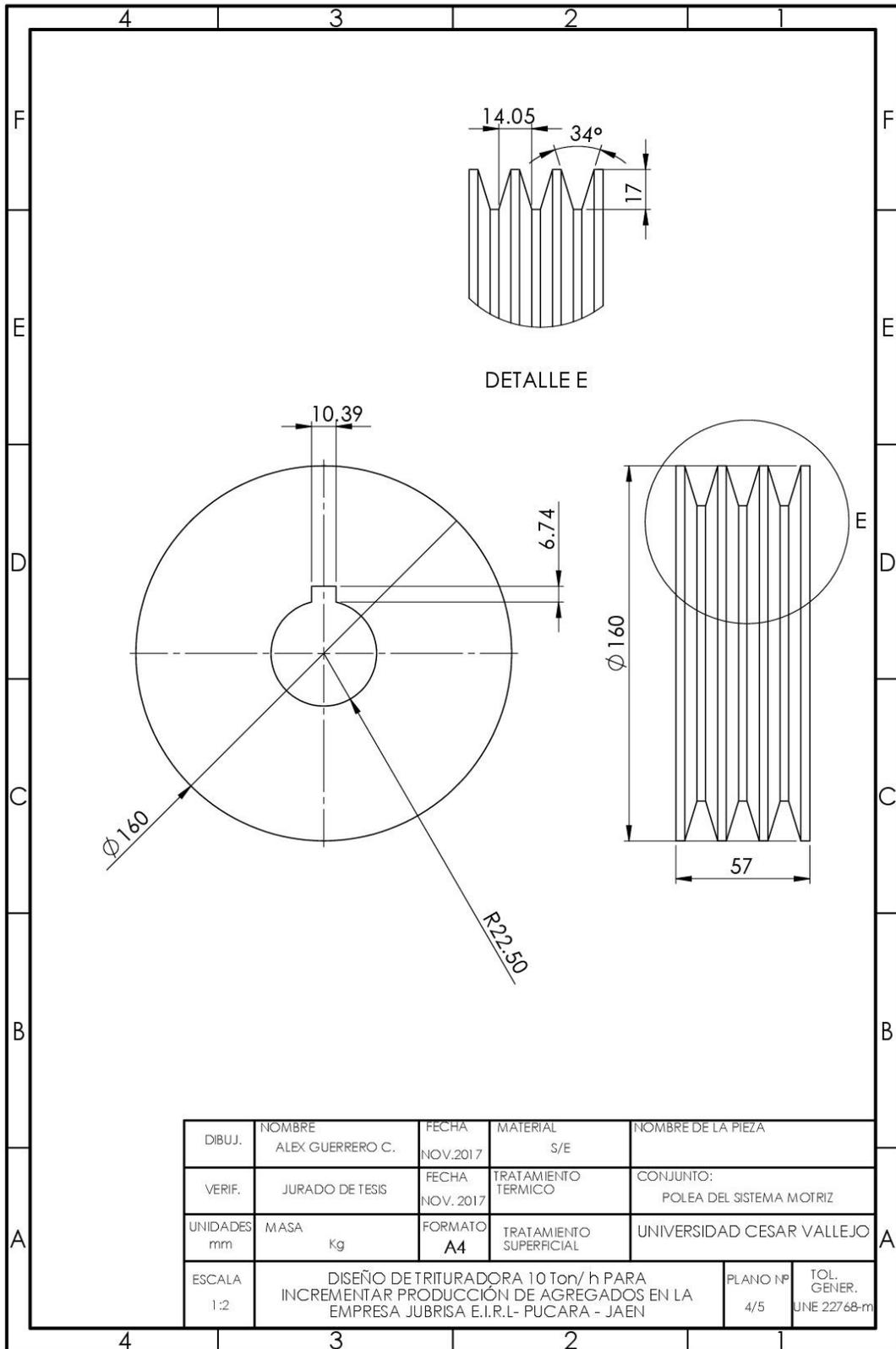
### Anexo 5.- Planos mecánicos



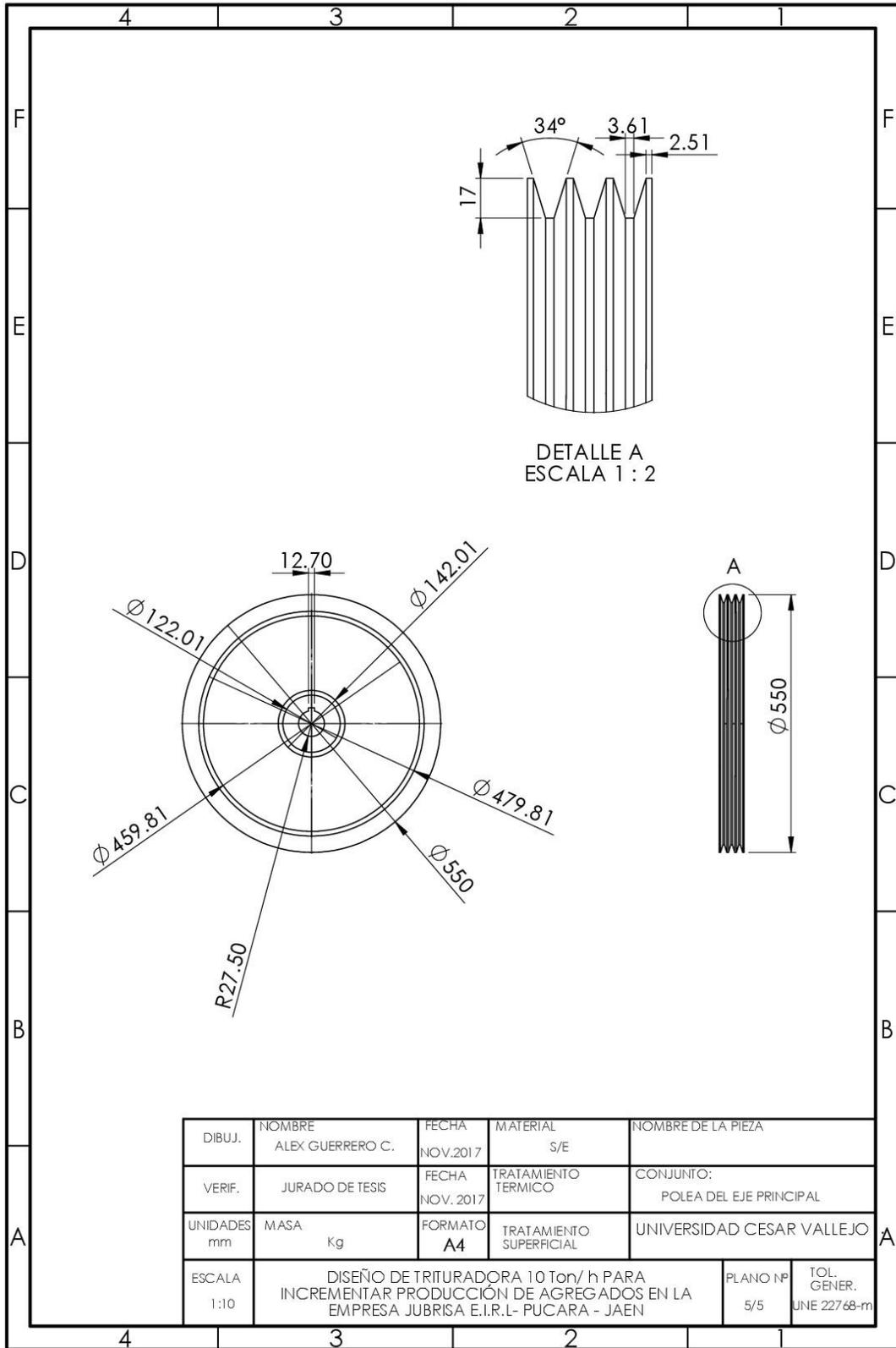


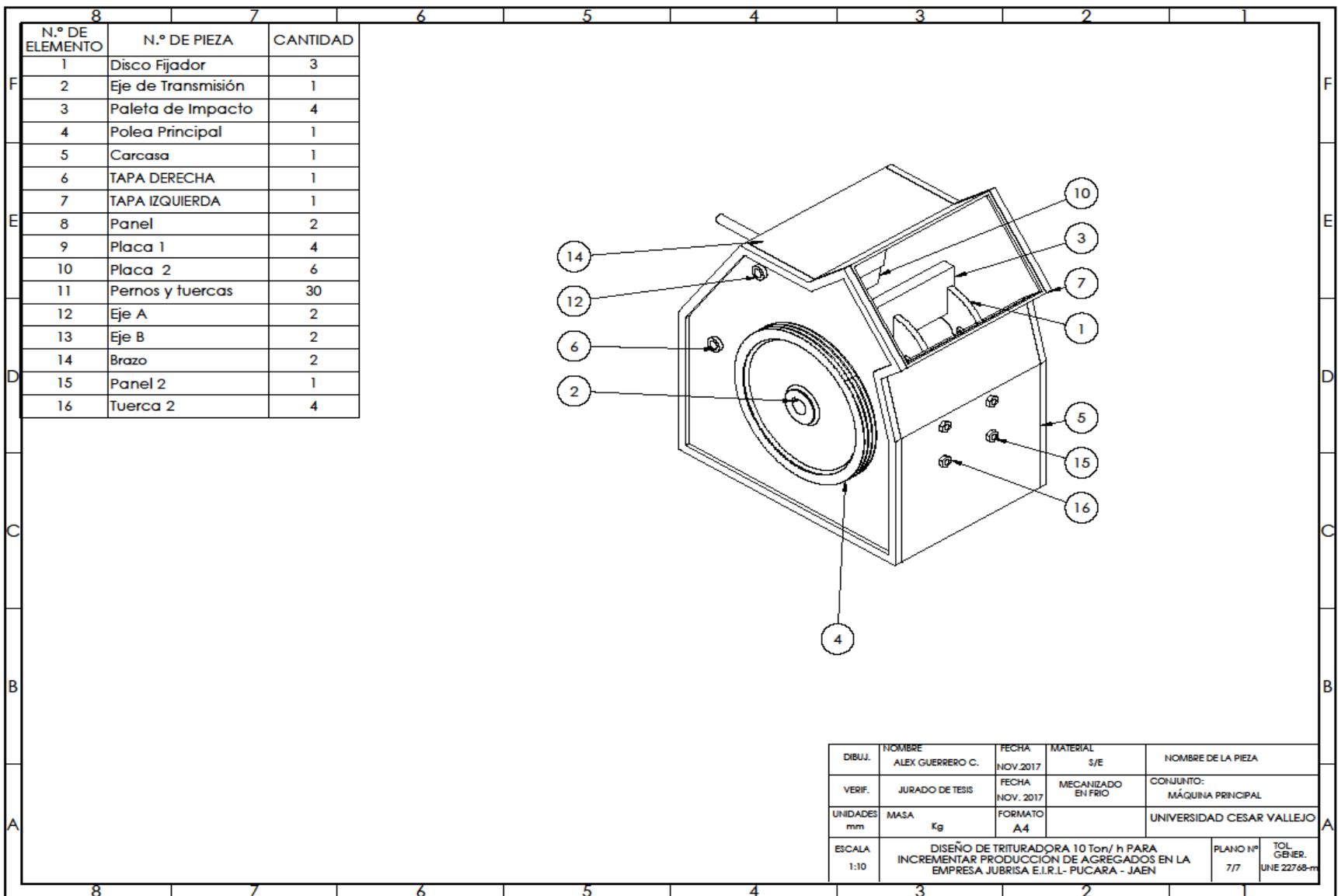
DIBUJ.	NOMBRE ALEX GUERRERO C.	FECHA NOV.2017	MATERIAL S/E	NOMBRE DE LA PIEZA
VERIF.	JURADO DE TESIS	FECHA NOV. 2017	TRATAMIENTO TERMICO	CONJUNTO: DISCO FIJADOR
UNIDADES mm	MASA Kg	FORMATO A4	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCALA 1:5	DISEÑO DE TRITURADORA 10 Ton/ h PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L- PUCARA - JAEN			PLANO Nº 2/5 TOL. GENER. UNE 22768-m





DIBUJ.	NOMBRE ALEX GUERRERO C.	FECHA NOV.2017	MATERIAL S/E	NOMBRE DE LA PIEZA	
VERIF.	JURADO DE TESIS	FECHA NOV. 2017	TRATAMIENTO TERMICO	CONJUNTO: POLEA DEL SISTEMA MOTRIZ	
UNIDADES mm	MASA Kg	FORMATO A4	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
ESCALA 1:2	DISEÑO DE TRITURADORA 10 Ton/h PARA INCREMENTAR PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L- PUCARA - JAEN			PLANO Nº 4/5	TOL. GENER. UNE 227 68-m





## Anexo 6.- Fichas de evaluación

### INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
MILTON FRANCISCO YAFAC LLONTOP  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 200101

*Firma del entrevistado*

*Anexo: Hoja de vida.*

## FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: YAFAC LLONTOP. Milton
- Profesión: INGENIERO
- Grado académico: SUPERIOR
- Actividad laboral actual: SUPERVISOR AREA. MAESTRANZA - MANT.  
DE AREA TRAPICHE - ANORSAC



MILTON FRANCISCO YAFAC LLONTOP  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 200101

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
	X			X			
	X			X			
	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
 Firma de **MANUEL ERNESTO SOTO DELGADO**  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP 206463

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:  
Soto Delgado Manuel Ernesto.
- Profesión: Ing. Mecánico Electricista.
- Grado académico: Titulado en Ingeniería Mecánica y eléctrica.
- Actividad laboral actual:  
Coordinador de Maquinaria Agrícola.

  
MANUEL ERNESTO SOTO DELGADO  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP 206463

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo "DISEÑO DE TRITURADORA 10Ton/h PARA INCREMENTAR PRODUCCION DE AGERAGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L – PUCARA – JAEN"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Si ya que Permite al trabajador de la empresa  
dar su punto de vista

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Podrian añadirse otros aspectos Posteriormente  
con la experiencia

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Si estan adecuadamente formuladas  
para el entrevistado

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
	X			X			
	X			X			
	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



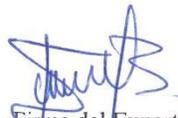
---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
**MERCEDES BRAVO BRAVO**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
**Reg. CIP 173192**

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



**MERCEDES BRAVO BRAVO**  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
Reg. CIP 173192

Anexo: Hoja de vida.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Imar Isabel Bravo Bravo
- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico: Titulado en Ingeniería
- Actividad laboral actual: Jefe de Planta de Agregados "Hnos Bravo" S.A.C.

  
IMER ISABEL BRAVO BRAVO  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
Reg. CIP 173192

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo "DISEÑO DE TRITURADORA 10Ton/h PARA INCREMENTAR PRODUCCION DE AGERAGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L – PUCARA – JAEN"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:\_\_\_ Poco pertinente:\_\_\_ No es pertinente:\_\_\_

Por favor, indique las razones:

SÍ: YA QUE PERMITE AL TRABAJADOR DE LA EMPRESA DAR SU PUNTO DE VISTA.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:\_\_\_ Insuficientes:\_\_\_

Por favor, indique las razones:

PODRIAN AÑADIRSE OTROS ASPECTOS POSTERIORMENTE CON LA EXPERIENCIA.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:\_\_\_ Poco adecuadas:\_\_\_ Inadecuadas:\_\_\_

Por favor, indique las razones:

SÍ: ESTAN ADECUADAMENTE FORMULADAS PARA EL ENTREVISTADO.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
	X			X			
	X			X			
	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



MILTON FRANCISCO YAFAC LLONTOP  
 ING. MEC. E. ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 200101

Firma del Experto

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo "DISEÑO DE TRITURADORA 10Ton/h PARA INCREMENTAR PRODUCCION DE AGERAGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L - PUCARA - JAEN"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Si Poco pertinente: \_\_ No es pertinente: \_\_

Por favor, indique las razones:

Si es pertinente ya que los epuramos acerca el procedimiento.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Si Insuficientes: \_\_

Por favor, indique las razones:

Si son suficientes para los fines propuestos.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas: \_\_ Inadecuadas: \_\_

Por favor, indique las razones:

Son adecuadas para establecer el informe por lo desarrollado y propuesto.

4. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

**INDICACIONES AL EXPERTO.**

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



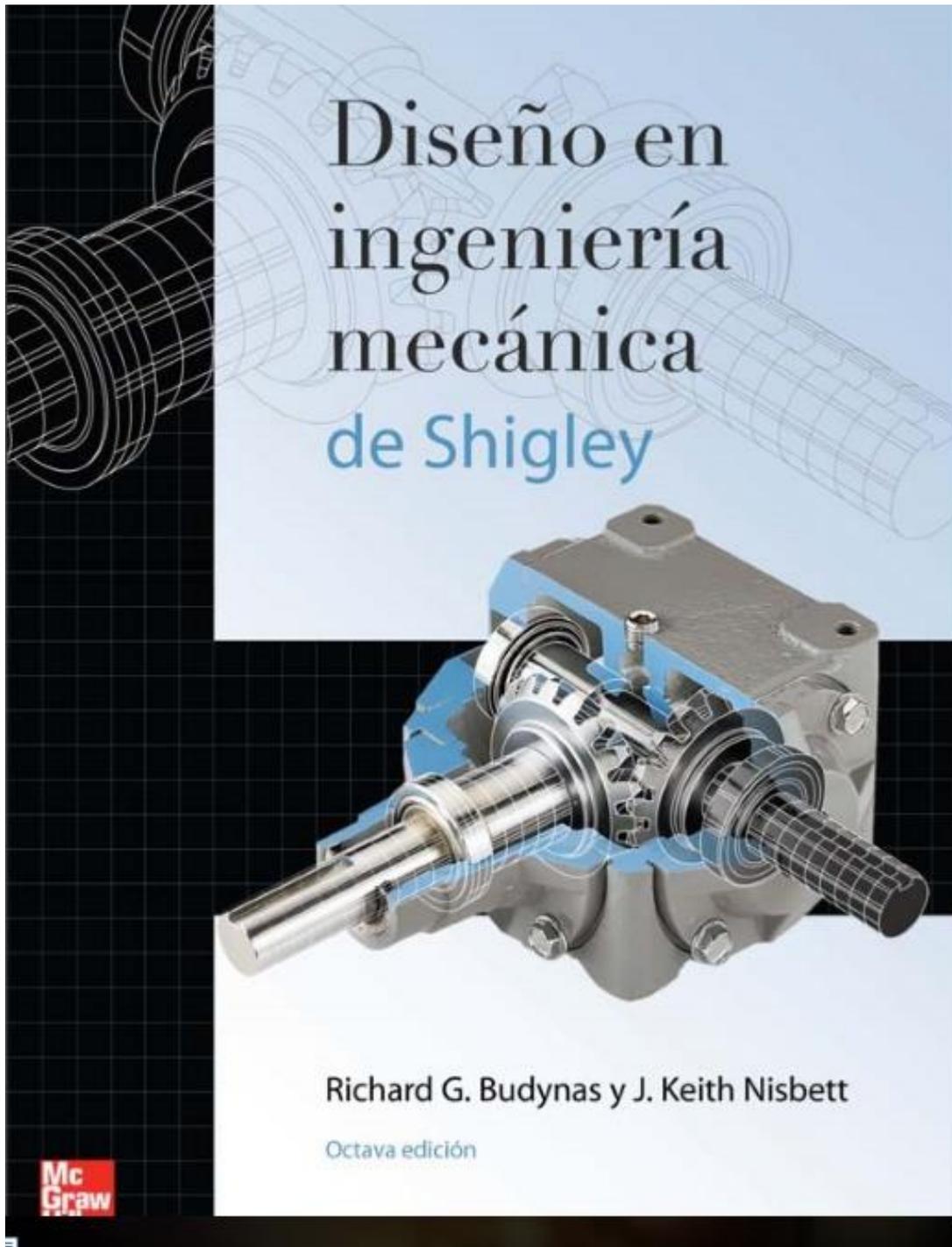
ERNESTO SOTO DELGADO  
Firma del experto  
INGENIERO ELECTRICISTA  
REG. CIP 206463

Anexo: Hoja de vida.

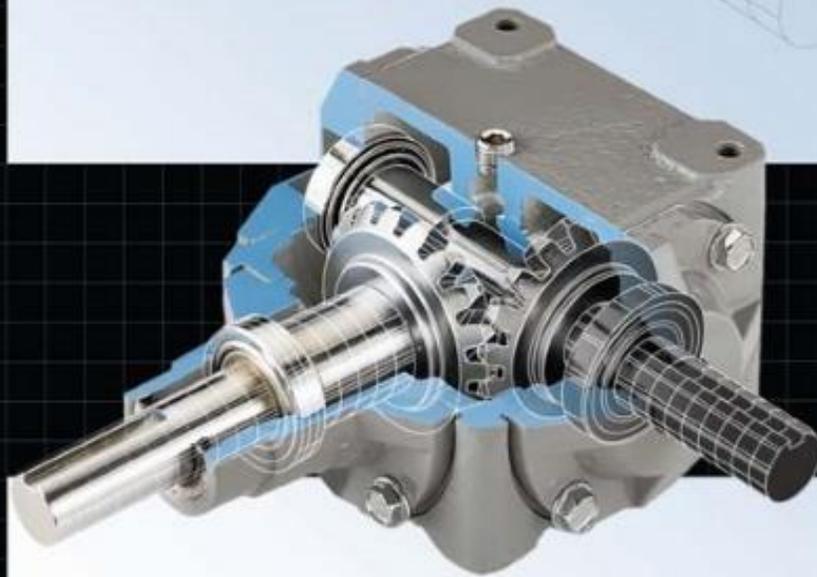
**Anexo 7.- Libros y manuales de información**

**Manual de programa CAD SOLIDWORK**





# Diseño en ingeniería mecánica de Shigley



Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett

Octava edición

Mc  
Graw



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR SAN MARCOS  
ACEROS BÖHLER DEL PERÚ S.A.

## CURSO SELECCIÓN DE ACEROS ESPECIALES

### INTRODUCCIÓN A LOS ACEROS ESPECIALES

Ing<sup>º</sup> SAMUEL ROSARIO FRANCIA

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Diaz Rubio, revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

**“DISEÑO DE TRITURADORA 10 Ton/h PARA INCREMENTAR PRODUCCION DE AGREGADOS EN LA EMPRESA JUBRISA E.I.R.L – PUCARA – JAEN”**

Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

### GUERRERO CRUZADO ALEXANDER

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud ... **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 23 de agosto del 2019

ING .Deciderio Enrique Diaz Rubio  
DNI 16728343

# FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Guerrero Cruzado Alexander  
D.N.I. : 46574040  
Domicilio : Imda America 383 José Leonardo Ortiz  
Teléfono : Fijo : Móvil : 914181643  
E-mail : alex.guerrero.03@hotmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Carrera : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Título : Ingeniero Mecánico Electricista

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Guerrero Cruzado Alexander

Título de la tesis:

"Diseño de Trituradora 10 Ton/H para incrementar producción de agregados en la empresa Jubisa E.I.R.L. Lucara-Jaén"

Año de publicación : 2019

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha : 18/07/19

# AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

E.P. Ingeniería Mecánica Eléctrica.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Guesnero cruzado Alexander.

INFORME TÍTULADO:

"Diseño de Trituradora 10 Ton/H. para incrementar Producción de agregados en la empresa Jubrisa E.I.R.L.-Pucará-Jaén"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista.

SUSTENTADO EN FECHA: 22/07/19.

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por Mayoría.



[Signature]  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Mgtr. Dante Omar Panto Carranza  
Coordinador de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN