



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIAS DE LA  
INFORMACION Y LA COMUNICACION**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA  
CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL CANTON  
CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial bajo la modalidad propuesta metodológica

**Autor:**

Chuqui Infante Miguel Ángel

**Tutor:**

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro, Msc.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Chuqui Infante Miguel Ángel, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **“OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL CANTON CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 28 días del mes de enero de 2019, firmo conforme:

Autor: Chuqui Infante Miguel Ángel

Firma: .....

Número de Cédula: 0602156044

Dirección: Chimborazo, Chambo,

Correo Electrónico: machi197026@yahoo.es

Teléfono: 0995860890

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL CANTON CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO**” presentado por Chuqui Infante Miguel Ángel, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 27 de enero de 2019

.....

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro, Msc.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 27 de enero de 2019

.....  
Chuqui Infante Miguel Ángel

0602156044

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL CANTON CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 27 de enero de 2019

.....

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Cumbajin Alferez Myriam Emperatriz, Mg.  
VOCAL

.....

Ing. Cruz Villacis Juan Serafín, Mg.  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

*Al padre eterno hacedor de todas las cosas y a mi  
madrecita que esta junto a él*

*A mis adoradas hijas que con el simple hecho de  
mirarlas me inspiran*

*A mi amada esposa por todo el apoyo recibido*

*A mis familiares cercanos y políticos*

*Miguel Ángel*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento profundo a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica por brindarme la oportunidad de prepararme como profesional y ante todo como ser humano*

*A los docentes de Industrial por compartir sus conocimientos e impartirnos valores para que seamos hombres y mujeres de bien.*

*A mi esposa e hijas por brindarme todo el apoyo incondicional en estos cinco años de carrera, que han sacrificado su tiempo y se han privado de mi compañía durante todo este periodo.*

*A todos y cada uno de las personas que en su momento me brindaron su apoyo y aliento para llegar a cumplir una meta añorada en mi formación académica.*

**GRACIAS**

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
AUTORIZACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION.....	1
Tema:.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	4
Palabras clave.....	5
Objetivos.....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos.....	5
CAPITULO II.....	7
Ingeniería del proyecto .....	7
Diagnostico de la situación actual.....	7
Área de estudio.....	7
Flujograma de la producción de ladrillos actual.....	8
Modelo operativo.....	9

CAPÍTULO III .....	10
Propuesta y resultados esperadps .....	10
Descripcion del proceso operativo.....	10
Almacenamiento de materia prima .....	11
Transporte de la arcilla.....	11
Separacion arcilla funcional de la piedra .....	11
Molienda del material y mezcla con aserrin.....	11
Humectacion y amasado.....	12
Labrado o elaboraciom del material.....	13
Transporte (alzado) del material al area de secado .....	13
Secado del material .....	14
Verificacion del secado .....	15
Transporte del material seco al horno .....	15
Transporte de la leña al horno .....	15
Almacenamiento de la leña .....	16
Cocinado del ladrillo .....	16
Enfriamiento de los ladrillos .....	17
Almacenamiento de producto terminado .....	18
Despacho del producto .....	18
Analisis 5’S.....	19
Seiri: Despejar.....	20
Seiton: Ordenar .....	22
Seiso: Limpieza .....	23
Seiketsu: Cumplimiento.....	24
ShIitsuke: Disciplina .....	24
Analisis de despilfarros.....	25
Analisis de despilfarros 5MQS.....	25
Hombre (Man):.....	27
Maquina (Machine):.....	27
Material (Material):.....	27
Metodos (Methods): .....	28
Gerencia (Management): .....	28
Calidad (Quality): .....	28
Seguridad (Security):.....	29

Analisis de despilfarro materia prima: Arcilla.....	29
Mano de obra .....	31
Maquina.....	31
Material.....	31
Analisis de despilfarro de la leña.....	32
Mano de obra .....	34
Medio ambiente.....	34
Material.....	34
Metodo.....	35
Productividad actual.....	35
Diseño de los elementos de maquina.....	36
Cadena cinematica.....	36
Desarrollo de los calculos de los elementos.....	37
Resultados.....	67
Flujograma de la produccion de ladrillos con la propuesta.....	78
CAPÍTULO IV .....	79
Conclusiones y recomendaciones.....	79
Conclusiones.....	79
Recomendaciones.....	80
Bibliografia.....	81
Anexos.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Resultado 5'S.....	20
Tabla No. 2 Resultado 5MQS .....	26
Tabla No. 3 Tipo de Despilfarro.....	29
Tabla No. 4 Uso del Carbón (Leña).....	32
Tabla No. 5 Sólidos de Viga.....	43
Tabla No. 6 Sólidos de Viga.....	43
Tabla No. 7 Propiedades del Estudio y Unidades.....	44
Tabla No. 8 Cargas y Sujeciones.....	44
Tabla No. 9 Fuerzas Resultantes.....	45
Tabla No. 10 Fuerzas de Viga.....	46
Tabla No. 11 Tensiones de Viga.....	46
Tabla No. 12 Sólidos de Viga.....	55
Tabla No. 13 Propiedades de Estudio.....	56
Tabla No. 14 Unidades.....	56
Tabla No. 15 Propiedades del Material.....	56
Tabla No. 16 Cargas y Sujeciones.....	57
Tabla No. 17 Fuerzas Resultantes.....	58
Tabla No. 18 Fuerzas de Viga.....	58
Tabla No. 19 Tensiones de Viga.....	58
Tabla No. 20 Análisis Costo de Materiales.....	74
Tabla No. 21 Proceso Actual vs Proceso Compuesto.....	75
Tabla No. 22 Cronograma de Actividades de Marzo a Agosto 2019.....	76
Tabla No. 23 Costo de la Propuesta.....	77

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Diagrama de Proceso Productivo.....	10
Gráfico No. 2 Diagrama de RED 5'S.....	19
Gráfico No. 3 Diagrama de RED 5QMS.....	26
Gráfico No. 4 Porcentaje de Despilfarro Arcilla.....	30
Gráfico No. 5 Diagrama Causa Efecto Despilfarro Materia Prima (Arcilla)...	30
Gráfico No. 6 Porcentaje de Despilfarro Carbón.....	33
Gráfico No. 7 Diagrama Causa Efecto Despilfarro Carbón (Leña).....	33
Gráfico No. 8 Cadena Cinemática.....	36

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1 Separación de Piedras.....	11
Imagen No. 2 Mezcla de Aserrín.....	12
Imagen No. 3 Humectación y Amasado.....	12
Imagen No. 4 Elaboración del Material.....	13
Imagen No. 5 Labrado.....	13
Imagen No. 6 Alzado del Área de Secado.....	14
Imagen No. 7 Alzado del Área de Secado.....	14
Imagen No. 8 Transporte de Material Seco al Horno.....	15
Imagen No. 9 Transporte de Material Seco al Horno.....	15
Imagen No. 10 Cocinado del Ladrillo.....	16
Imagen No. 11 Cocinado del Ladrillo.....	16
Imagen No. 12 Enfriamiento del Ladrillo.....	17
Imagen No. 13 Enfriamiento del Ladrillo .....	17
Imagen No. 14 Almacenamiento en el Horno.....	18
Imagen No. 15 Despacho del Producto.....	18
Imagen No. 16 Techos en mal Estado.....	20
Imagen No. 17 Ladrillos en mal Estado.....	21
Imagen No. 18 Desperdicio en Pasillos.....	21
Imagen No. 19 Objetos Personales de Trabajadores en Área de Almacenamiento.....	22
Imagen No. 20 Plásticos por Todas Partes.....	23
Imagen No. 21 Barro Ocasionado por Agua.....	24
Imagen No. 22 Puesto de Trabajo Desordenado.....	25
Imagen No. 23 Simulación del Eje.....	42
Imagen No.24 Información de Malla.....	45
Imagen No. 25 Resultados del Estudio.....	47
Imagen No. 26 Análisis Estático del Desplazamiento.....	47
Imagen No. 27 Análisis Estático Factor Seguridad.....	48
Imagen No. 28 Análisis Estático Trazado de Módulos.....	48

Imagen No. 29 Análisis Estático Cortantes.....	49
Imagen No. 30 Eje Motriz.....	51
Imagen No. 31 Eje Motriz.....	55
Imagen No. 32 Información de Malla.....	57
Imagen No. 33 Análisis Estático Tensiones.....	59
Imagen No. 34 Análisis Estático Desplazamiento.....	59
Imagen No. 35 Factor Seguridad.....	60
Imagen No. 36 Módulos Cortantes.....	60
Imagen No. 37 Análisis Estático Momentos.....	61
Imagen No. 38 Desplazamiento.....	61
Imagen No. 39 Modelado.....	69
Imagen No. 40 Aplicación de Carga.....	69
Imagen No. 41 Diagrama de Cortantes.....	70
Imagen No. 42 Diagrama de Momentos.....	70
Imagen No. 43 Tensión Axial.....	71
Imagen No. 44 Con Desplazamiento.....	71
Imagen No. 45 Factor Seguridad.....	71
Imagen No. 46 Análisis Eje Motriz.....	72
Imagen No. 47 Eje Motriz Diagrama de Cortantes.....	72
Imagen No. 48 Eje Motriz Diagrama de Momentos.....	72
Imagen No. 49 Eje Motriz Análisis de Tensiones.....	73
Imagen No. 50 Eje Motriz con Desplazamiento.....	73
Imagen No. 51 Eje Motriz con un Factor de Seguridad de 9,7.....	73
Imagen No. 52 Parámetros Análisis de la Fatiga.....	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A.</b> Oficio de auspicio.....	83
<b>ANEXO B1.</b> Áreas por despejar.....	85
<b>ANEXO B2.</b> Área desorganizada.....	85
<b>ANEXO B3.</b> Incumplimiento de la hornada.....	86
<b>ANEXO C.</b> Mantenimiento correctivo.....	88
<b>ANEXO D1.</b> Acumulación de materia prima.....	90
<b>ANEXO D 2.</b> Leña no es utilizada apropiadamente.....	90
<b>ANEXO E.</b> No existen dotación de EPP.....	92
<b>ANEXO F.</b> Catálogo de rodamientos SKF.....	94
<b>ANEXO G1.</b> Catálogo DUNLOP.....	96
<b>ANEXO G2.</b> Selección de la sección de correa.....	96
<b>ANEXO H.</b> Fórmulas.....	98
<b>ANEXO I.</b> Planos.....	100

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**LA COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS EN LA CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL CANTON CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**AUTOR:** Chuqui Infante Miguel Ángel

**TUTOR:** Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro, Msc.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El estudio que se desarrollara a continuación propone optimizar la producción realizando una previa investigación para llegar a determinar ciertas falencias producidas en el proceso de producción de ladrillos en la corporación primero de mayo. En la actualidad se produce un promedio de 20000 ladrillos al mes con dos operarios que ganan cada uno \$ 250,00 al mes y sin ningún beneficio de ley, y para el propietario o socio solamente \$ 385,00 al mes, ya que el proceso lo realizan de manera artesanal. Se implementó una investigación de campo para localizar el problema y dar una solución proponiendo implementar las 5s y las 5m conjuntamente con el diseño de los elementos mecánicos de una máquina que permita batir la materia prima y con esta lograr mitigar los problemas encontrados en la corporación. Con el diseño de los elementos de máquina con una capacidad de carga mayor a las máquinas artesanales con las que cuentan actualmente algunos socios de la corporación se pretende duplicar la producción, la calidad de vida de los artesanos que ejercen esta dura labor y por ende los ingresos de los involucrados en el proceso.

**Descriptor:** Documentación, estrategia, normativas, operación de procesos, procesos.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**LA COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME: BRICK MANUFACTURING OPTIMIZATION PROCESSES IN THE  
"PRIMERO DE MAYO" PRODUCERS CORPORATION IN THE TOWN OF  
CHAMBO IN THE PROVINCE OF CHIMBORAZO.**

**AUTHOR:** Chuqui Infante Miguel Angel

**TUTOR:** Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro, Msc.

**ABSTRACT**

The present study tends to improve production by means of a previous investigation in order to determine specific weaknesses produced in the brick manufacturing processes in the "Primero de Mayo" corporation. Nowadays, 20000 bricks are produced by two employees who monthly earn \$250.00 and without any lawful benefits. On the other hand, the owner earns \$350,00 monthly, since the process is totally traditional. A field study was carried out in order to identify the problem and to find a solution, implementing the "5s and the 5m" techniques as well as the mechanical elements design of a machine that permits to mix the raw material. This will help to reduce the problems found at the corporation. It is intended to duplicate the production by means of using a high capacity machine which is better comparing to the ones that some members have. This will also let improve the artisans' lifestyle as well as the incomes of those who are involved in the process.

**Keywords:** Documentation, strategy, norms, process operation, process.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

**TEMA:**  
**“OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS  
EN LA CORPORACION DE PRODUCTORES PRIMERO DE MAYO DEL  
CANTON CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

#### **Introducción**

Según el Manual de Capacitación Sector Ladrillero en América Latina primera edición, Perú, Marzo (2016) predomina la actividad ladrillera artesanal, donde la mayor parte de los productores pertenecen al llamado sector de la micro y pequeña empresa. Estas se caracterizan por una nula o baja tecnificación en los procesos productivos. De hecho, la mejora económica de la región estimula el crecimiento de la industria ladrillera; según un diagnóstico elaborado por el Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras (EELA), existen aproximadamente 45 mil productores ladrilleros en América Latina; la mayor parte de ellos, informales. En Brasil y Colombia se ha reducido considerablemente la informalidad y se ha mejorado la tecnificación; Perú, Ecuador, Bolivia y México están iniciando el proceso de adecuación de tecnologías mejoradas.

Debido a su baja tecnificación, el sector presenta una pobre eficiencia energética; es decir, consume mucho combustible para producir poco, con buena parte de la producción hecha en hornos abiertos. Esto genera altas emisiones, especialmente durante la cocción de ladrillos y tejas.

En la corporación Primero de Mayo del cantón Chambo provincia de Chimborazo el 95% de los socios son productores y distribuidores de ladrillos el 5% restante son solo productores, es decir el 100% de los socios son productores, es hacia dónde vamos enfocados en la optimización de la producción mediante el diseño de una Maquina batidora de materia prima.

### **Antecedentes**

En Chambo, La producción de ladrillos es una fuente de ingresos tradicional que caracteriza al cantón. Desde tiempos remotos ha sido una de las fuentes principales de ingresos para muchas familias, pero la misma se la viene desarrollando de una manera muy artesanal, sin embargo, nos veremos en la necesidad de contribuir en el desarrollo de esta actividad para de algún modo optimizar la producción levantando información sustentada en datos que me proporcionan los miembros de la Corporación la cual está auspiciando el diseño de una máquina.

Desde luego que también buscaremos datos que a lo mejor reposan en el Municipio o a su vez alguien ya realizó un estudio de producción en el cantón, pero este trabajo lo realizaremos con la información que me proporcionaran directamente cada uno de los miembros de dicha corporación.

En el plan de desarrollo de ordenamiento territorial del Cantón Chambo (2016) menciona.

Durante el proceso de dotación de la infraestructura adecuada se origina los componentes de negociación del terreno, la construcción o alquiler del horno de leña para quemar los ladrillos; pero existe el problema que sin ningún estudio ambiental son construidos los hornos, generando de esta manera contaminación al aire con el humo que emana en el proceso de quemado durante tres días las 24 horas. El segundo proceso es la dotación de materia prima siendo la tierra negra o capa arable el componente principal para elaborar los ladrillos, los productores buscan la mejor tierra por sus componentes minerales para el cocido, haciendo que el costo del terreno sufra una sub valoración expresado en el valor de la tierra y el terreno,

mientras más profundo sea la capa arable más valor tiene la tierra, la profundidad de los terrenos excavados oscilan entre los 0.30mh hasta un promedio de 5mh. En la cabecera cantonal urbana la capa apropiada para realizar los ladrillos ya no existe, pero a través del servicio de transporte de volquetas y maquinaria extraen este mineral desde las comunidades de Guayllabamba y San Francisco que son las zonas rurales donde se puede localizar este tipo de materia prima. Los componentes adicionales para la fabricación de ladrillos son: el aserrín, las trozas de madera de eucalipto y el agua; el aserrín y madera son adquiridos en la cabecera cantonal de Chambo y en la ciudad de Riobamba, como este material proviene de los bosques a nivel provincial y cantonal, ha ocasionado la deforestación y erosión de los terrenos. Con respecto al agua siendo un ingrediente necesario para la mezcla en el sector urbano utilizan el agua de los canales de riego, pero también en algunos casos el agua para consumo humano. (p.196).

En la Ley de Economía Popular y Solidaria (2011) menciona:

“Art. 18.- Sector Asociativo. - Es el conjunto de asociaciones constituidas por personas naturales con actividades económicas productivas similares o complementarias, con el objeto de producir, comercializar y consumir bienes y servicios lícitos y socialmente necesarios, auto abastecerse de materia prima, insumos, herramientas, tecnología, equipos y otros bienes, o comercializar su producción en forma solidaria y auto gestionada bajo los principios de la presente Ley.” (P.7).

Voluntad de las personas a unirse para perseguir un mismo fin, objetivo.

Estructura Interna de las Asociaciones

Según la Ley de Economía Popular y Solidaria (2011) en el artículo 19 dice:

“La forma de gobierno y administración de las asociaciones constarán en su estatuto social, que preverá la existencia de un órgano de gobierno, como máxima autoridad; un órgano directivo; un órgano de control interno y un administrador, que tendrá la representación legal; todos ellos elegidos por mayoría absoluta, y sujetos a rendición de cuentas, alternabilidad y revocatoria del mandato.” (pag.7). Para el funcionamiento de la asociación donde estarán detalladas las funciones de

los directivos y de control estará normado en el reglamento de la Ley de Economía Popular y Solidaria.

Debe existir un Administrador, Presidente, Secretario, Junta Directiva y Junta de vigilancia.

Requisitos para obtener personalidad jurídica una asociación ante la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria deben presentar los documentos en el artículo 6 del RLEPS manifiesta:

1. Reserva de denominación;
2. Acta Constitutiva suscrita por los asociados fundadores;
3. Copia de cédula de los directivos;
4. Estatuto social; y,
5. Certificado de depósito del aporte al capital social inicial “(Pag.3)

En el cantón ya han existido varias asociaciones, pero solamente se ha utilizado para beneficio personal, en la corporación primero de mayo la cual está auspiciando esta investigación las cosas se las está llevando de una manera correcta en beneficio de los socios, especialmente de aquellos socios que no poseen terrenos y que son solamente obreros a ellos nos enfocaremos de una manera más directa para la optimización de la producción.

### **Justificación**

La **importancia** de la optimización del proceso de fabricación radica en que se analizan los procesos y procedimientos de una manera detallada, mejorando la eficiencia de los procesos que intervienen, además la disminución de desperdicios, mano de obra e insumos durante el proceso. Lo cual permitirá incrementar las utilidades a los miembros de la corporación y mejorar las condiciones de vida de sus familias.

La actual propuesta tendrá un **impacto** positivo en los procesos que intervienen en la fabricación de ladrillos en especial en la tarea de molienda del barro, que se realiza de manera rustica utilizando animales y además largas horas de trabajo,

esperando lograr establecer un sistema organizado de producción con parámetros que contribuyan al manejo eficaz de los recursos materiales y humanos para así, ofrecer un producto que sea de referente en calidad.

La propuesta tiene **utilidad teórica** porque contribuye con la ciencia a través de temáticas relacionadas al problema que se desea solucionar, el investigador mientras que posee una **utilidad práctica** que se la demuestra a través de la presentación de la propuesta de solución al problema investigado.

Existe **factibilidad** para realizar el trabajo investigativo porque se cuenta con los Conocimientos y la experiencia suficiente del investigador y se tiene suficiente acceso a la información de la corporación, en cuanto a temas de mejora en los procesos se cuenta con el conocimiento suficiente ya que desde mi niñez me he dedicado a esta labor y la correcta guía por parte del tutor de la investigación, con dichos recursos se tiene previsto la culminación del trabajo de titulación.

La presente propuesta pretende **beneficiar** directamente a todas las personas que pertenecen a la corporación Primero de Mayo del Cantón Chambo Provincia de Chimborazo.

### **Palabras clave**

Diseño, Optimizar.

Elementos, Producción.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Optimizar el proceso de fabricación de ladrillos en la corporación primero de mayo del cantón Chambo provincia de Chimborazo.

#### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación de ladrillos en la corporación primero de mayo del cantón Chambo, provincia de Chimborazo.

- Determinar la productividad actual de los fabricantes de ladrillos de la corporación primero de mayo en el cantón Chambo.
- Diseñar los elementos mecánicos de una maquina Mezcladora de materia prima, para optimizar la producción de ladrillos en la corporación primero de mayo del cantón Chambo.

## **CAPITULO II**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual**

##### **ÁREA DE ESTUDIO**

Socios de la Corporación Primero de mayo del Cantón Chambo Provincia de Chimborazo (ANEXO A).

**Dominio:** Tecnología y Sociedad.

**Línea de investigación:** Empresarialita y productividad,

**Campo:** Ingeniería industrial.

**Área:** Optimización de la línea de producción.

**Aspecto:** Estandarización de procesos.

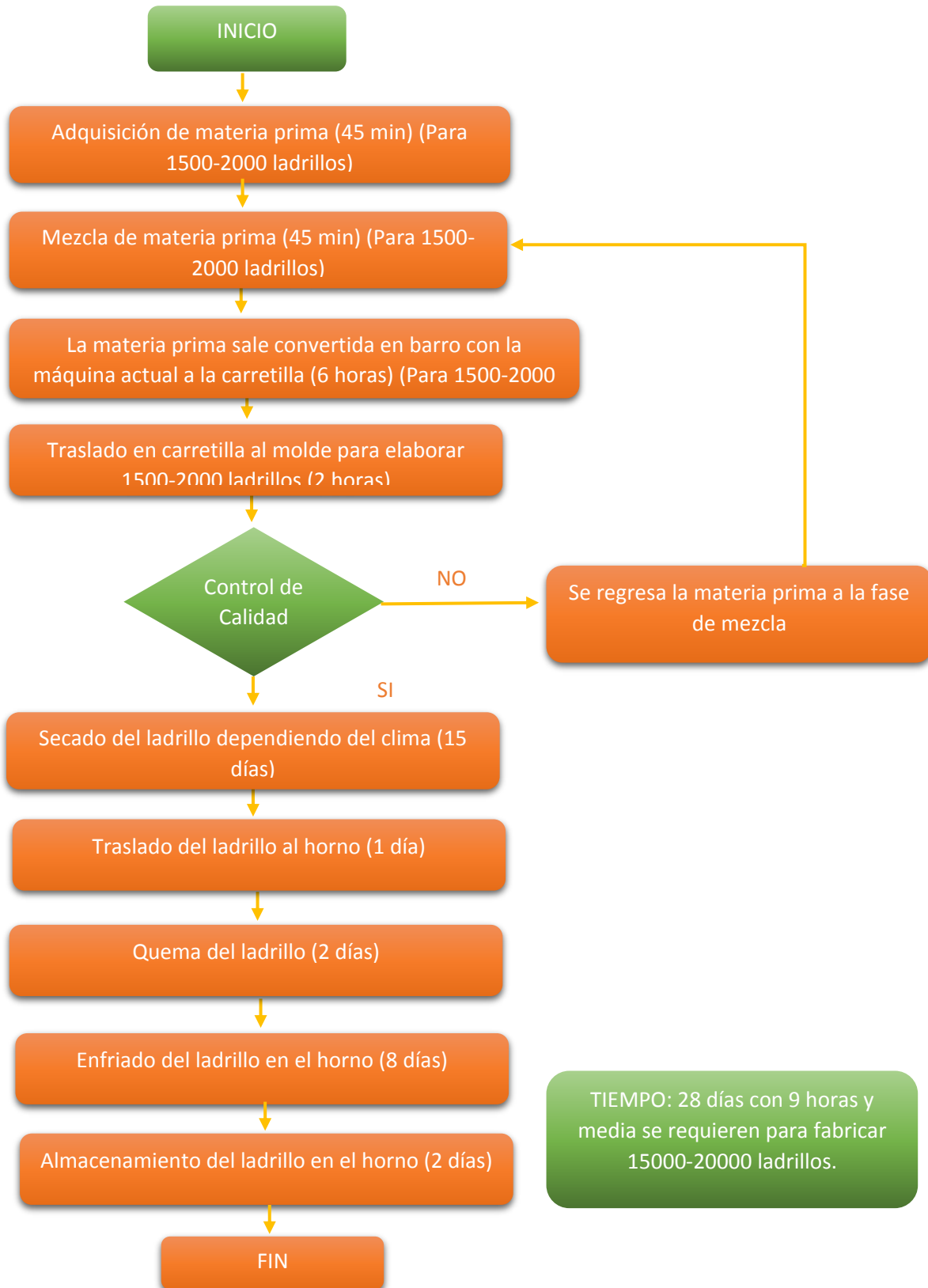
**Objeto de estudio:** Optimización de la línea de producción y estandarización de procesos.

**Periodo de análisis:** abril 2018 a febrero 2019

La fabricación de ladrillos está directamente relacionada con la industria de la construcción que es un eje fundamental en el crecimiento de la economía y gran generadora de empleo. El Cantón Chambo es un gran productor de ladrillos y abastece a casi toda la región central del país.

La presente propuesta metodológica generara un **impacto** positivo de tipo productivo ya que incidirá en la optimización de tiempo de fabricación del producto y naturalmente mejorara los ingresos a los artesanos pertenecientes a la Corporación Primero de Mayo que dependen de este modo de vida, Además empezaremos diagnosticando la situación actual con un flujograma de producción y aplicaremos las 5s y las 5m para su respectivo análisis y conclusiones.

## FLUJOGRAMA DE LA PRODUCCION DE LADRILLOS ACTUAL

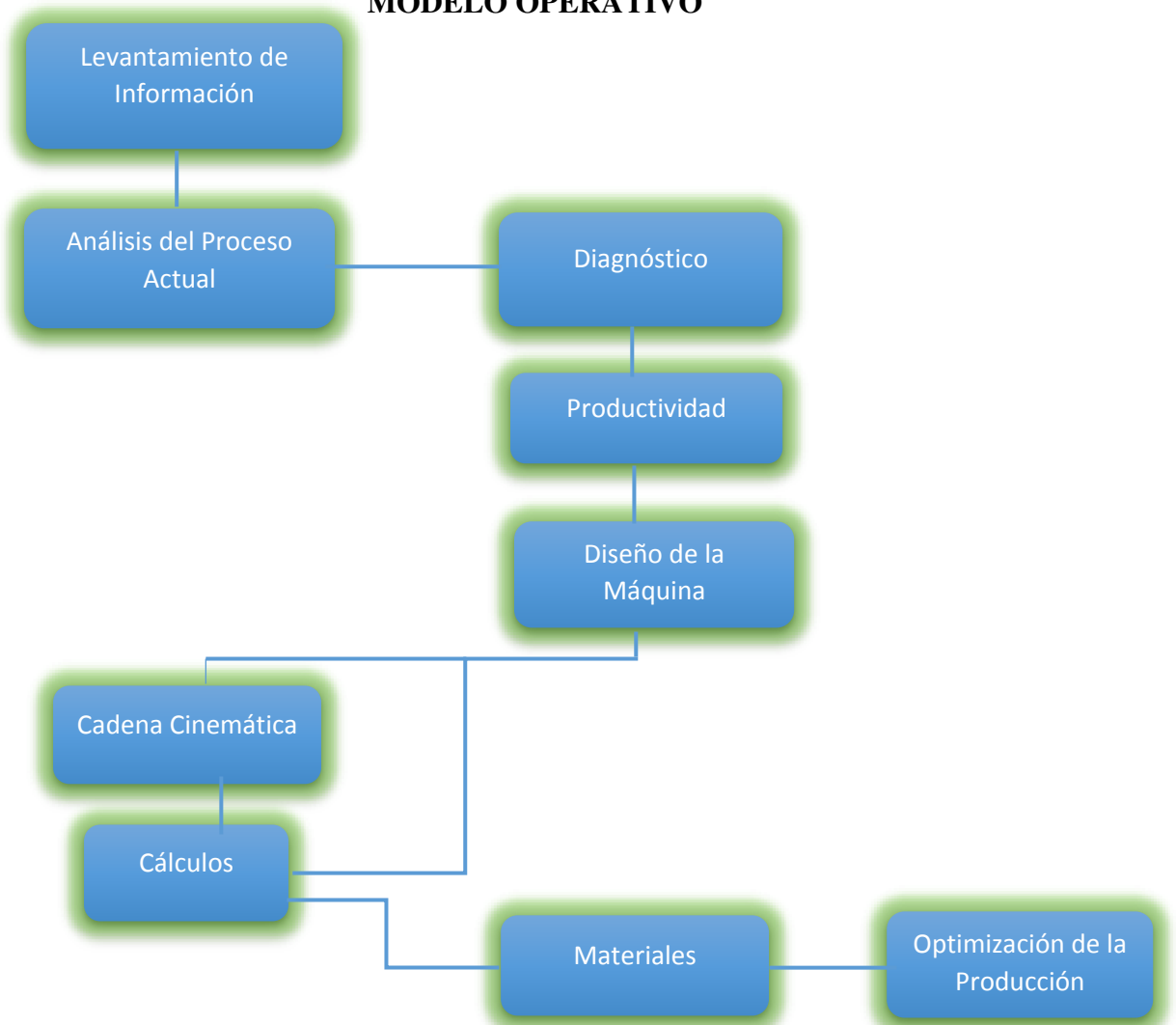


**Realizado por:** Chuqui (2019)

**Fuente:** Investigación directa

En la actualidad la producción diaria es de 1500 a 2000 ladrillos por día, en donde en el proceso laboran 2 obreros generalmente familiares, utilizando moldes de 18 unidades, carretilla, palas, azadones, regla y herramienta menor. El proceso de molienda lo realizan ya sea con animales que circulan alrededor de la mezcla o a su vez con una máquina que funciona a gasolina la cual no todos la poseen, estas máquinas son construidas artesanalmente.

### MODELO OPERATIVO



**Realizado por:** Chuqui (2019)

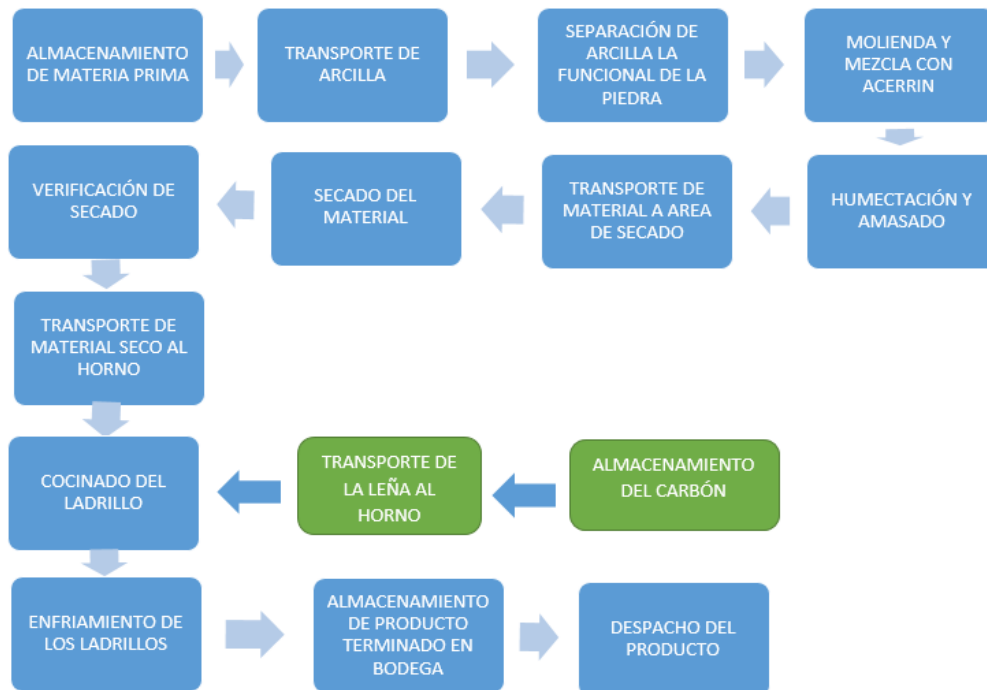
**Fuente:** Investigación directa

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

#### Descripción proceso productivo.

Para hacer esta descripción, se hizo varias visitas a fábricas de socios de la corporación acompañados por un miembro de la misma, que se encargaba de describir detalladamente el proceso además hicimos presencia varios días de producción. (Ver gráfico 1)



**Gráfico 1.** Diagrama de proceso productivo

**Fuente:** Chuqui (2019)

**Almacenamiento de materia prima:** La arcilla es depositada en un sitio establecido para el almacenamiento ya que es necesario que la materia prima expulse los gases metano.

**Transporte de la arcilla:** Cuando en el sitio de fabricación ya no existe arcilla para la elaboración de ladrillos, esta es transportada en volquetes desde diferentes sitios del cantón abasteciendo así de materia prima máximo para 20000 unidades.

**Separación arcilla funcional de la piedra:** La arcilla es clasificada por un operario que se encarga de separar las piedras **m a n u a l m e n t e** que vienen desde las minas ya que son muy grandes, de la arcilla que si es apta para la producción del ladrillo; en algunas ocasiones cuando la piedra no es tan grande, el operario la parte con ayuda de una pica para que continúe el proceso y se aproveche más la materia prima.



**Imagen 1:** Separación de piedras  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Molienda del material y mezcla con aserrín:** La materia prima es molida y mezclada con el aserrín a fin de homogeneizar la arcilla con el aserrín, y eliminar partículas grandes que se pasan del área de clasificación.



**Imagen 2:** Mezcla con aserrín  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Humectación y amasado:** La arcilla es humectada y amasada de una manera artesanal generalmente con una vaca girando varias veces sobre la materia prima, o por un tornillo sinfín para convertirla en un material maleable que facilite trabajarla.



**Imagen 3:** Humectación y amasado  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Labrado o elaboración del material:** Del sitio de molienda sale en una carretilla hacia el molde con un volumen de materia prima con capacidad para 18 unidades de 30cm.x10cm.x7cm., en donde un operario realiza el proceso de elaboración del ladrillo de forma manual. (Ver imágenes 4 y 5)



**Imagen 4:** Elaboración del material  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Imagen 5:** Labrado  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Transporte (Alzado) del material al área de secado:** El material ya labrado y desmoldado, es transportado manualmente por 5 operarios (generalmente miembros de una misma familia) a la zona de secado ubicado en el mismo lugar de almacenamiento del producto ya terminado.



**Imagen 6:** Alzado al área de secado  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Secado del material:** El ladrillo húmedo demora aproximadamente 8 días en la ruma para secarse por completo, la cantidad de días puede variar dependiendo del clima,



**Imagen 7:** Alzado al área de secado  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Verificación del secado:** Los operarios se encargan de verificar que el estado de secado del ladrillo sea el adecuado para así ser llevados al horno; esta verificación la hacen por medio visual y del tacto.

**Transporte del material seco al horno:** Los operarios transportan el ladrillo seco al horno en un camión que es contratado específicamente para realizar este proceso (No todos los productores poseen hornos, por lo que es necesario el alquiler de uno generalmente de 20000 unidades de capacidad).



**Imagen 8:** Transporte del material seco al horno  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Transporte de la leña al horno:** La leña es llevada de diferentes sectores de la provincia de Chimborazo desde donde talan bosques para el proceso de cocción del material casi siempre se necesitan 10 tareas de leña para este proceso.



**Imagen 9:** Transporte de la leña al horno  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Almacenamiento de la leña:** La leña es descargada y almacenada junto al horno para facilitar la tarea, y cubierta por un plástico, para evitar que la lluvia haga que pierda sus propiedades caloríficas.

**Cocinado del ladrillo:** Los ladrillos se demoran 2 días continuos en promedio cocinándose en los hornos.



**Imagen 10:** Cocinado del ladrillo  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Imagen 11:** Cocinado del ladrillo  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Enfriamiento de los ladrillos:** Los ladrillos se demoran 10 días continuos en promedio enfriándose para poder ser despachados, este enfriamiento se hace de manera natural.



**Imagen 12:** Enfriamiento del ladrillo  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Imagen 13:** Enfriamiento del ladrillo  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Almacenamiento de producto terminado en bodega:** El almacenamiento se lo hace en el mismo horno, ya que cuando esta frio se lo despacha inmediatamente para la venta.



**Imagen 14:** Almacenamiento en el horno  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Despacho del producto:** Los operarios cargan los camiones con la cantidad de ladrillos solicitados por el cliente.

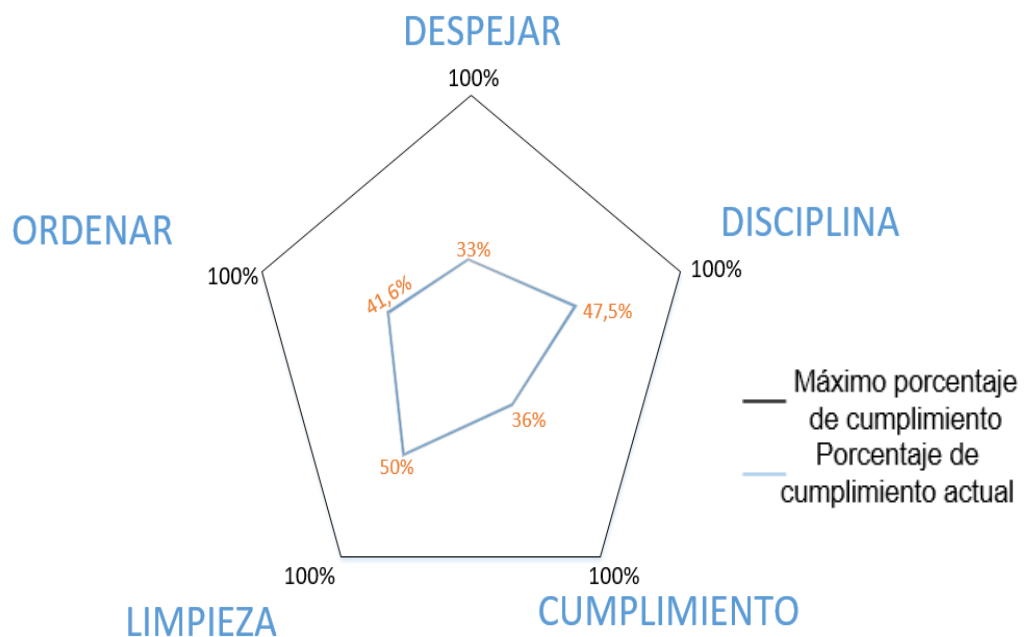


**Imagen 15:** Despacho del producto  
**Fuente:** Chuqui (2019)

### Determinación de la situación actual

**Análisis 5'S.** La corporación de productores Primero de Mayo del cantón Chambo no ha implementado la estrategia 5's. Actualmente en la organización falta orden y limpieza, aunque es una empresa dedicada al sector de la construcción y por ende no es muy común encontrar los sitios de trabajo en óptimas condiciones. Mantener las fábricas en completo orden aumentaría la productividad, el ambiente de trabajo sería más cómodo para los trabajadores y la imagen de la organización mejoraría considerablemente.

A fin de diagnosticar el estado actual de las fábricas de la corporación, se realizó una investigación de campo (ANEXO B) la cual tiene la finalidad de medir el porcentaje de cumplimiento de dicha estrategia, con los resultados obtenidos se llegó a las siguientes observaciones (Ver Gráfico 2 y Tabla 1)



**Gráfico 2:** Diagrama de red 5'S  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Tabla 1:** Resultado 5'S

RESULTADOS 5'S	
SEIRI	33%
SEITON	41,60%
SEISO	50%
SEIKETSU	36%
SHITSUKE	47,50%

**Tabla:** Resultado 5s

**Fuente:** Chuqui (2019)

### **SEIRI: Despejar**

La mayoría de los puestos de trabajo poseen más herramientas de las necesarias para que los operarios efectúen su trabajo.

La bodega, aunque es amplia, se encuentra mal distribuida y en ella son evidentes productos en mal estado, ladrillos partidos, greteados y a medio terminar entre otros (Ver imagen 16).



**Imagen 16:** Techos en mal estado

**Fuente:** Chuqui (2019)

En algunos sectores, el estado de la Fabrica no es el adecuado, el techo está en malas condiciones, algunas columnas no se encuentran en buen estado, el piso presenta desniveles y humedad, se evidencia basuras y desechos alrededor de la planta (Ver imagen 17).



**Imagen 17:** Ladrillos en mal estado en zona de almacenamiento.  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Dentro de la planta se pueden encontrar objetos, materia prima, producto en mal estado y producto a medio terminar que obstaculizan las rutas de desplazamiento (Ver imagen 18).



**Imagen 18:** Desperdicios en pasillos.

**Fuente:** Chuqui (2019)

La presencia de animales en su mayoría perros es constante en la planta.

Es normal encontrar en los puestos de trabajo pocillos, vasos, platos, portas de comida, botellas, cubiertos y demás implementos de cocina al no tener un lugar asignado para la toma de alimentos.

### **SEITON: ORDENAR**

Cada trabajador organiza su puesto de trabajo como le parece conveniente, no hay una política establecida por parte de la organización de las herramientas necesarias.

No existe ningún tipo de señalización dentro de la planta provocando desordenes en la ubicación de producto terminado y producto en proceso, además se genera desconocimiento de las áreas asignadas para cada tipo de actividad.

No hay un lugar asignado para que el trabajador guarde sus objetos personales, por lo tanto, se encuentra en distintos lugares de la planta ropa, zapatos y bolsas con artículos generando mala imagen y dificultando el desplazamiento (Ver imagen 19).



**Imagen 19:** Objetos personales de los trabajadores en zona de almacenamiento.  
**Fuente:** Chuqui (2019)

No hay zonas establecidas para que los operarios tomen sus alimentos o donde puedan descansar en su hora designada para esto.

### **SEISO: LIMPIEZA**

Las máquinas no se encuentran en el estado adecuado en cuanto a limpieza, están sucias, tienen aceite chorreando y grasa.

Los trabajadores no utilizan uniforme, pero su ropa de trabajo permanece sucia y deteriorada.

Por la altura de los techos no se presta mucha atención al estado de las lámparas y bombillos, éstas se encuentran sucias y totalmente cubiertas de telarañas (Ver imagen 20).



**Imagen 20:** Plásticos por todo lado  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Los techos son en teja de Zinc los cuales con la lluvia y el sol se encuentran muy deteriorados y por ende tienen demasiadas goteras.

Es frecuente observar el piso cubierto tanto de agua como de aserrín ya que son necesarios para la elaboración del producto (Ver imagen 21).



**Imagen 21:** Barro ocasionado por agua.

**Fuente:** Chuqui (2019)

### **SEIKETSU: CUMPLIMIENTO**

- En la organización no se tiene establecido ningún tipo de registro de chequeo para controlar el estado de limpieza de las fábricas.
- Aunque se hace de botas los operarios no hacen uso de ellos, y las fabricas tampoco llevan un registro de control de supervisión de uso de implementos de seguridad.
- Los implementos de los operarios encargados de cocinar el ladrillo no son los adecuados para las altas temperaturas, ya que solo utilizan un delantal de cuero que no les brinda la protección necesaria para esta tarea.
- Los rayos solares en algunas horas del día incomodan a los operarios que están encargados de efectuar algunas tareas.

### **SHITSUKE: DISCIPLINA**

Algunos elementos de trabajo no se encuentran en condiciones apropiadas para su uso, y los empleados no se preocupan por el cuidado de las herramientas.

No se programan reuniones de grupos de trabajo para retroalimentación de tareas cumplidas y actividades por hacer.

Para los operarios no es de importancia el estado de su puesto de trabajo, por lo tanto, no se preocupan por mantenerlo limpio y ordenado (Ver imagen 22).



**Imagen 22:** Puesto de trabajo desordenado.

**Fuente:** Chuqui (2019)

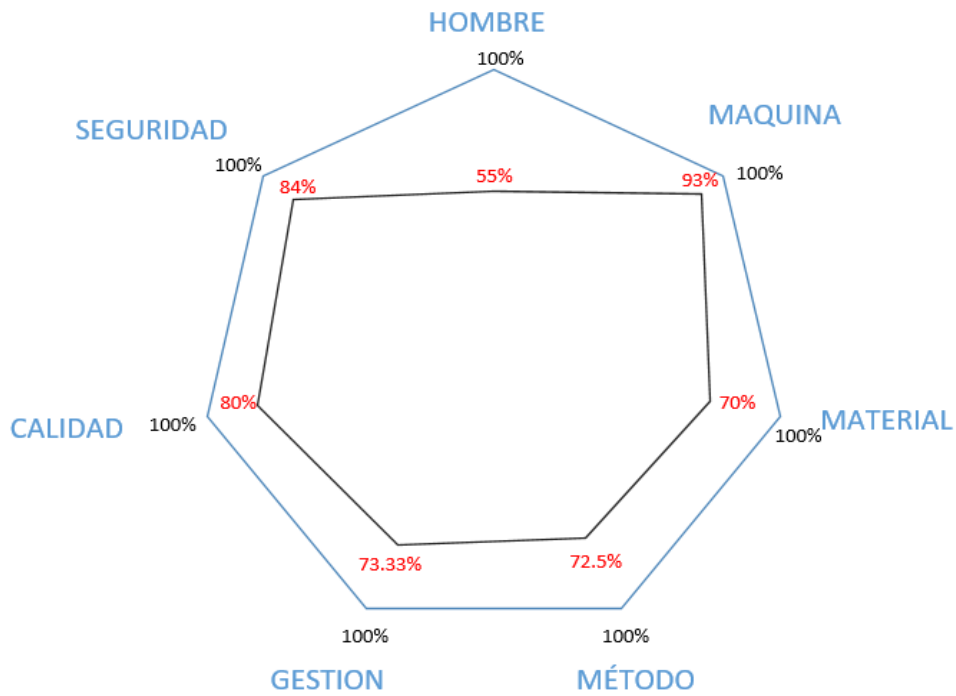
Aunque la mayoría de los empleados son de la zona aledaña a donde se encuentra ubicadas las Fabricas, no todos los operarios cumplen con el horario, además no se lleva un control de registro de ingreso y salida de la zona de trabajo.

### **Análisis de despilfarros.**

**Análisis de despilfarros 5MQS.** El siguiente análisis se realiza bajo los principios de lean manufacturing, el cual tiene como objetivo darle valor al cliente utilizando los recursos mínimos para lograrlo.

Los datos se obtuvieron por medio de visitas a los empleados y por observación a las Fabricas de algunos socios de la corporación, además se contó con relatos de las experiencias vividas en el proceso de fabricación y se realizó el levantamiento fotográfico sobre 5MQS, en la cual se le otorgaba una puntuación de 1 a 5; siendo 5 mayor despilfarro y 1 menor despilfarro.

Los resultados se pueden observar en el grafico 3 y tabla 2.



**Gráfico 3:** Diagrama de red 5MQS  
**Fuente:** Chuqui (2019)

— Despilfarro máximo  
 — Despilfarro obtenido

**Tabla 2.** Resultados 5MQS

RESULTADOS LISTA DE CHEQUEO 5MQS	OBTENIDO
HOMBRE (MAN)	55%
MAQUINA (MACHINE)	93%
MATERIAL (MATERIAL)	70%
METODOS (METHODS)	72,50%
GERENCIA (MANAGEMENT)	73,33%
CALIDAD (QUALITY)	80%
SEGURIDAD (SECURITY)	84%

**Tabla 2:** Resultados 5MQS  
**Fuente:** Chuqui (2019)

### **HOMBRE (MAN):**

Los operarios pierden tiempo de producción por demoras en la búsqueda de herramientas y materiales tanto en el lugar de trabajo como en toda la fábrica,

además el tiempo destinado a tomar sus alimentos o el utilizado para su descanso no es respetado por parte de los empleados.

También la mayoría de los operarios se ocupan no solo en la tarea asignada dentro del proceso, sino que a la vez realizan diferentes actividades dependiendo del lugar donde se necesite.

### **MÁQUINA (MACHINE):**

Las fábricas que tienen maquinas artesanales no cuentan con un debido plan de mantenimiento para las máquinas, ya que los arreglos que se tengan que hacer se realizan de forma correctiva y no de forma preventiva, esto ocasiona paradas en la producción. Las fabricas no cuenta con un registro que indique con qué frecuencia ocurren este tipo de paradas. Es muy frecuente que se presenten fallas a lo largo del proceso productivo. (ANEXO C)

Las máquinas utilizadas en el proceso de producción son de un modelo antiguo, y esto genera gasto de energía excesivo y costos de producción altos, además que son poco ergonómicos para los trabajadores que operan en ellas.

### **MATERIAL (MATERIAL):**

Existe desperdicio de material a lo largo de la línea de producción por falta de maquinaria apropiada para procesar la materia prima; la arcilla no es procesada en su totalidad, porque gran parte de ésta es muy grande para ser procesada por la máquina existente en la planta; otro material es la Leña, la cual no es quemada apropiadamente o sus características físicas al ser tan pequeño no lo permite. Además, otras materias primas que no agregan valor al producto final como la gasolina entre otros son utilizadas en grandes proporciones; esto genera, sobre costos en la producción, fallas en el material (piedras, suciedad, poca lubricación) y baja calidad en el producto. (ANEXO D)

### **MÉTODOS (METHODS):**

El personal no tiene la capacitación adecuada para realizar algunas tareas provocando así defectos en el producto; no existe una política para el almacenamiento del producto en proceso, ya que no se tienen lugares definidos para esto; los productos se almacenan en cualquier lugar de la planta o sencillamente donde exista el espacio, no hay una estandarización en el recorrido que debe hacer el producto ocasionando recorridos innecesarios; esto genera, sobre costos, tiempo inactivo y desperdicio de material.

### **GERENCIA (MANAGEMENT):**

Los trabajadores no tienen claras las funciones que deben desempeñar dentro de la organización; no cuentan con una inducción ni capacitación, no hay un proceso de selección del personal, las reuniones son poco constructivas ya que en ocasiones se desvían del tema, algunos de los trabajadores tienen doble turno o laboran en horas de la noche o madrugada.

Esto ocasiona sobre costos, retrasos, desmotivación de los empleados, y baja productividad.

### **CALIDAD (QUALITY):**

En el proceso no se realizan inspecciones frecuentes del producto, solo en algunas ocasiones y cuando es realmente notorio el daño; Los encargados de transportar el producto aun cuando se encuentra maleable, no cuentan con entrenamiento y provoca daños en el material.

Esto genera, sobre costos, reprocesos en el material, retrasos en el proceso.

### **SEGURIDAD (SECURITY):**

Las Fabricas no cuenta con un programa de salud ocupacional, dotaciones en mal estado, los elementos de protección personal no se usan apropiadamente, hay

zonas inseguras sin demarcación que pueden ser causantes de accidentes. (ANEXO E)

Esto implica que existan sobre costos, pago de incapacidades por accidentes laborales alrededor de las fábricas de producción, baja productividad.

**Análisis de despilfarro Materia Prima: Arcilla.** Para poder tomar los datos del despilfarro de arcilla por parada, se realizaron varias visitas en las cuales con autorización de los socios se dirigió la producción. En total se tuvo en cuenta 5 paradas; para el análisis de cada parada, se tomó la hora de inicio y la hora de finalización, cada parada estaba compuesta por 10 cucharadas de retroexcavadora; como no se contaba con una herramienta lo suficientemente grande para medir el peso de la cucharada de la retroexcavadora, se llenó utilizando baldes llenos y se pesó un balde de arcilla siendo este de 28 Kg, se necesitaron 35 baldes para llenar la cuchara, con estos datos, el peso total por parada es de 9800 Kg. Durante la producción de este lote se contaba el número de interrupciones y se definía el ¡por qué! de cada una de ellas, y el tiempo que se demoraba cada interrupción y promediando los 5 lotes de producción se llegó a los siguientes resultados. (Ver tabla 3 y grafico 4).

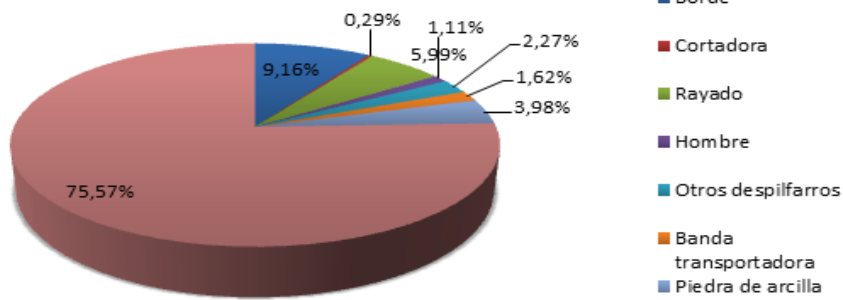
**Tabla 3:** Tipo de despilfarro

<b>Tipo de despilfarro</b>	<b>Kg de arcilla</b>
Borde (Molienda)	879,84
Cortadora (Labrado)	28,08
Rayado (Reglado)	575
Hombre	106,25
Piedra de arcilla	382
Banda transportadora (Carretilla)	156
Otros despilfarros	218

**Tabla 3:** Tipo de despilfarro

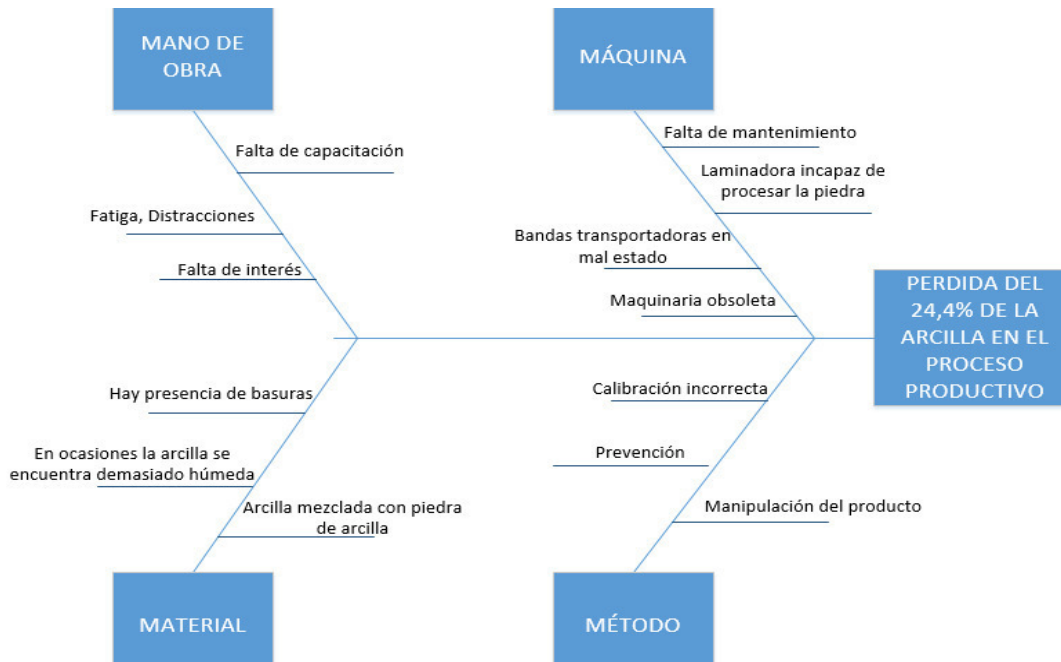
**Fuente:** Chuqui (2019)

### Porcentaje de despilfarro de arcilla



**Gráfico 4:** Porcentaje de despilfarro de arcilla  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Según el gráfico 4 se puede observar que de los 9800 Kg de arcilla por parada que inicia el proceso productivo el 24,43% de materia prima se convierte en despilfarro. El despilfarro con mayor valor es el de los bordes con un 9,16% según estos datos este es el punto crítico a atacar.



**Gráfico 5:** Diagrama causa efecto despilfarro de materia prima (arcilla)  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**MANO DE OBRA:**

Actualmente los operarios que trabajan en la parte del proceso donde la arcilla es convertida en el ladrillo, no cuentan con la capacitación adecuada para efectuar sus actividades; por lo general son operarios autodidactas.

Los operarios no se preocupan por la calidad ni el cuidado que se le debe dar al producto, para ellos no es de vital importancia el estado en que se encuentre el ladrillo; es normal en ellos escudarse en encontrarse en estado de fatiga o en distracciones.

**MÁQUINA:** A parte de las fallencias identificadas en el análisis de despilfarro 5MQS se pudo determinar también:

- Las bandas de las poleas se encuentran en mal estado, están rotas y además la arcilla se desborda generando perdida continua de materia prima.
- La mezcladora no es la maquina apta para efectuar la tarea de molido de piedra por eso la deja pasar ocasionando rayado en el ladrillo.

**MATERIAL:**

- En la mina la arcilla y la piedra de arcilla se encuentran mezcladas, aunque estas piedras sirven para la producción, actualmente no se pueden utilizar por su tamaño.
- Como la mina se encuentra al aire libre, por lo general la arcilla sale con palos y hojas, en algunas ocasiones desechos causan que el ladrillo se raye.
- Cuando es invierno la arcilla es más húmeda y se dificulta su traslado.
- Los operarios no tienen clara la forma adecuada de manipular el producto generando en ocasiones deformidades en el ladrillo.

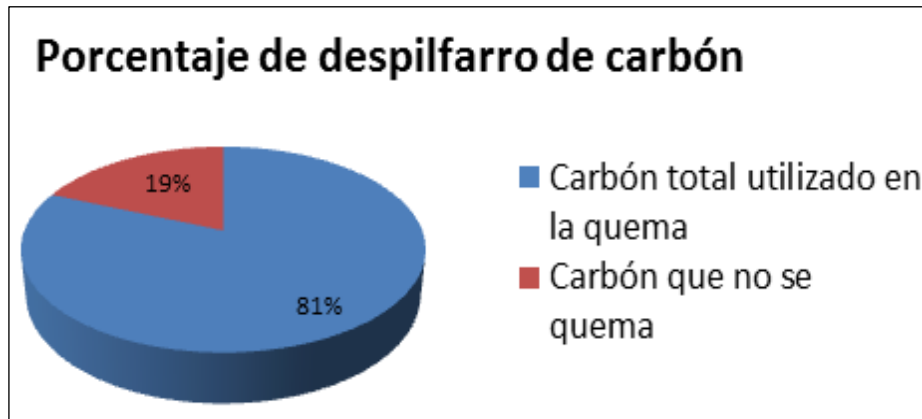
**Análisis de despilfarro de la leña.** Para realizar este análisis se eligió el horno B ya que este horno fabrica el promedio de unidades entre los hornos A-B-C. Se midió la cantidad de despilfarro de leña de 3 quemas, cada una de 3 días se contó con la colaboración de 2 operarios que eran los encargados de llevar el registro de la cantidad de leña que no se quemaba que salían constantemente del horno. En el transcurso del día se visitaba la planta para revisar tanto los registros como la cantidad de despilfarros que eran acumulados en una zona destinada para esto.

Los operarios movilizan los despilfarros con una carretilla que siempre llenan al ras; como no se contaba con una herramienta lo suficientemente grande para medir el peso del contenido de la carretilla, la primera vez fue llenada utilizando baldes como se hizo para el análisis del despilfarro de la arcilla, se necesitaron en total 14 baldes para llenar la carretilla, cada balde pesó 12Kg por lo tanto cada carretilla tuvo un peso de despilfarro de 168Kg por viaje sin contar el peso de la carretilla, en promedio de las 3 quemas el despilfarro fue de 3528Kg ( Ver tabla 4 y grafico 6).

**Tabla 4:** Uso del carbón (Leña)

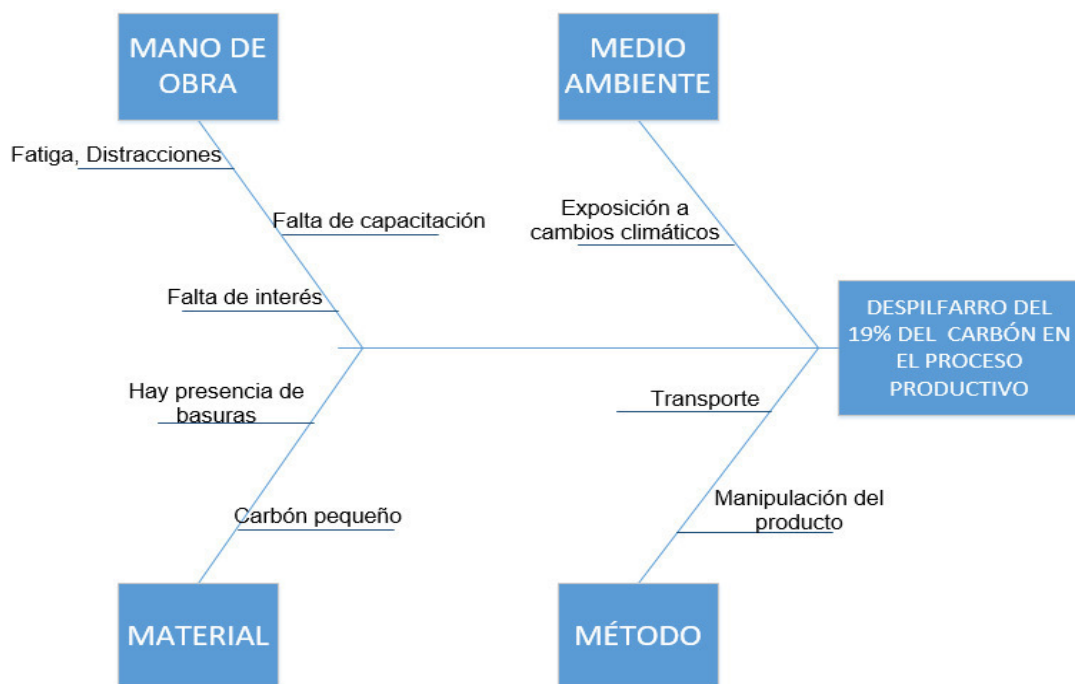
<b>UTILIZACIÓN DEL CARBÓN</b>	<b>Cantidad En Kg</b>
Carbón (leña) utilizado/a en la quema	15300
Carbón (leña) que no se quema	3528

**Tabla 4:** Uso de la leña  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Gráfico 6:** Porcentaje de despilfarro de carbón (leña)  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Según el Gráfico 6, se puede observar que de los 15300Kg de carbón utilizados para la quema del horno B 19% de este se convierte en despilfarro puesto que no se quemó.



**Gráfico 7:** Diagrama causa efecto despilfarro de carbón (Leña)  
**Fuente:** Chuqui (2019)

### **MANO DE OBRA:**

Debido a los turnos de 12 horas seguidas hasta más, el operario se encuentra muy cansado generando distracciones y que en ocasiones no introduzcan el 100% del carbón (Leña) en el horno generando despilfarro.

A causa de las altas temperaturas que se expone el operario es obligado a que en el momento de depositar el carbón en las hornillas lo hagan de una manera rápida, esto ocasiona que la leña no se deposite en su totalidad en el lugar adecuado y salgan a la zona de desperdicio.

- Para los operarios no es importante el rendimiento que se le dé a la leña, por lo tanto, no lo emplean de la forma más adecuada.

### **MEDIO AMBIENTE:**

El área de almacenamiento de la leña se encuentra al aire libre, y aunque los operarios lo protegen con plástico, es imposible garantizar una impermeabilización del 100% ocasionando que en épocas de lluvia la leña se humedezca y no se quemé apropiadamente.

### **MATERIAL:**

Como el área de almacenamiento de la leña se encuentra al aire libre también se encuentra expuesto a basuras estos generan que no se aproveche el 100% de las propiedades del carbón.

El horno cuenta con unas hornillas las cuales poseen una distancia aproximadamente de 60cm entre hornillas, cuando la leña es muy grande no entra en las hornillas y toca romperlas generando desperdicios.

## **MÉTODO:**

La leña es transportada en carretillas generando en muchas ocasiones desperdicio ya que los troncos grandes no pueden ser transportados, que no es lo más beneficioso teniendo en cuenta el tamaño de las Hornillas de los hornos.

- No se recoge el 100% de la leña de los puntos de cargue y descargue.

Durante la etapa de investigación se pudo determinar que el proceso productivo actual se viene aplicando desde hace muchos años atrás, donde la mayoría de los socios de la corporación primero de mayo ya están acostumbrados al mismo, por lo cual es difícil cambiar la mentalidad de la noche a la mañana, sin embargo, ellos están dispuestos a realizar los cambios necesarios a mediano y largo plazo con el fin de optimizar su producción por tal razón se procede a realizar el diseño en base a la cadena cinemática de una maquina batidora de materia prima con el fin de mejorar su producción.

### **Productividad actual**

Al recorrer por todas las fabricas donde trabajan los socios sean o no dueños de terreno, pudimos determinar la siguiente productividad promedio, tengan o no una maquina batidora, producen de 1500 a 2000 ladrillos diarios.

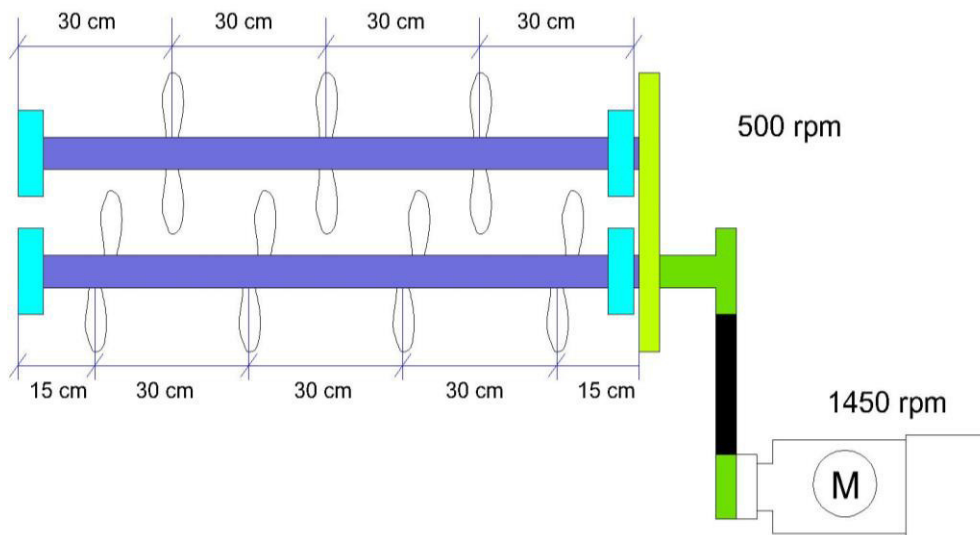
- \_ De una volqueta de 8m<sup>3</sup> se fabrican 2000 unidades
- \_ Se requiere de 1,5m<sup>3</sup> de aserrín para 2000 unidades
- \_ Son necesarios de 2 a 3m<sup>3</sup> de agua para realizar la mezcla
- \_ No todos tienen terrenos una gran cantidad recurre al arrendamiento (compran la tierra)
- \_ De igual forma no todos tienen horno, tienen que alquilarlo
- \_ El 65% de los socios son obreros el 35% restante son propietarios
- \_ Se requiere de 10 tareas de leña para la cocción de 20000 ladrillos
- \_ Los 1500- 2000 ladrillos se consideran terminados una vez que está seco en la ruma, lo contabilizan cuando va a ser transportado al horno
- \_ Lo máximo que pueden producir dependiendo del tiempo es 20000 ladrillos mes

- \_ El costo de fabricación (mano de obra) por cada 1000 ladrillos es \$ 25,00
- \_ La jornada de trabajo inicia el día anterior con la preparación de la mezcla
- \_ El proceso de molienda y labrado comienza a las 04:00 am y termina a las 17:00 con el proceso de alzado del ladrillo a las rumas para el secado
- \_ El costo de fabricación por unidad es de \$ 0,06 por unidad ya terminado
- \_ El costo de venta en el horno es de \$ 0,08 por unidad al comerciante
- \_ El costo de venta al consumidor final es de \$ 0,10 entregado en obra
- \_ Para el proceso de llenado del horno existen personas que se dedican que tienen obreros y prestan este servicio
- \_ De igual forma para la quema del horno hay que contratar un experto

## DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE MAQUINA

Método de Soderberg

### CADENA CINEMATICA



**Gráfico 8:** Cadena cinemática  
**Fuente:** Chuqui (2019)

FÓRMULAS (ANEXO H)

**Desarrollo de los cálculos de los elementos**

EJE 2 Y 3

DATOS:

$$\eta_s = 500rpm$$

$$P_s = 5HP$$

$$r_{paleta} = 15cm$$

$$r_{engranaje} = 140cm$$

$$L_{eje2 y3} = 125 cm$$

$$L_{eje1} = 140 cm$$

$$M_t = coef. * \frac{P_s}{\eta_s} \quad \text{Ec.1}$$

$$M_t = 71620 * \frac{5HP}{500rpm} = 716,2 kgf.cm$$

$$\eta_t = \frac{P_s}{P_e} = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 \quad \text{Ec.2}$$

$$\eta_{rodamientos} = 0,9999 \text{ par de rodamientos}$$

$$\eta_{engranajes} = 0,96 \quad 1 \text{ engranaje}$$

$$\eta_{banda} = 0,95$$

$$M_{t \text{ paletas}} = F_t * r$$

$$M_{t \text{ paletas}} = \frac{716,2 kgf.cm}{15cm} = 47.746kgf$$

$$F_{rp} = F_t * 1,5 = 76,619kgf$$

$$\text{Peso paletas: } 6lb * 0,454 = 2,272 kgf$$

$$\uparrow += \Sigma M_{RA} = 0$$

$$M_{T \text{ engranaje}} = F_t * r$$

$$F_t * r = \frac{716,2 kgf.cm}{10cm} = 71,62kgf$$

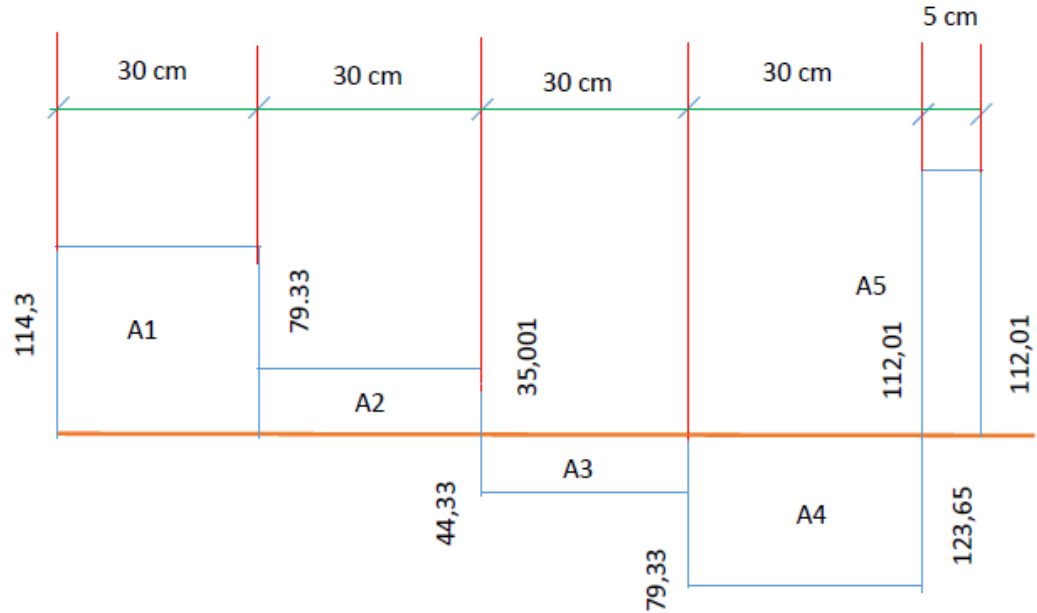
$$\text{Peso engranaje: } 10lb * 0,454 = 4,54 kgf$$

$$M_{T \text{ engranaje}} = F_t * r$$

Ec.3

$$F_{re} = F_t * 1,5 = 107,47 \text{kgf}$$

### Momento Flector Máximo



$$\uparrow += \Sigma M_{RA} = 0$$

$$-(79,333 * 30) - (79,333 * 60) - (79,333 * 90) + (RB * 120) - (112,01 * 125) = 0$$

$$-2379,99 - 4759,9 - 7139,97 + RB * 120 - 14001,25 = 0$$

$$RB = \frac{28281,19}{120} = 235,67 \text{kgf}$$

$$\uparrow += \Sigma F_y = 0$$

$$R_A - 79,333 - 79,333 - 79,333 + 235,67 - 112,01 = 0$$

$$R_A = 114,339 \text{kgf}$$

$$M1 = 0$$

$$A1 = 3430,17$$

$$M2 = M1 + A2$$

$$A2 = 1050,03$$

$$M2 = 3430,17$$

$$A3 = 1329,96$$

$$M3 = M1 + A1 + A2$$

$$A4 = 3709,95$$

$$M3 = 4480,2$$

$$A5 = 560$$

$$M4 = M1 + A2 - A3$$

$$M4 = 3150,24$$

$$M5 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4$$

$$M5 = 560$$

$$M6 = M1 + A2 - A3 - A4 + A5$$

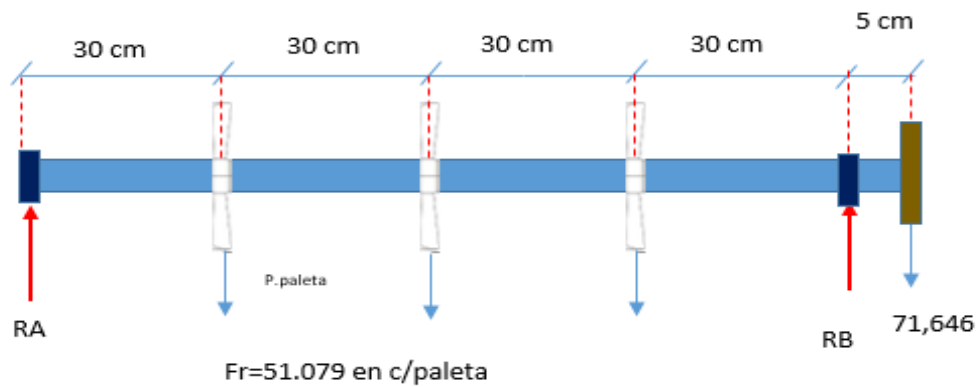
PLANO HORIZONTAL ( $F_t$ )  $F$ . tangencial

$$F_r = 1,5 * ft \quad \mathbf{Ec.4}$$

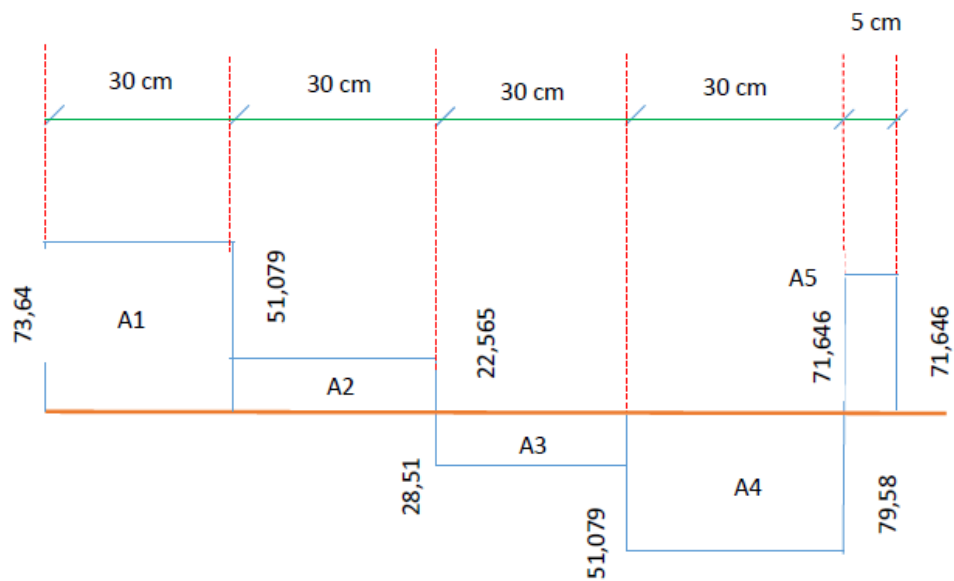
$$F_t = \frac{F_r}{1,5}$$

$$F_{t \text{ paletas}} = \frac{F_r}{1,5} = \frac{76,619}{1,5} = 51,079 \text{kgf}$$

$$F_{t \text{ engranaje}} = \frac{F_r}{1,5} = \frac{107,47}{1,5} = 71,646 \text{kgf}$$



**Gráfico 9:** Eje motriz  
**Fuente:** Chuqui (2019)



$$+MR_A = 0$$

$$-(30 * 51,079) - (60 * 51,079) - (90 * 51,079) + (RB * 120) - (125 * 71,646) = 0$$

$$-1532,37 - 3064,74 - 4597,11 + RB120 * 8955,75 = 0$$

$$RB = \frac{18149,97 \text{ kgf} \cdot \text{cm}}{120 \text{ cm}} = 151,24 \text{ kgf}$$

$$\uparrow +\Sigma Fy = 0$$

$$RA - 51,079 - 51,079 - 51,079 + 151,24 - 71,646 = 0$$

$$RA = 224,883 - 151,24$$

$$RA = 73,64 \text{ kgf}$$

$$M1 = 0$$

$$A1 = 2209,2$$

$$M2 = M1 + A2$$

$$A2 = 676,83$$

$$M2 = 2209,2$$

$$A3 = 855,3$$

$$M3 = M1 + A1 + A2$$

$$A4 = 2387,4$$

$$M3 = 2886,03$$

$$A5 = 358,23$$

$$M4 = M1 + A1 + A2 + A3$$

$$M4 = 2030,73$$

$$M5 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4$$

$$M5 = -358,23$$

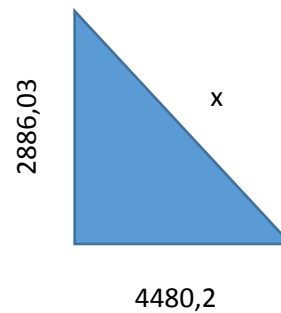
$$M6 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4 + A5$$

$$M6 = 0$$

MOMENTO FLECTOR MAXIMO.

$$M_{maxx} = 2886,03$$

$$M_{maxy} = 4480,2$$



$$x = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$x = \sqrt{2886,03^2 + 4480,2^2}$$

$$x = 5329,29 \text{ kgf.cm} \text{ Momento flector máximo}$$

CALCULO DE LA FLECHA A LA FATIGA.

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[ \left( \frac{T}{s_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{s_e} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad \text{Ec.5}$$

$$A36 = \left\{ S_y = 36000 \text{PSI} = 2531,016 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right\} \quad \left\{ S_e = 11810 \text{PSI} = 830,313 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right\}$$

$$\text{FACTOR DE SEGURIDAD } n = 2$$

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f$$

$$k_a = 0,85 \text{ factor de superficie}$$

$$k_b = 0,78 \text{ factor de tamaño}$$

$$k_c = 0,868 \text{ factor de confibilidad}$$

$$k_d = 1 \text{ factor de temperatura}$$

$$k_e = 0,77 \text{ factor de concentración de esfuerzo}$$

$$k_f = 1,29$$

$$k_t = 1,5$$

$$S_e' = 0,5 * S_y = 18 \text{KPSI} = 18000 \text{PSI}$$

$$S_e = 0,85 * 0,78 * 0,868 * 1 * 0,77 * 1,29 * 18 \text{ KPSI}$$

$$S_e = 11,81 \text{ KPSI} = 11810 \text{ PSI}$$

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[ \left( \frac{T}{s_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[ \left( \frac{716,2 \text{ kgf.cm}}{2531,016 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right)^2 + \left( \frac{5329,29}{830,313 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left\{ 20,371 [(0,2829)^2 + (6,41)^2]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

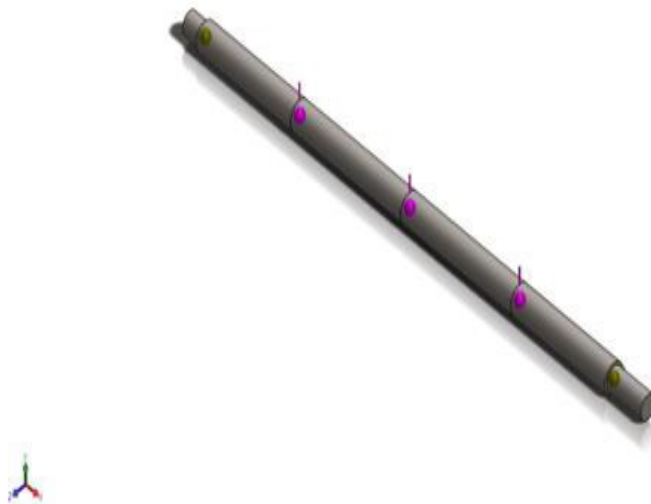
$$d = (20,371(6,41))^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 5,075 \text{ cm} = 1,99 \text{ plg} = 2 \text{ plg}$$

EJE 2 y 3 diametro = 2plg

## SIMULACION DEL EJE

---





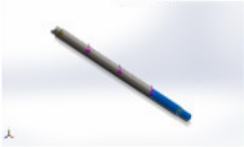
Nombre del modelo: EJE 2 y 3

Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>


---

**Imagen 23:** Simulación del eje

**Fuente:** Chuqui (2019)

Sólidos de viga:			
Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:300mm Volumen:0.000608049m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.78535kg Peso:46.8964N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUINEJE.SLDPRT Mar 4 20:53:06 2019
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:256.8mm Volumen:0.000575136m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.52632kg Peso:44.3579N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUINEJE.SLDPRT Mar 4 20:53:06 2019
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:256.8mm Volumen:0.000638371m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:5.02398kg Peso:49.235N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUINEJE.SLDPRT Mar 4 20:53:06 2019

**Tabla 5:** Solidos de viga  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:300mm Volumen:0.000608049m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.78535kg Peso:46.8964N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUINEJE.SLDPRT Mar 4 20:53:06 2019
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

**Tabla 6:** Solidos de viga  
**Fuente:** Chuqui (2019)

### Propiedades de estudio


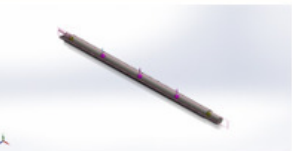


Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla de viga
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI)

### Unidades

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

**Tabla 7:** Propiedades de estudio y unidades  
Fuente: Chuqui (2019)

### Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 2 Joint(s) Tipo: Geometría fija
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- kgf Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-2		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- kgf Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-3		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- lbf Momentos: ---, ---, --- lbf.in

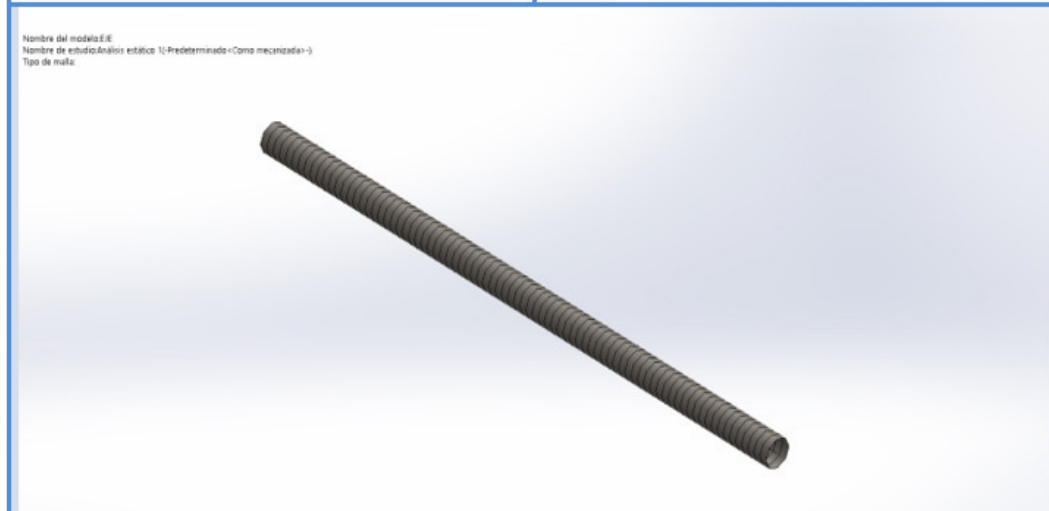
**Tabla 8:** Cargas y sujeciones  
Fuente: Chuqui (2019)

## Información de malla

Tipo de malla	Malla de viga
---------------	---------------

### Información de malla - Detalles

Número total de nodos	87
Número total de elementos	82
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	



**Imagen 24:** Información de malla

**Fuente:** Chuqui (2019)

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	3368.61	0	3368.61

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	79.4898	79.4898

**Tabla 9:** Fuerzas resultantes

**Fuente:** Chuqui (2019)

## Vigas

### Fuerzas de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N )	Corte1(N )	Corte2(N )	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m )
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2])	1	0	0	584.852	-74.7474	0	1.12518e-21
	2	0	0	-584.852	250.203	0	3.8027e-21
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1])	1	0	0	1957.78	428.011	0	-8.36897e-24
	2	0	0	-1957.78	74.7474	0	8.36897e-24
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4])	1	0	0	1410.83	-348.522	0	8.36897e-24
	2	0	0	-1410.83	-13.7796	0	-8.36897e-24
Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3])	1	0	0	-788.079	-250.203	0	3.78596e-21
	2	0	0	788.079	13.7796	0	2.17337e-22

**Tabla 10:** Fuerzas de viga

Fuente: Chuqui (2019)

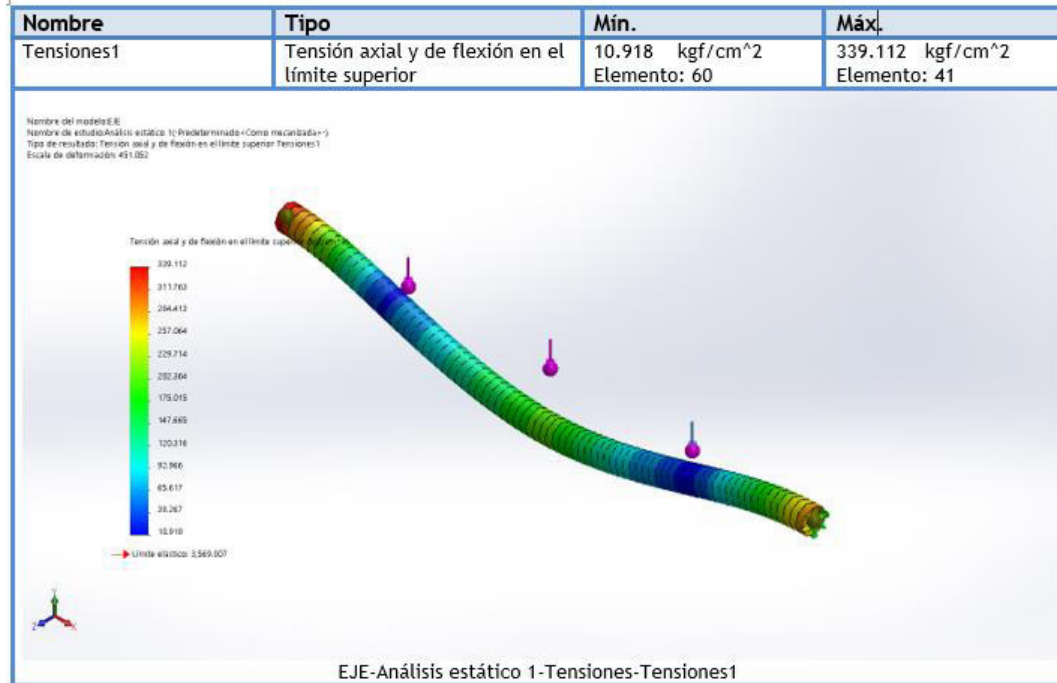
### Tensiones de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue1(N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue2(N/m <sup>2</sup> )	Torsional (N/m <sup>2</sup> )	Tensión axial y de flexión en el limite superior(N/m <sup>2</sup> )
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2])	1	0	-5.80771e+06	0	4.37118e-17	5.80771e+06
	2	0	-1.94402e+07	0	1.47731e-16	1.94402e+07
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1])	1	0	3.32556e+07	0	3.25126e-19	3.32556e+07
	2	0	-5.80771e+06	0	3.25126e-19	5.80771e+06
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4])	1	0	2.70794e+07	0	3.25126e-19	2.70794e+07
	2	0	-1.07064e+06	0	3.25126e-19	1.07064e+06
Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3])	1	0	-1.94402e+07	0	1.4708e-16	1.94402e+07
	2	0	-1.07064e+06	0	8.4433e-18	1.07064e+06

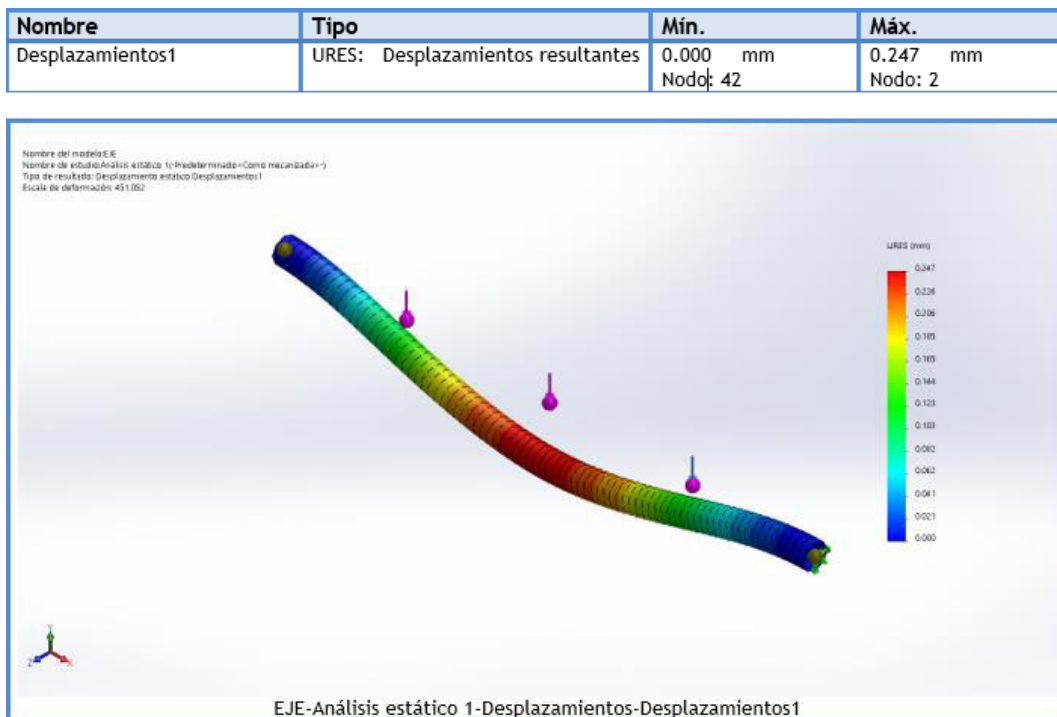
**Tabla 11:** Tensiones de viga

Fuente: Chuqui (2019)

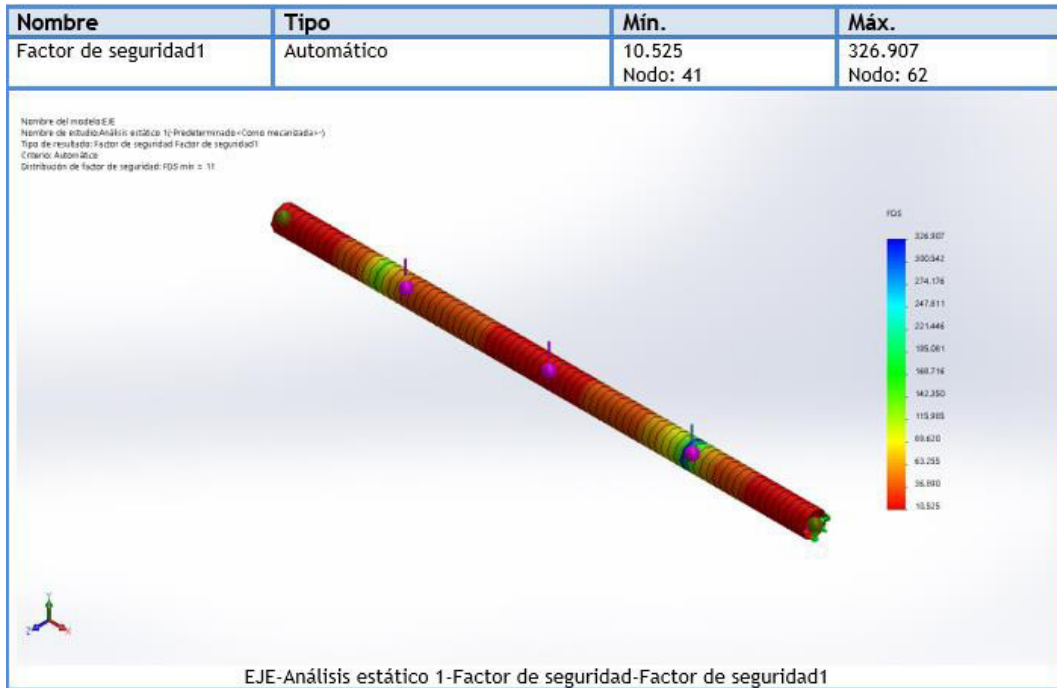
## Resultados del estudio



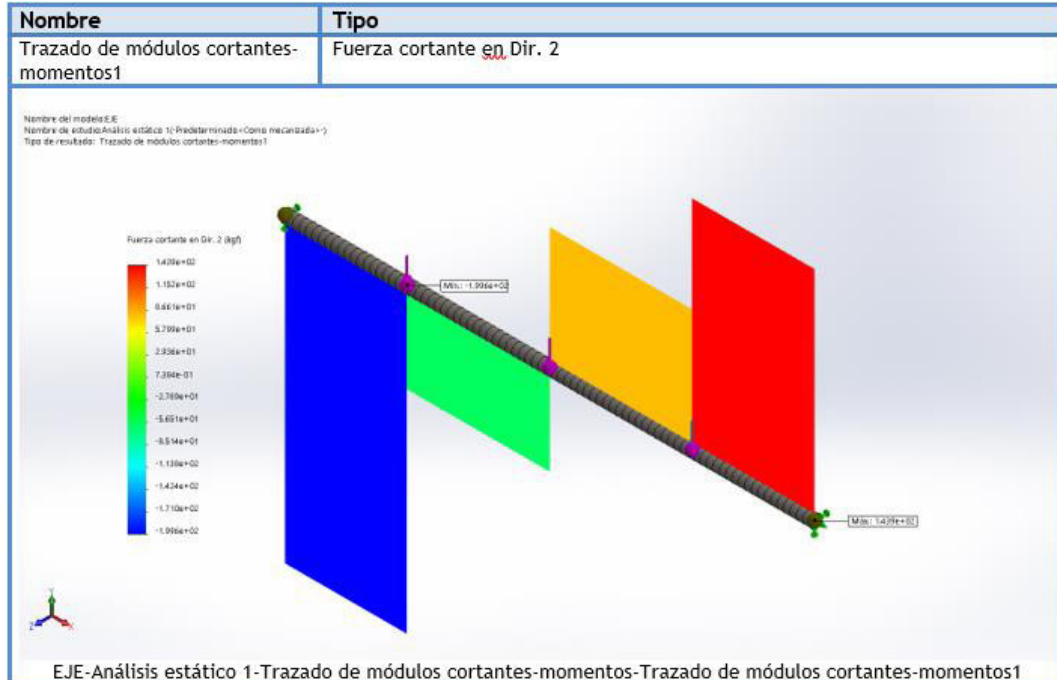
**Imagen 25:** Resultados del estudio  
Fuente: Chuqui (2019)



**Imagen 26:** Análisis estático desplazamiento  
Fuente: Chuqui (2019)

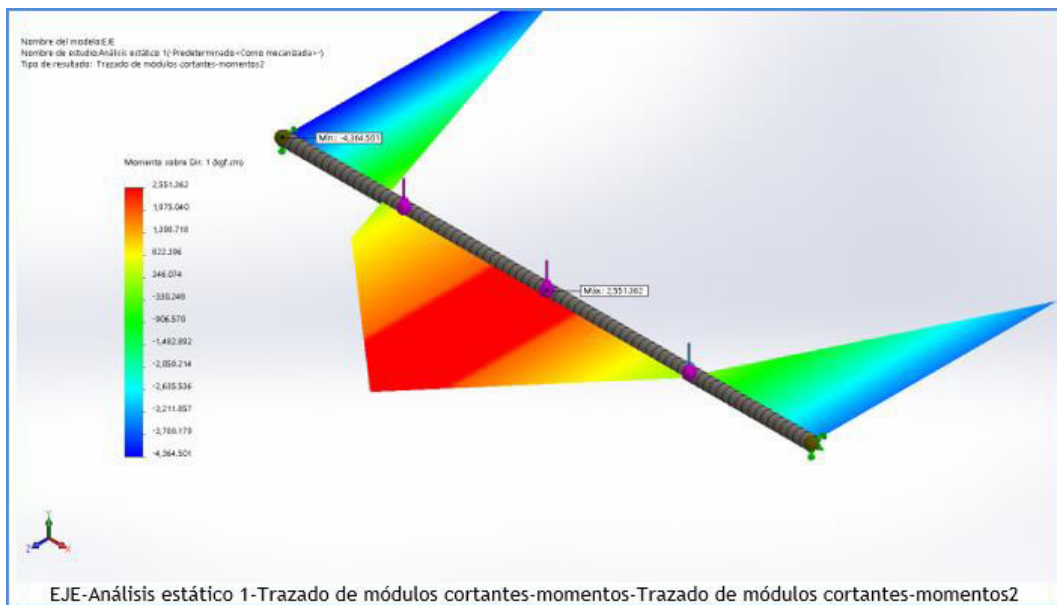


**Imagen 27:** Análisis estático factor de seguridad  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Imagen 28:** Análisis estático trazado de módulos  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Nombre	Tipo
Trazado de módulos cortantes-momentos2	Momento sobre Dir. 1



**Imagen 29:** Análisis estático cortantes  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Conclusión.

El momento supera las cargas obteniendo así un eje con un factor de seguridad de 11 lo que garantiza que para máquinas de impacto cumple con los requerimientos de diseño-

#### CALCULO DE EJE MOTRIZ

$$d1 = 4plg$$

$$i = \frac{n_s}{n_e} = \frac{500rpm}{1450rpm} = 0,3448$$

$$i = \frac{d1}{d2} = d2 = \frac{d1}{i} = \frac{4plg}{0.3448} = 11,60plg \quad r = 5,8 plg$$

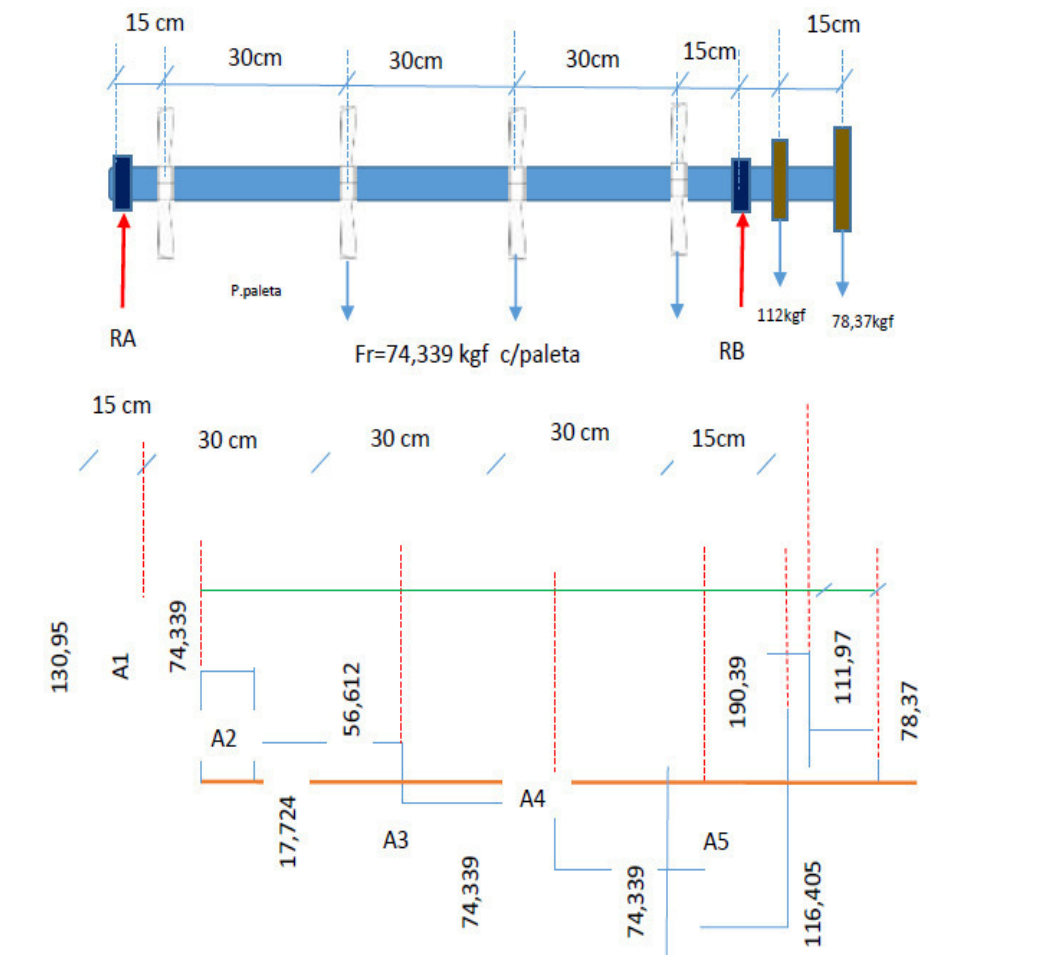
$$Ft \text{ polea} = \frac{Mt}{r} = \frac{71,62 \text{ kgf}}{14,732} = 48,615kgf$$

$$Fr = Ft * 1,5$$

$$Fr = 48,615 * 1,5 = 72,922kgf$$

$$Ft \text{ engranaje} = \frac{Mt}{r} = 71,62 \text{ kgf} = Fr = 71,62 * 1,5 = 107,43kgf$$

$$Ft \text{ paletas} = \frac{Mt}{r} = 47,746 \text{ kgf} = Fr = 47,746 * 1,5 = 71,619 \text{ kgf}$$



$$\uparrow +\Sigma MRA = 0$$

$$(-74,339 * 15) - (74,339 * 45) - (74,339 * 75) - (74,339 * 105) + (RB * 120) - (111,97 * 125) - (78,37) * 140 = 0$$

$$-1115,085 - 3345,255 - 5575,425 - 7805,595 + RB * 120 - 13996,25 - 10971,8 = 0$$

$$RB = \frac{42809,41}{120} = 356,745 \text{ kgf}$$

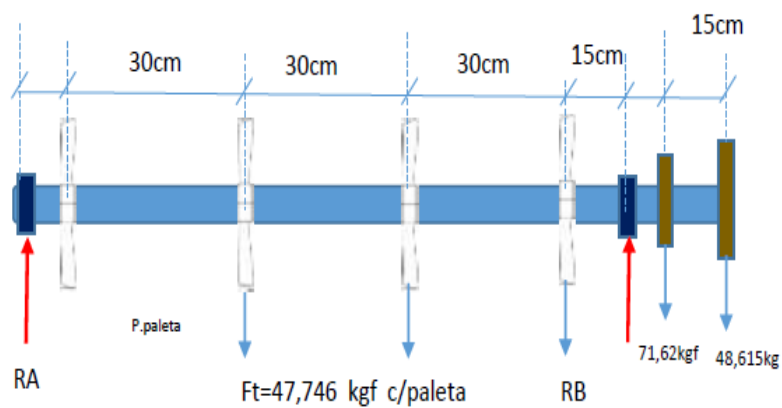
$$\uparrow +\Sigma Fy = 0$$

$$RA - 74,339 * 4 + 356,745 - 111,97 - 78,37 = 0$$

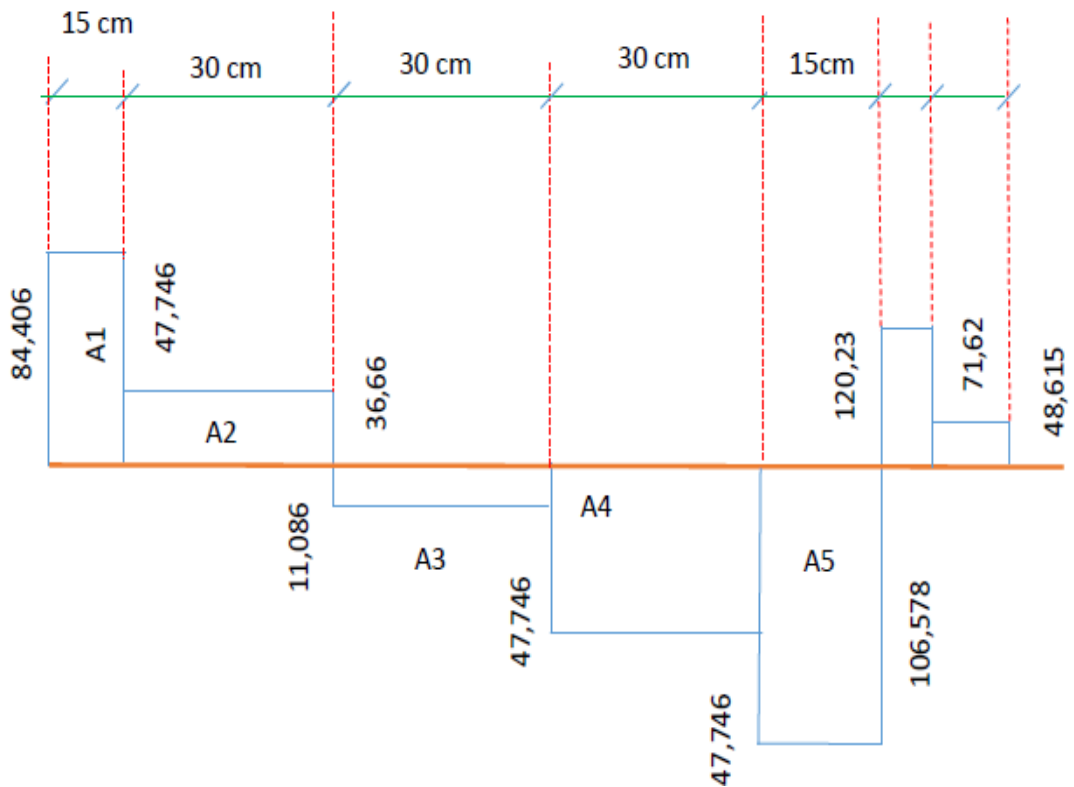
$$RA = 130,951 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned}
 M_1 &= 0 & A &= 11964,265 \\
 M_2 &= M_1 + A_1 & A_2 &= 1698,36 \\
 M_2 &= 1964,265 & A_3 &= 531,72 \\
 M_3 &= M_1 + A_1 + A_2 & A_4 &= 2761,98 \\
 M_3 &= 3662,625 & A_5 &= 2496,075 \\
 M_4 &= M_1 + A_1 + A_2 - A_3 & A_6 &= 951,95 \\
 M_4 &= 3130,815 & A_7 &= 1175,55 \\
 M_5 &= M_1 + A_1 + A_2 - A_3 - A_4 \\
 M_5 &= -2127,24 \\
 M_6 &= M_1 + A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5 \\
 M_6 &= -1175,55 \\
 M_7 &= M_1 + A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5 + A_6 \\
 M_7 &= -1175,55 \\
 M_8 &= M_1 + A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5 + A_6 + A_7 \\
 M_8 &= 0
 \end{aligned}$$

### PLANO HORIZONTAL



**Imagen 30:** Eje motriz  
**Fuente:** Chuqui (2019)



$$+\Sigma RA = 0$$

$$-(47,746 * 15) - (47,746 * 45) - (47,746 * 105) + (RB * 120) - (71,62 * 125) - (48,615 * 140)$$

$$-716,19 - 2148,57 - 3580,95 + RB * 120 - 8952,5 - 6806,1$$

$$RB = \frac{27217,64}{120} = 226,813 \text{ kgf}$$

$$\uparrow +\Sigma FY = 0$$

$$RA - (47,746 * 4) + 226,813 - 71,62 - 48,615 = 0$$

$$RA = 84,406$$

$$M_1 = 0$$

$$1266,09$$

$$A1 =$$

$$M_2 = M1 + A1$$

$$A2 = 1099,8$$

$$M_2 = 1266,09$$

$$A3 = 332,58$$

$$M_3 = M1 + A1 + A2$$

$$A4 = 1764,96$$

$$M_3 = 2365,89$$

$$A5 = 1598,67$$

$$M_4 = M1 + A1 + A2 - A3$$

$$A6 = 601,175$$

$$M_4 = 2033,31 \\ 729,225$$

$$A7 =$$

$$M_5 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4$$

$$M_5 = 268,35$$

$$M_6 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4 - A5$$

$$M_6 = -1330,32$$

$$M_7 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4 - A5 + A6$$

$$M_7 = -729,225$$

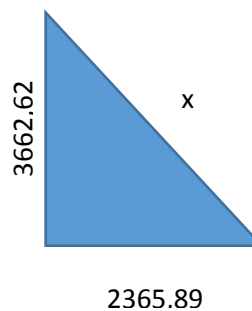
$$M_8 = M1 + A1 + A2 - A3 - A4 - A5 + A6 + A7$$

$$M_8 = 0$$

MOMENTO FLECTOR MAXIMO.

$$M_{maxx} = 2365,89$$

$$M_{maxy} = 3662,625$$



$$x = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$x = \sqrt{2365,89^2 + 3662,625^2}$$

$$x = 4360 \text{ kgf.cm Momento flector máximo}$$

CALCULO DE LA FLECHA A LA FATIGA.

$$A36 = \left\{ S_y = 36000 \text{ PSI} = 2531,016 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right\} \quad \left\{ S_e = 11810 \text{ PSI} = 830,313 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right\}$$

FACTOR DE SEGURIDAD  $n = 2$

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f$$

$$k_a = 0,85 \text{ factor de superficie}$$

$$k_b = 0,78 \text{ factor de tamaño}$$

$$k_c = 0,868 \text{ factor de confibilidad}$$

$$k_d = 1 \text{ factor de temperatura}$$

$$k_e = 0,77 \text{ factor de concentración de esfuerzo}$$

$$k_f = 1,29$$

$$k_t = 1,5$$

$$S_e' = 0,5 * S_y = 18KPSI = 18000 PSI$$

$$S_e = 0,85 * 0,78 * 0,868 * 1 * 0,77 * 1,29 * 18 KPSI$$

$$S_e = 11,81KPSI = 11810PSI$$

$$s_y = 36000PSI = 2531,016 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$s_e = 11810PSI = 830,313 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[ \left( \frac{T}{s_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[ \left( \frac{T}{s_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

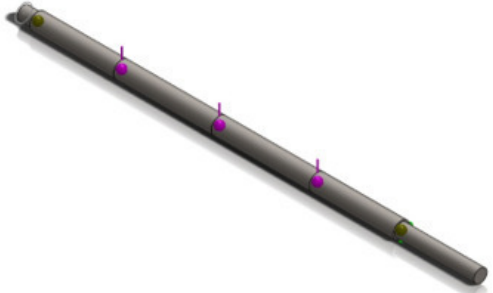
$$d = \left\{ \frac{32*2}{\pi} \left[ \left( \frac{716,2kgf.cm}{2531,016 \frac{kgf}{cm^2}} \right)^2 + \left( \frac{4360,3}{830,313 \frac{kgf}{cm^2}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left\{ 20,371 \left[ (0,2829)^2 + (5,251)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = (20,371(5,258))^{\frac{1}{3}}$$


$$d = 4,75cm = 1,86plg = 2plg$$

$$EJE 1 diametro = 2plg$$






Nombre del modelo: EJE Motriz  
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

**Sólidos de viga:**

Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:300mm Volumen:0.000608049m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.78535kg Peso:46.8964N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI\EJE 2.SLDPRT Mar 8 01:09:13 2019

**Imagen 31:** Eje motriz  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:300mm Volumen:0.000608049m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.78535kg Peso:46.8964N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI\EJE 2.SLDPRT Mar 8 01:09:13 2019
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:256.8mm Volumen:0.000575136m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:4.52632kg Peso:44.3579N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI\EJE 2.SLDPRT Mar 8 01:09:13 2019
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/Ejes/Eje 2 Pulg Área de sección: 0.00202683m <sup>2</sup> Longitud:256.8mm Volumen:0.000828094m <sup>3</sup> Densidad:7870kg/m <sup>3</sup> Masa:6.5171kg Peso:63.8676N	C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI\EJE 2.SLDPRT Mar 8 01:09:13 2019

**Tabla 12:** Solidos de viga  
**Fuente:** Chuqui (2019)

### Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático   1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla de viga
Tipo de solver	Direct sparse solver
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USUARIO\Downloads\TRABAJO CHUQUI)

**Tabla13:** Propiedades de estudio

Fuente: Chuqui (2019)


### Unidades

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

**Tabla14:** Unidades

Fuente: Chuqui (2019)

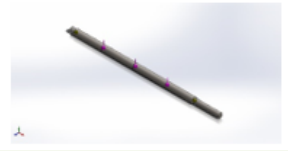
### Propiedades de material

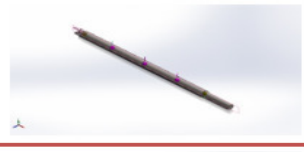
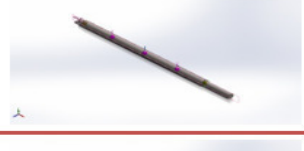

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3.5e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 4.2e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p>Módulo elástico: 2.05e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m<sup>3</sup></p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m<sup>2</sup></p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2])(EJE 2),</p> <p>Sólido 2(Ejes EJE 2 PULG(Cortar-Extruir1))(EJE 2),</p> <p>Sólido 3(Ejes EJE 2 PULG(Cortar-Extruir2))(EJE 2),</p> <p>Sólido 4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3])(EJE 2)</p>
Datos de curva:N/A		

**Tabla15:** Propiedades de material

Fuente: Chuqui (2019)

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 2 Joint(s) Tipo: Geometría fija

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- kgf Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-2		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- kgf Momentos: ---, ---, --- kgf.cm
Fuerza-3		Entidades: 1 plano(s), 1 Juntas Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -140, --- kgf Momentos: ---, ---, --- kgf.cm

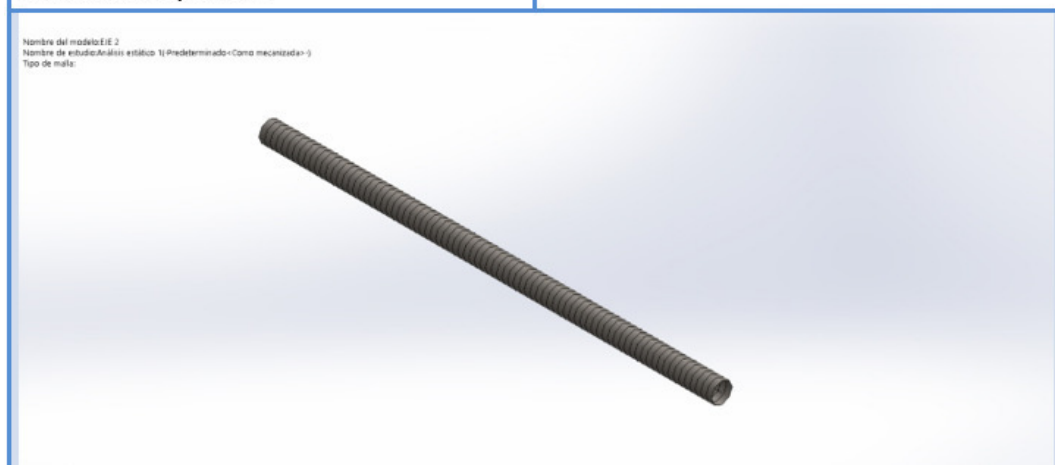
**Tabla16:** Cargas y sujeciones  
**Fuente:** Chuqui (2019)

## Información de malla

Tipo de malla	Malla de viga
---------------	---------------

### Información de malla - Detalles

Número total de nodos	87
Número total de elementos	82
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	



**Imagen 32:** Información de malla  
**Fuente:** Chuqui (2019)

## Fuerzas resultantes

### Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	4118.79	0	4118.79

### Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	1.11192e-33	0	0	1e-33

**Tabla17:** Fuerzas resultantes

Fuente: Chuqui (2019)

## Vigas

### Fuerzas de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N )	Corte1(N )	Corte2(N )	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2])	1	0	0	686.466	-66.4759	0	1.00811e-21
	2	0	0	-686.466	272.416	0	4.13118e-21
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1])	1	0	0	2059.4	462.377	0	1.26715e-29
	2	0	0	-2059.4	66.4759	0	-1.26716e-29
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4])	1	0	0	2059.4	-462.377	0	-1.26727e-29
	2	0	0	-2059.4	-66.476	0	1.26726e-29
Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3])	1	0	0	-686.465	-272.416	0	4.13118e-21
	2	0	0	686.465	66.476	0	1.00811e-21

**Tabla18:** Fuerzas de viga

Fuente: Chuqui (2019)

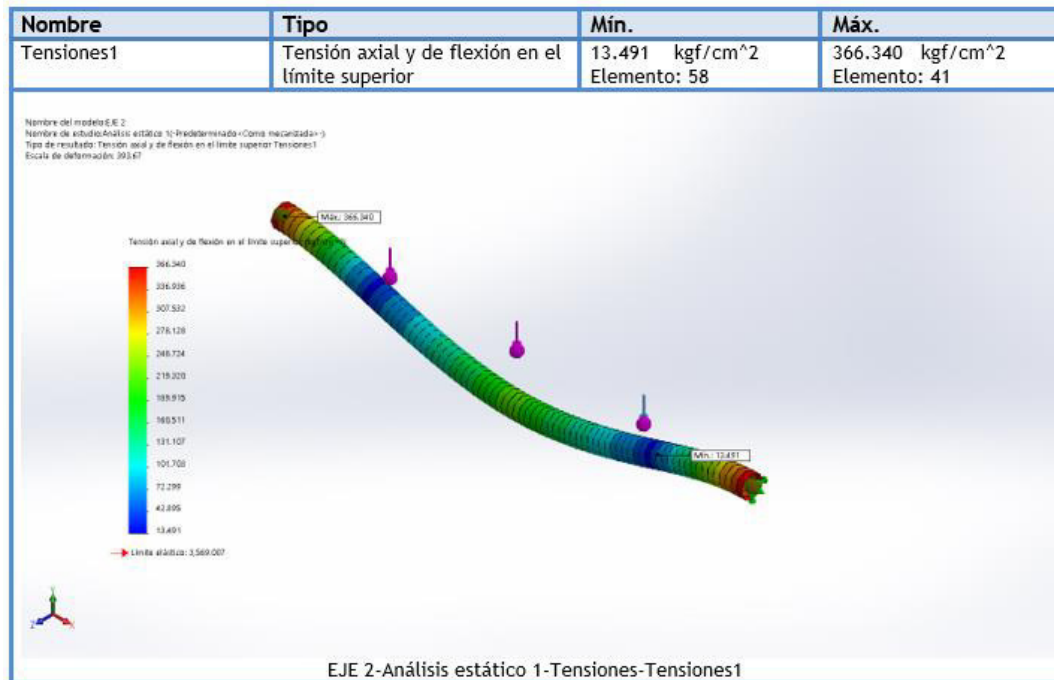
### Tensiones de viga

Nombre de viga	Junta s	Axial(N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue1(N/m <sup>2</sup> )	Dir. de pliegue2(N/m <sup>2</sup> )	Torsional (N/m <sup>2</sup> )	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m <sup>2</sup> )
Viga-1(Ejes EJE 2 PULG(1)[2])	1	0	-5.16503e+06	0	3.91639e-17	5.16503e+06
	2	0	-2.11661e+07	0	1.60492e-16	2.11661e+07
Viga-2(Ejes EJE 2 PULG(1)[1])	1	0	3.59257e+07	0	4.92276e-25	3.59257e+07
	2	0	-5.16503e+06	0	4.92279e-25	5.16503e+06
Viga-3(Ejes EJE 2 PULG(1)[4])	1	0	3.59257e+07	0	4.92319e-25	3.59257e+07
	2	0	-5.16504e+06	0	4.92317e-25	5.16504e+06
Viga-4(Ejes EJE 2 PULG(1)[3])	1	0	-2.11661e+07	0	1.60492e-16	2.11661e+07
	2	0	-5.16504e+06	0	3.91641e-17	5.16504e+06

**Tabla19:** Tensiones de viga

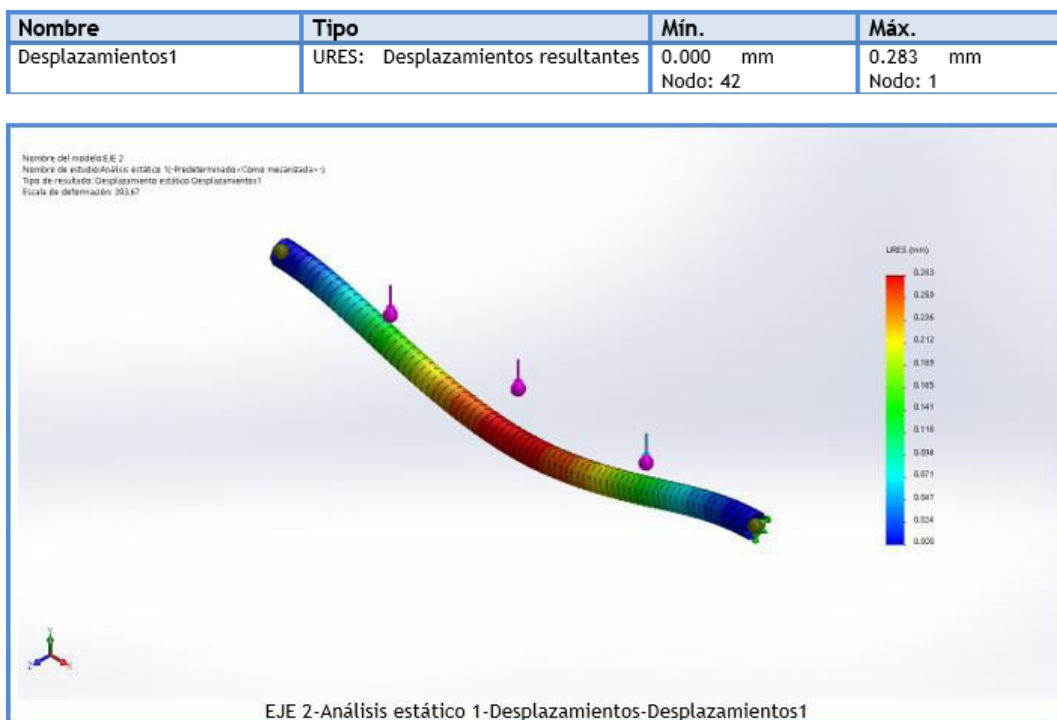
Fuente: Chuqui (2019)

## Resultados del estudio



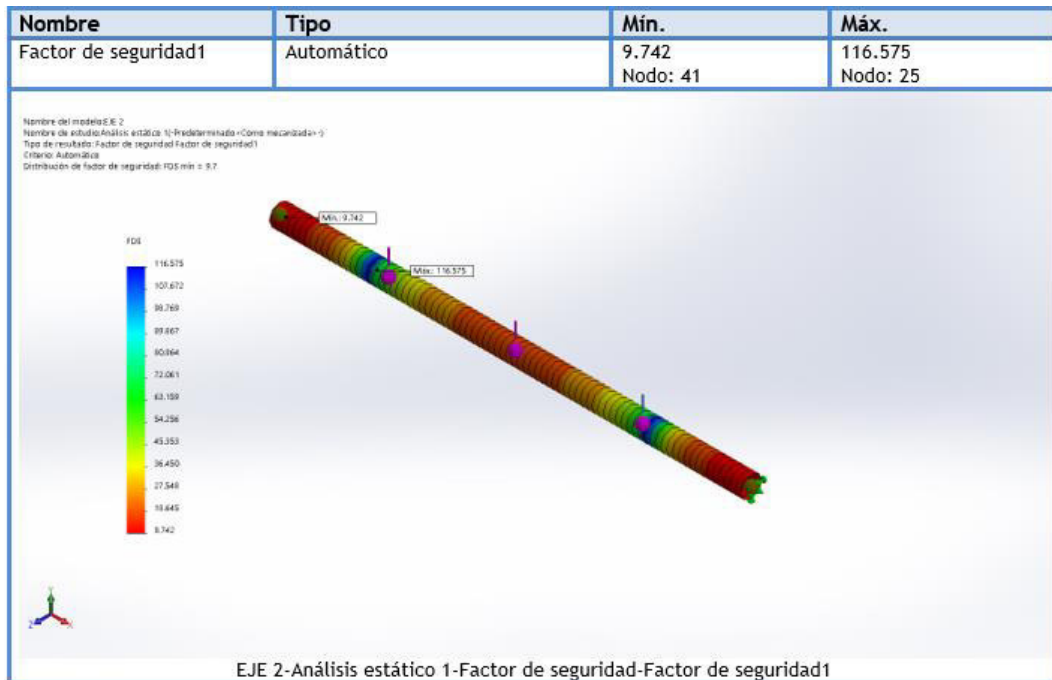
**Imagen 33:** Análisis estático tensiones

Fuente: Chuqui (2019)

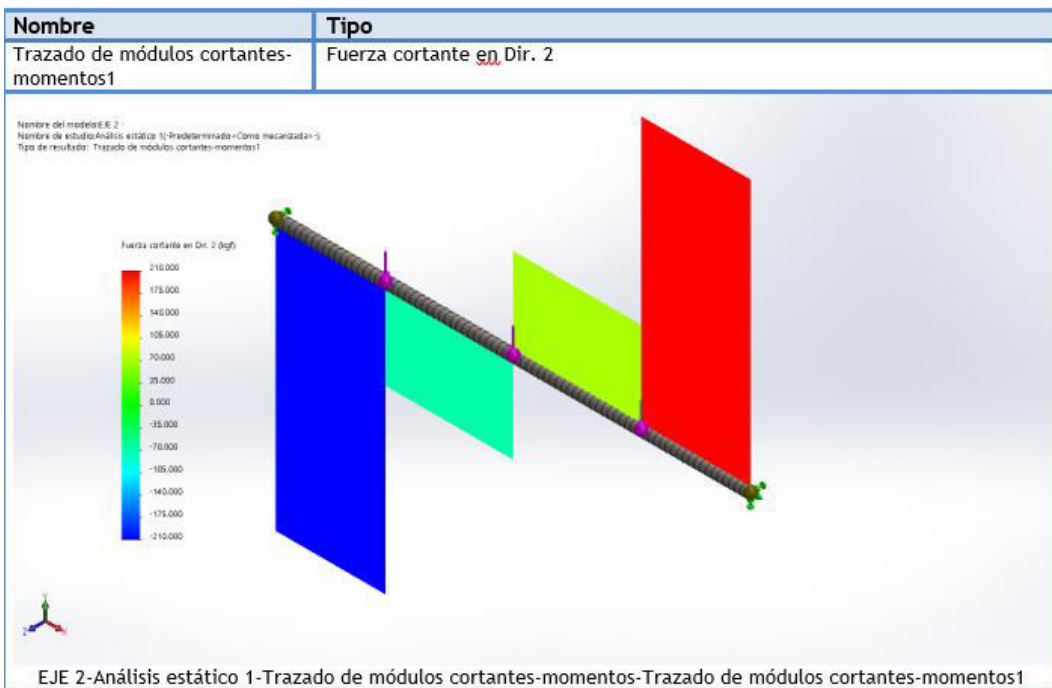


**Imagen 34:** Análisis estático desplazamiento

Fuente: Chuqui (2019)

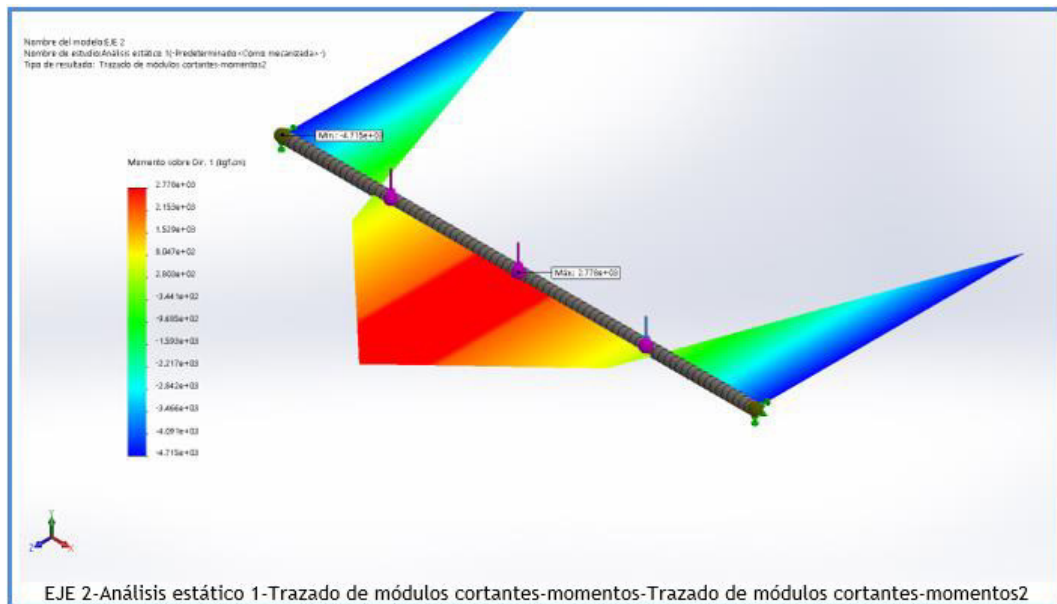


**Imagen 35:** Factor de seguridad  
**Fuente:** Chuqui (2019)

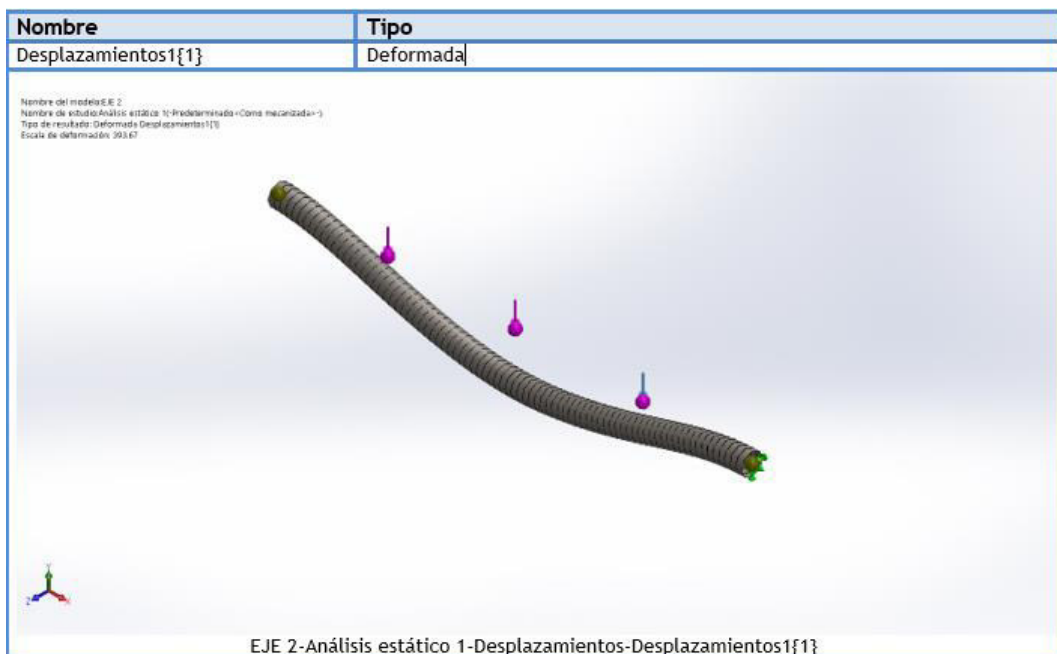


**Imagen 36:** Módulos cortantes  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Nombre	Tipo
Trazado de módulos cortantes-momentos2	Momento sobre Dir. 1



**Imagen 37:** Análisis estáticos momentos  
**Fuente:** Chuqui (2019)



**Imagen 38:** Desplazamiento  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Conclusión.

Existe un buen soporte de carga del eje ya que su factor de seguridad es de 9,7

Selección de Rodamientos (ANEXO F)

DATOS:

Diámetro: 80mm

B=anchura=10mm

Diámetro interior=50,8mm

C=16300

C<sub>0</sub>=11400

Fr=1575,6 lbf

Fa=1050,4 lbf

$$e = \frac{i * Fa}{Co} \quad \text{Ec.6}$$

$$= \frac{1 * 1050,4lbf}{11400} = 0,092$$

$$\frac{Fa}{V * Fr} = \frac{1050,4lbf}{1 * 1575,6} = 0,66$$

$$Fe = P = X * V * Fr + Y * Fa$$

$$P = (0,56 * 1 * 1575,6) + (2,30 * 1050,4)$$

$$P = 882,336 + 2415,93$$

$$P = 3292,256$$

CALCULO VIDA UTIL  $h = 3$  RODAMIENTO DE BOLAS.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$= \left(\frac{16300}{3292,256}\right)^3 = (4,95)^3 = 121,28 * 10^6 \text{ Millones de Revoluciones.}$$

$$L_{10} = \frac{121,28 * 10^6}{60} = \frac{121,28 * 10^6}{8700} = 1394 \text{ HORAS}$$

$$1394 * S(\text{factor SKF}) = 6970 \text{ HORAS} * \frac{1 \text{ DIA}}{24 \text{ HORAS}} = 290 \text{ DIAS}$$

CAMBIAR DE RODAMIENTO CADA 9 MESES

## SELECCIÓN DE BANDAS. (ANEXO G)

DATOS:

$$P = 6HP$$

$$n_1 = 1450$$

$$d_1 = 4plg = 101,6mm$$

$$d_2 = 11,6 plg = 295,64mm$$

Potencia de diseño

$$Pd = k * P \quad \text{Ec.7}$$

$$Pd = 1,1 * 6HP$$

$$Pd = 6,6HP$$

Tipo de banda A

$$n_1 d_1 = n_2 d_2$$

$$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2} = \frac{1450rpm * 101,6mm}{294,64mm} = 500rpm$$

Distancia entre centros: Ec.8

$$C = 0,7(D + d) \rightarrow C = 0,7(294,64mm + 101,6mm) = 277,37$$

$$C = 2(D + d) \rightarrow C = 2(294,64mm + 101,6mm) = 554,74$$

**416,055mm**

Longitud de banda

$$L = 2C + [1.5(D + d)] + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad \text{Ec.9}$$

$$L = 2(416.055) + [1.5(294,64mm + 101,6mm)] + \frac{(294,64 - 101,6)^2}{4(416,055)}$$

$$L = 832,1 + 594,36 + \frac{37264,44}{1664,2}$$

$$L = 1436,46 + 22,40$$

$$L = 1458,86mm$$

NUMERO DE BANDAS.

Interpolar 101,6mm

$$\tan \theta = \frac{105-100}{2,31-2,13}$$

$$\#bandas = \frac{Pd}{x}$$

$$\tan \theta = \frac{105-100}{x-2,13}$$

$$\frac{105-100}{2,31-2,13} = \frac{101,6-100}{x-2,13}$$

$$\frac{5}{0,18} = \frac{1,6}{x-2,13}$$

$$x - 2,13(5) = 1,6(0,18)$$

$$5x - 10,65 = 0,288$$

$$5x = 0,288 + 10,65$$

$$x = \frac{10,93}{5}$$

$$x = 2,18$$

DEFLEXIÓN

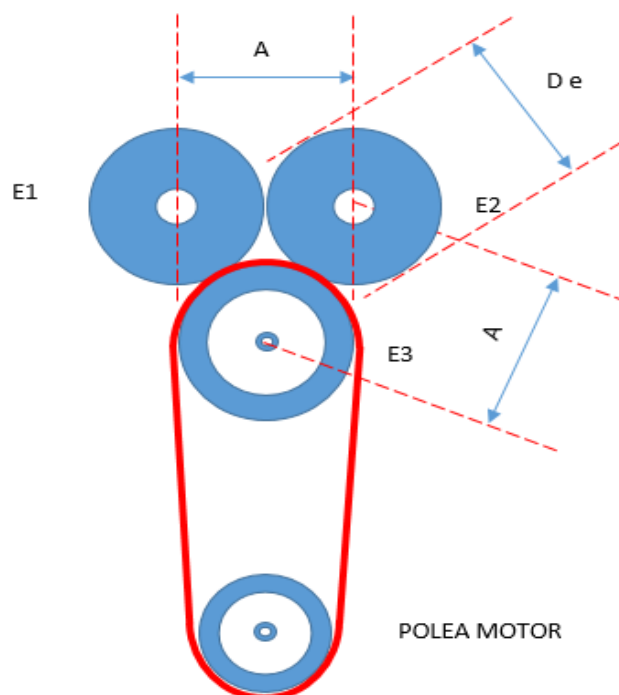
$$df = \frac{c}{100} * 1,6$$

$$df = \frac{511,69}{100} * 1,6$$

$$df = 8,18 \text{ m}$$

ENGRANAJES

CADENA CINEMATICA.



$$\#B = \frac{6,6}{2,18}$$

$$\#B = 3,02$$

#BANDAS = 3

Ec.10

**ENGRANAJES.**

**MATERIAL ACERO AL CARBONO.  $C = 0,15 - 0,25\%$      $14,17 \text{ kg. mm}^2$**

**DATOS:**

*Diametro = 200mm*

*# de dientes = 48 dientes*

$\leq 20^\circ$

$$\text{Modulo} = \frac{D}{N + 2} \qquad \text{Ec. 11}$$

$$M = \frac{200}{48 + 2} = 4$$

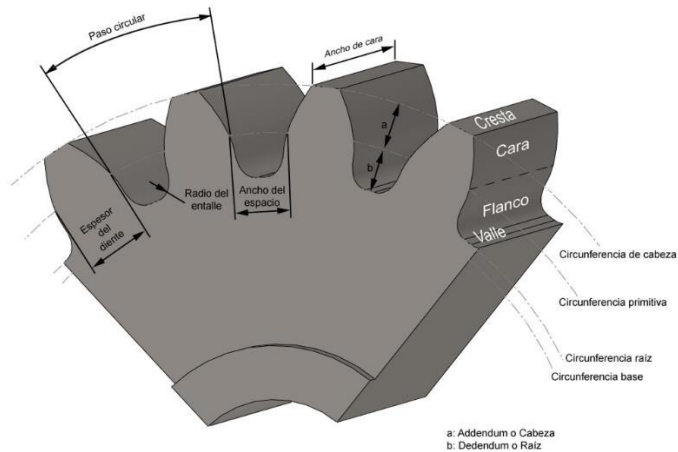
*Diametros primitivo.*

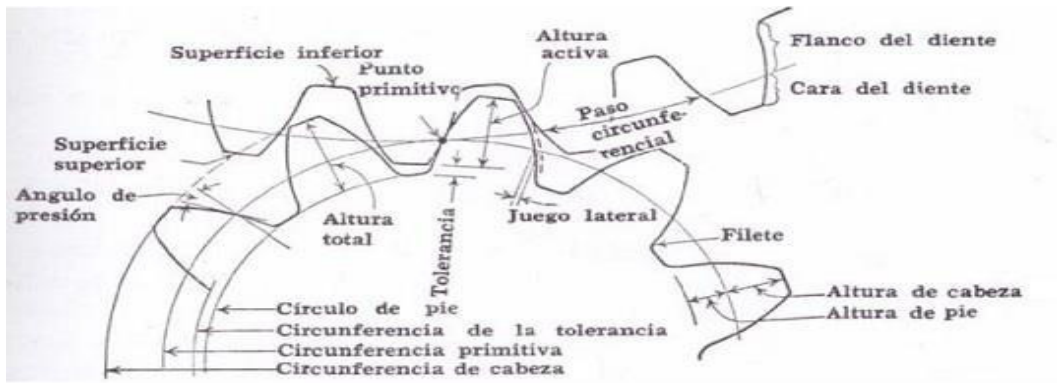
$$D_p = M * N \qquad \text{Ec.12}$$

$$D_p = 4 * 48 \qquad D_p = 192\text{mm}$$

*Paso del engranaje.*

$$M = \frac{P_e}{\pi} \qquad \text{Ec.13} \qquad P_e = M * \pi \qquad P_e = 12,566\text{mm}$$





*ALTURA TOTAL DEL DIENTE*

$$h = 2,167 * M \quad \text{Ec.14}$$

$$h = 2,167 * 4$$

$$h = 8,668 \text{ mm}$$

*PASO CIRCUNFERENCIAL*

$$Pe = M * \pi \quad \text{Ec.15}$$

$$Pe = 4 * \pi$$

$$Pe = 12,566 \text{ mm}$$

*ALTURA DE LA CABEZA DEL DIENTE*

$$L = M$$

$$L = 4 \text{ mm}$$

$$l = 1,167 * M$$

$$l = 1,167 * 4$$

$$l = 4,668$$

*ESPESOR DEL DIENTE*

$$e = 0,5 * Pc \quad \text{Ec.16}$$

$$e = 0,5 * 12,566$$

$$e = 6,283 \text{ mm}$$

*ALTURA DEL PIE DEL DIENTE*

$$R = 0,3 * M \quad \text{Ec.17}$$

$$R = 0,3 * 4$$

$$R = 1,3 \text{ mm}$$

### ESPEJOR ENTRE DIENTES

$$c = 0.5 * Pc \quad \text{Ec.18}$$

$$c = 0.5 * 12,566$$

$$c = 6,283\text{mm} = e$$

$$c = e$$

$D_i = \text{Diametro Interior.}$

$$D_i = D_p - (2 * l) \quad \text{Ec.19}$$

$$D_i = 192 - (2 + 4,668)$$

$$D_i = 182,664\text{mm}$$

$A = \text{DISTANCIA ENTRE EJES O CENTROS DE DOS RUEDAS.}$

$$A = \frac{D_p + D_p}{2} \quad \text{Ec.20}$$

$$A = \frac{N + N}{2} * 4$$

$$A = \frac{192 + 192}{2} = 192 \quad A = \frac{48 + 48}{2} * 4 \quad A = 198$$

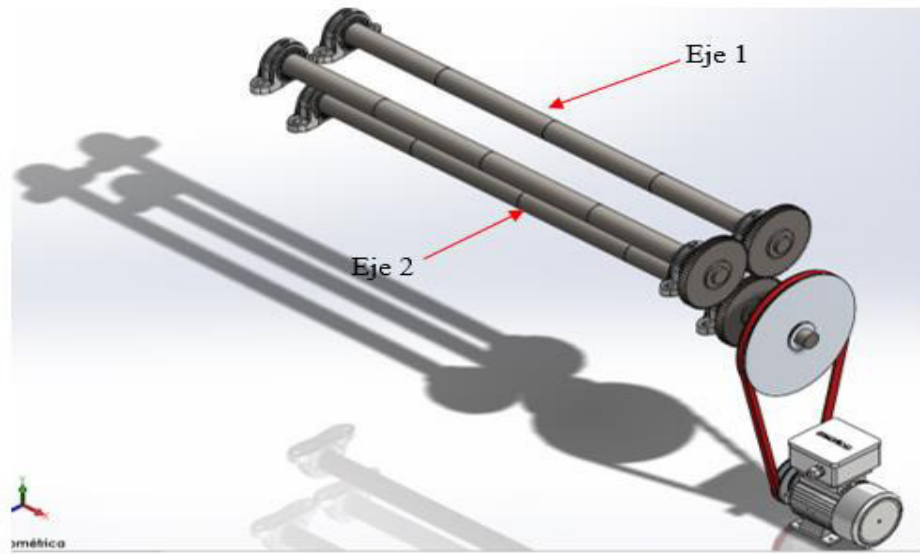
### RESULTADOS:

Para la fabricación de este tipo de mezclador de barro, hemos utilizado un motor de 7HP, conectado cinemáticamente por medio de bandas a un eje motriz el mismo que posee 4 pares de paletas distribuidas uniformemente para mover el barro. El eje motriz transmite el movimiento a 2 ejes por medio de engranajes, esos ejes tienen 3 pares de paletas cada uno; todos estos ejes soportados por 3 pares de rodamientos, por lo cual se lograrían una eficiente mezcla del barro. A continuación, las especificaciones de los resultados:

Motor Eléctrico:	6.6 hp trifásico — 7 hp/1450rpm.
Diámetro eje 1(motriz):	2 pulgadas
Diámetro ejes 2 y 3:	2 pulgadas
Longitud eje 1:	140 cm
Longitud eje 2 y 3:	125 cm
Diámetro polea 1:	4 pulgadas / 101.6 mm
Diámetro polea 2:	11.6 pulgadas / 295.64 mm
Peso de paletas:	6 libras c/par

Radio de paletas:	15cm
Tipo de banda:	Tipo A
Número de bandas:	3
Longitud de bandas:	1458.86 mm
Distancia entre centros de poleas	416.055 mm
Deflexión de bandas:	8.18 mm
Peso engranaje:	10 lb
Número de dientes:	48
Módulo:	4
Diámetro exterior:	200mm
Diámetro interior:	182.66 mm
Diámetro de perímetros:	192 mm
Paso del engranaje:	12.566 mm
Altura del diente:	8.668 mm
Paso circunferencial:	12.566 mm
Altura de la cabeza del diente:	4.668 mm
Espesor del diente:	6.283 mm
Altura del pie del diente:	1.3 mm
Espesor entre dientes:	6.283 mm
Distancia entre centros de 2 engranajes:	198 mm

## MODELADO

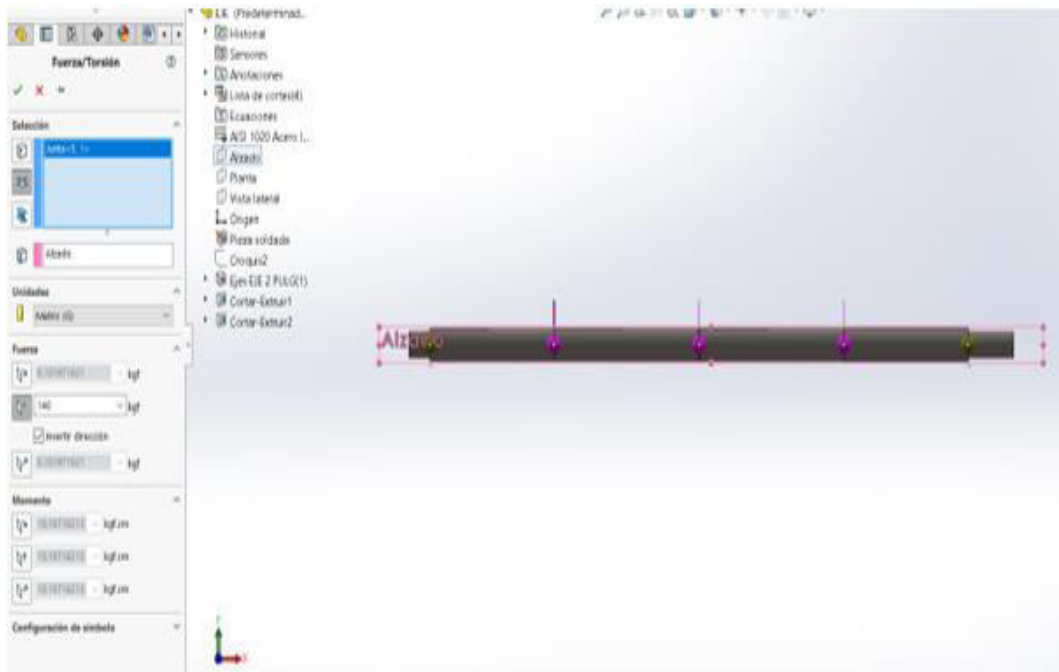


1.-Eje 1

2.-Eje 2

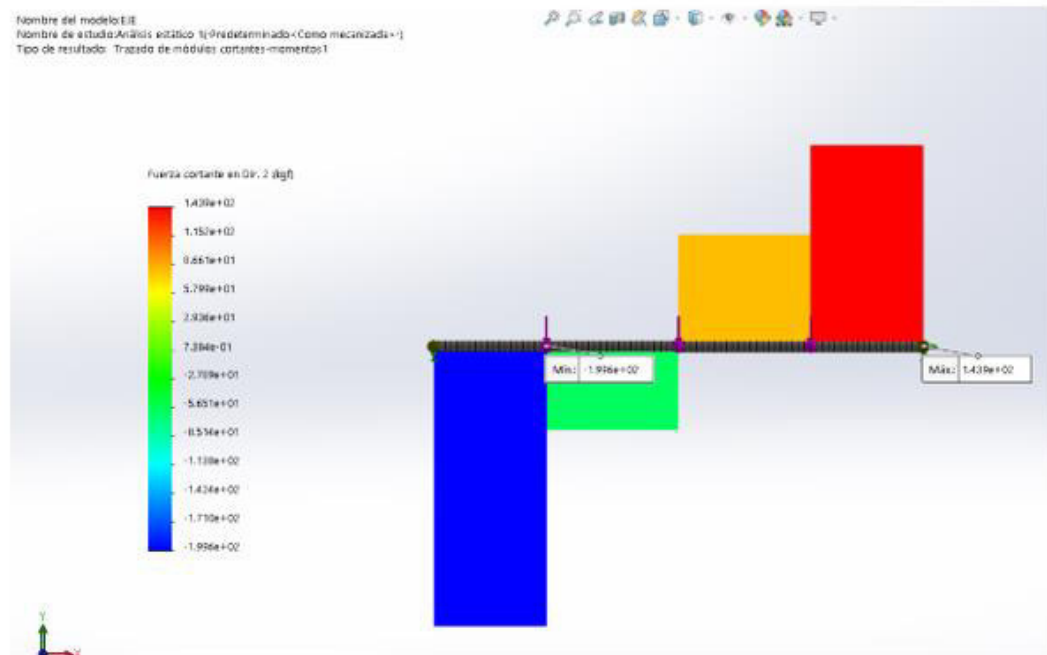
Aplicando una carga de 140Kgf en cada una de los tres puntos

**Imagen 39:** Modelado  
**Fuente:** Chuqui (2019)



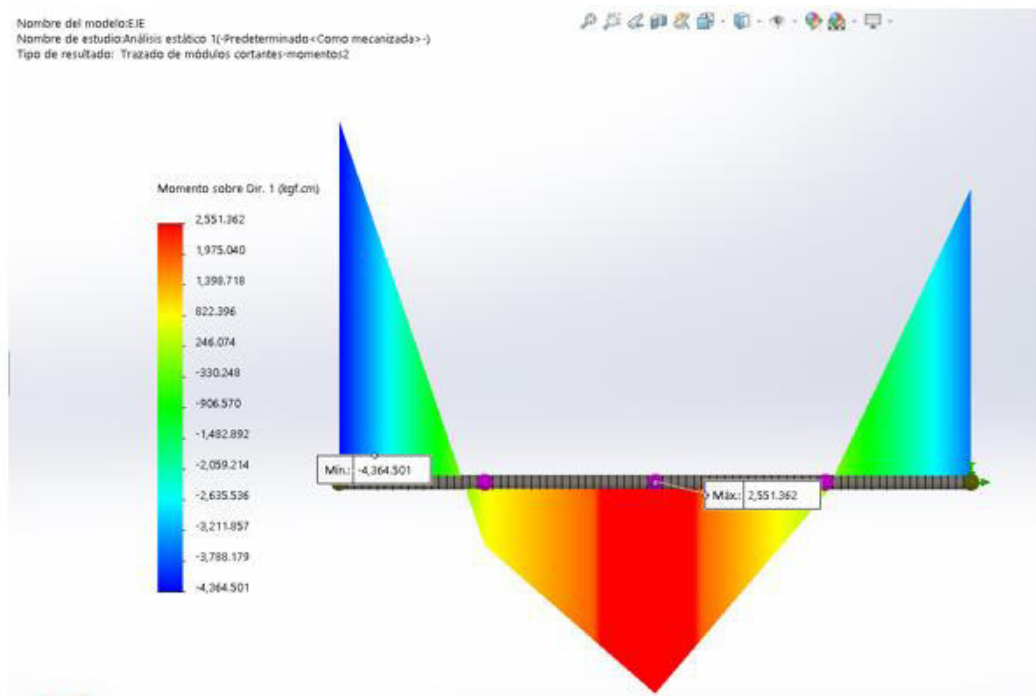
**Imagen40:** Aplicación de carga  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Se obtuvo un diagrama de cortantes



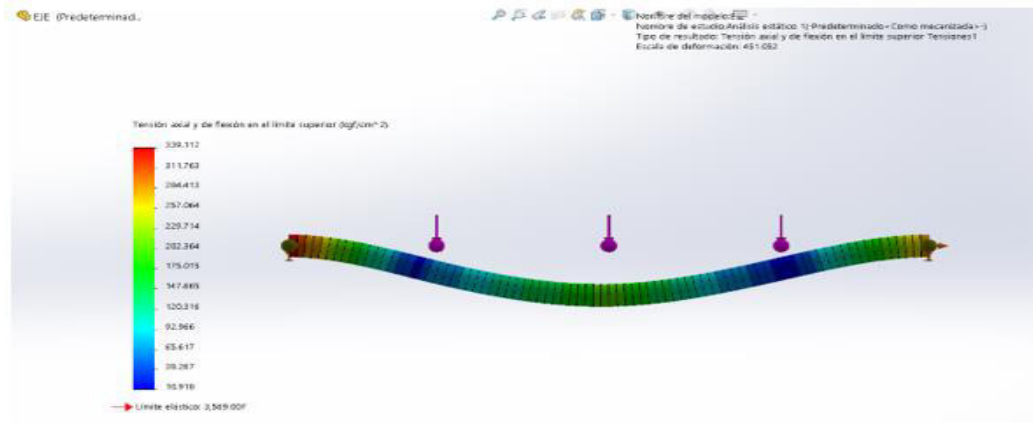
**Imagen 41:** Diagrama de cortantes  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Con un diagrama de momentos



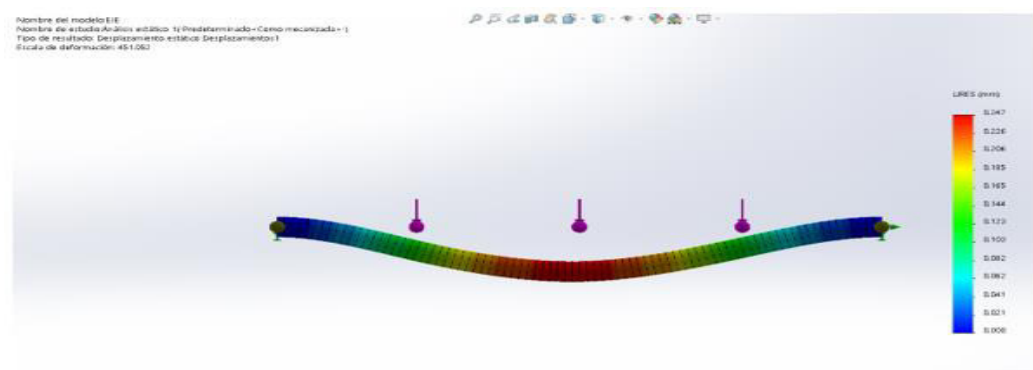
**Imagen 42:** Diagrama de momentos  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Se obtiene una tensión axial máxima de 339.112 kgF



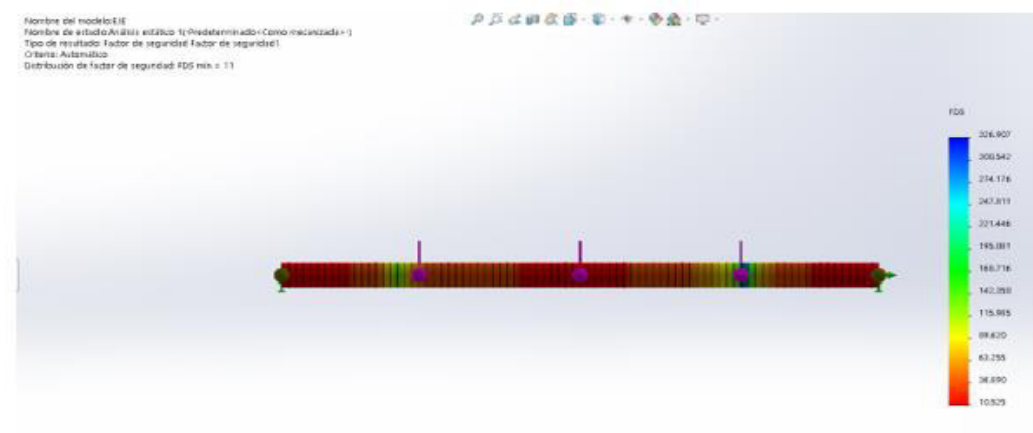
**Imagen 43:** Tensión axial  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Como desplazamiento se obtiene un máximo de 0.247mm y un mínimo de 0



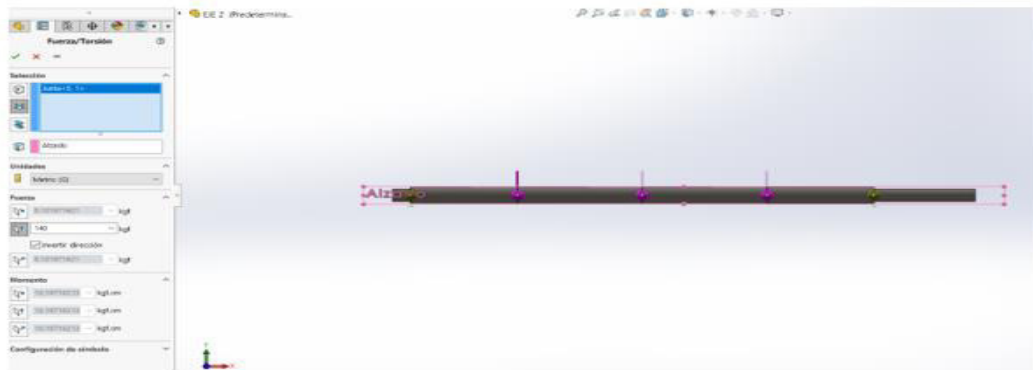
**Imagen 44:** Con desplazamiento  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Dándonos un factor de seguridad de 11



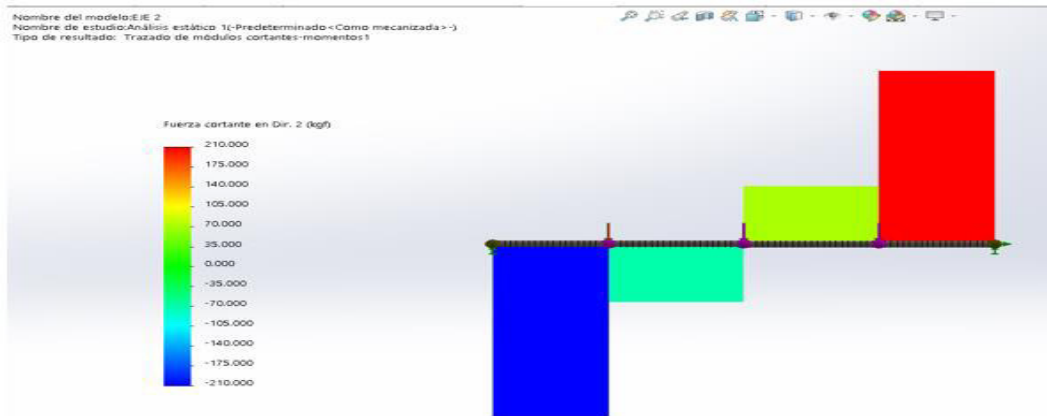
**Imagen 45:** Factor de seguridad  
**Fuente:** Chuqui (2019)

## ANÁLISIS EN EL EJE MOTRIZ



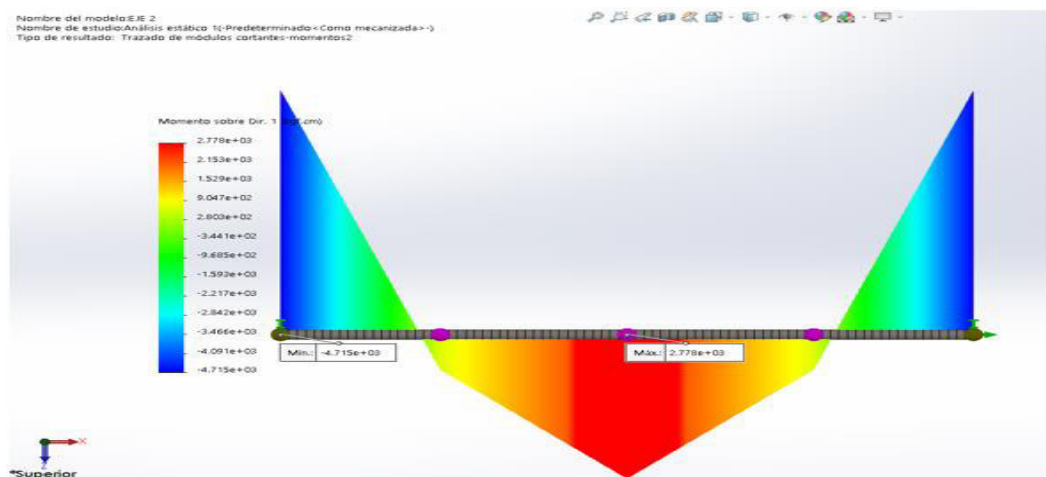
**Imagen 46:** Análisis eje motriz  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Se obtuvo un diagrama de cortantes



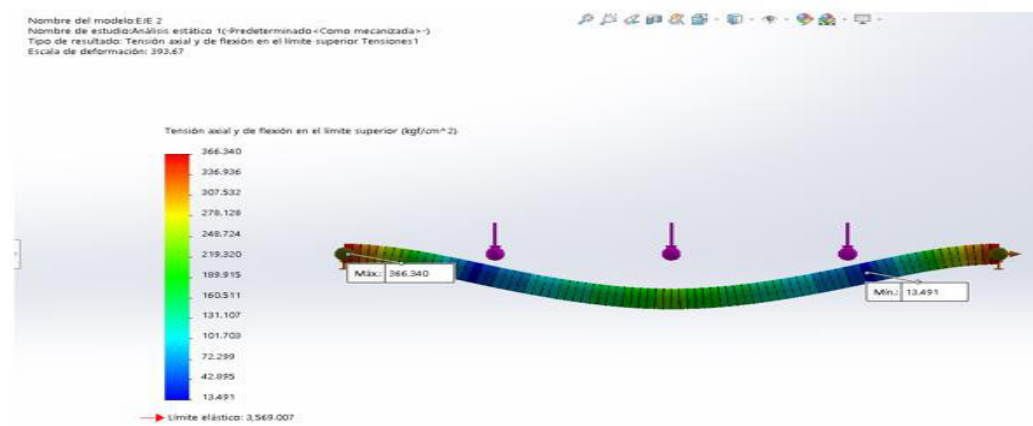
**Imagen 47:** Eje motriz diagrama de cortantes  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Con un diagrama de momentos



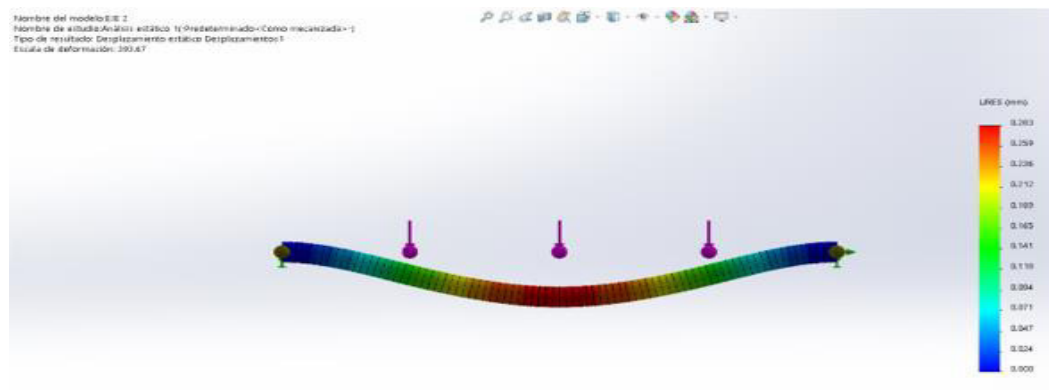
**Imagen 48:** Eje motriz diagrama de momentos  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Se obtiene un análisis de tensiones



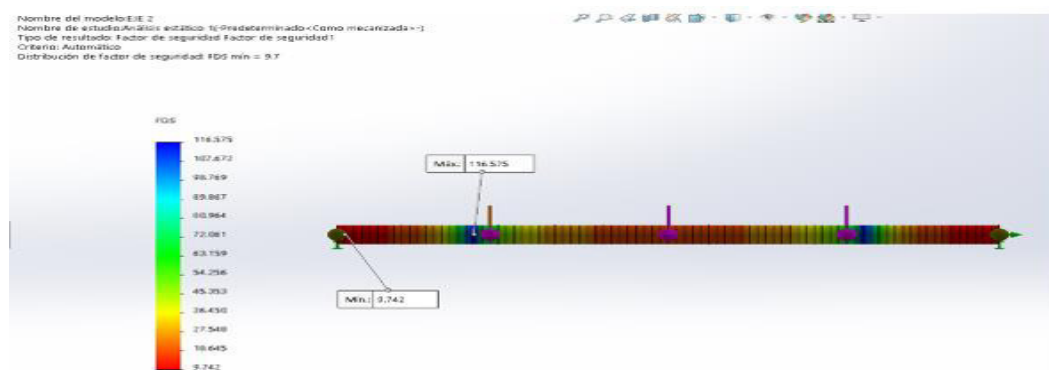
**Imagen 49:** Eje motriz análisis de tensiones  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Con un desplazamiento de



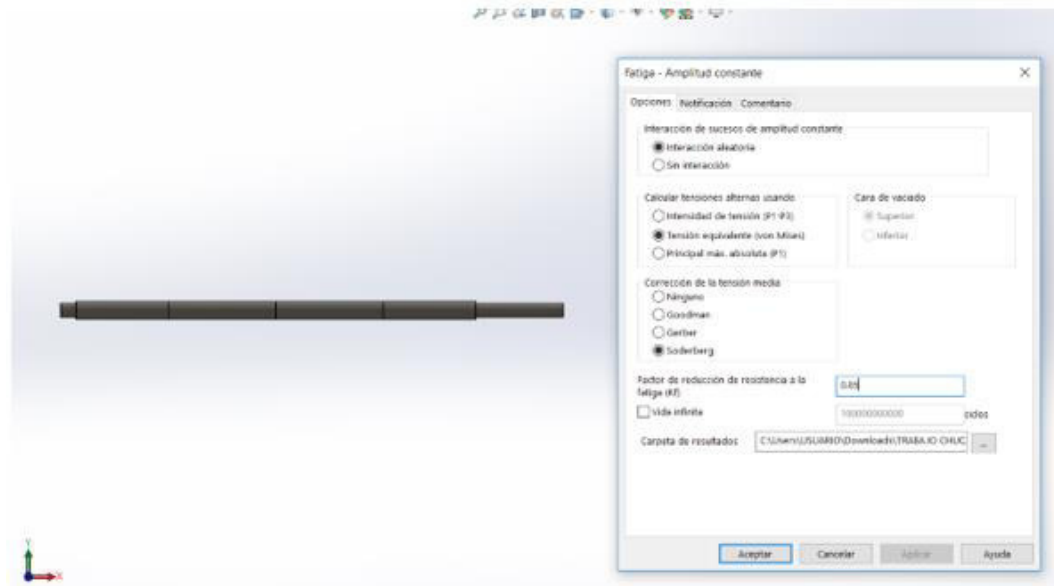
**Imagen 50:** Eje motriz con desplazamiento  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Con un factor de seguridad 9,7



**Imagen 51:** Eje motriz con un factor de seguridad de 9,7  
**Fuente:** Chuqui (2019)

Para análisis a fatiga se configuro mediante los siguientes parámetros



**Imagen 52:** Parámetros para análisis de fatiga  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Tabla 20.-** Análisis de costo de materiales

DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO/UNIT	COSTO/TOTAL
Eje motriz	AISI1020	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Ejes 2 y 3	AISI1020	2	\$ 45,00	\$ 90,00
Polea menor	Aluminio	1	\$ 24,00	\$ 24,00
Polea mayor	Aluminio	1	\$ 72,00	\$ 72,00
Paletas	Acero A36	20	\$ 4,50	\$ 90,00
Bandas	Tipo A	3	\$ 25,00	\$ 75,00
Engranajes	Acero al carbono	3	\$ 95,00	\$ 285,00
Rodamientos	Acero tipo bolas	6	\$ 32,00	\$ 96,00
Motor	Trifásico Hp	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Estructura	Acero A36	1	\$ 900,00	\$ 900,00
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>2282,00</b>

**Tabla 20:** Análisis de costo de materiales  
**Fuente:** Chuqui (2019)

**Tabla 21.-** Proceso actual vs proceso propuesto.

COSTO UNITARIO PROCESO ACTUAL VS PROCESO PROPUESTO			
DETALLE	ACTUAL	PROPUESTO	UTILIDAD
COSTO DE PRODUCCION	\$ 0,06	\$ 0,03	\$0,03
COSTO DE VENTA	\$ 0,08	\$ 0,08	0
UTILIDAD DUEÑO	\$ 335	\$ 700	\$ 365
UTILIDAD OBRERO 1	\$ 250	\$ 500	\$ 250
UTILIDAD OBRERO 2	\$ 250	\$ 500	\$ 250

**Tabla 21:** Proceso actual vs propuesto

**Fuente:** Chuqui (2019)

En referencia a la Tabla 5, se puede observar que al implementar la máquina todos las personas involucradas en el proceso de fabricación de ladrillos obtienen mayor ganancia; como ejemplo si se producen los 40000 ladrillos mensual habría una utilidad adicional de 835 dólares mensuales.

**Tabla22:** Cronograma de actividades marzo a agosto 2019

TIEMPO	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de la propuesta a la Asociación	X	X	X																					
Entrega de documentación de la propuesta				X	X	X																		
Socialización del funcionamiento de la máquina a trabajadores de las ladrilleras							X	X	X	X	X													
Entrega de ficha técnica de la máquina												X	X	X	X	X								
Capacitación al personal en el manejo de la máquina																	X	X						
Retroalimentación																			X	X				
Ejecución de la propuesta																					X	X		

**Tabla 22:** Cronograma de actividades

**Fuente:** Chuqui (2019)

## Costo y Administración

**Tabla 23:** Costo de la Propuesta

COSTO E IMPLEMENTACIÓN			
Descripción	P. Unitario (\$)	Cantidad	P. Total (\$)
Propuesta <ul style="list-style-type: none"><li>Costo de la máquina</li></ul>	2000,00	1	2282,00
Capacitación (Logística) <ul style="list-style-type: none"><li>Socialización de la propuesta</li></ul>	600,00	2	1200,00
Manuales (Material físico) <ul style="list-style-type: none"><li>Diseño</li><li>Transcripción</li><li>Impresión</li><li>Encuadernación</li></ul>	5,00	80	400,00
SUBTOTAL			3882,00
Imprevistos 10%			388,20
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>4270,20</b>

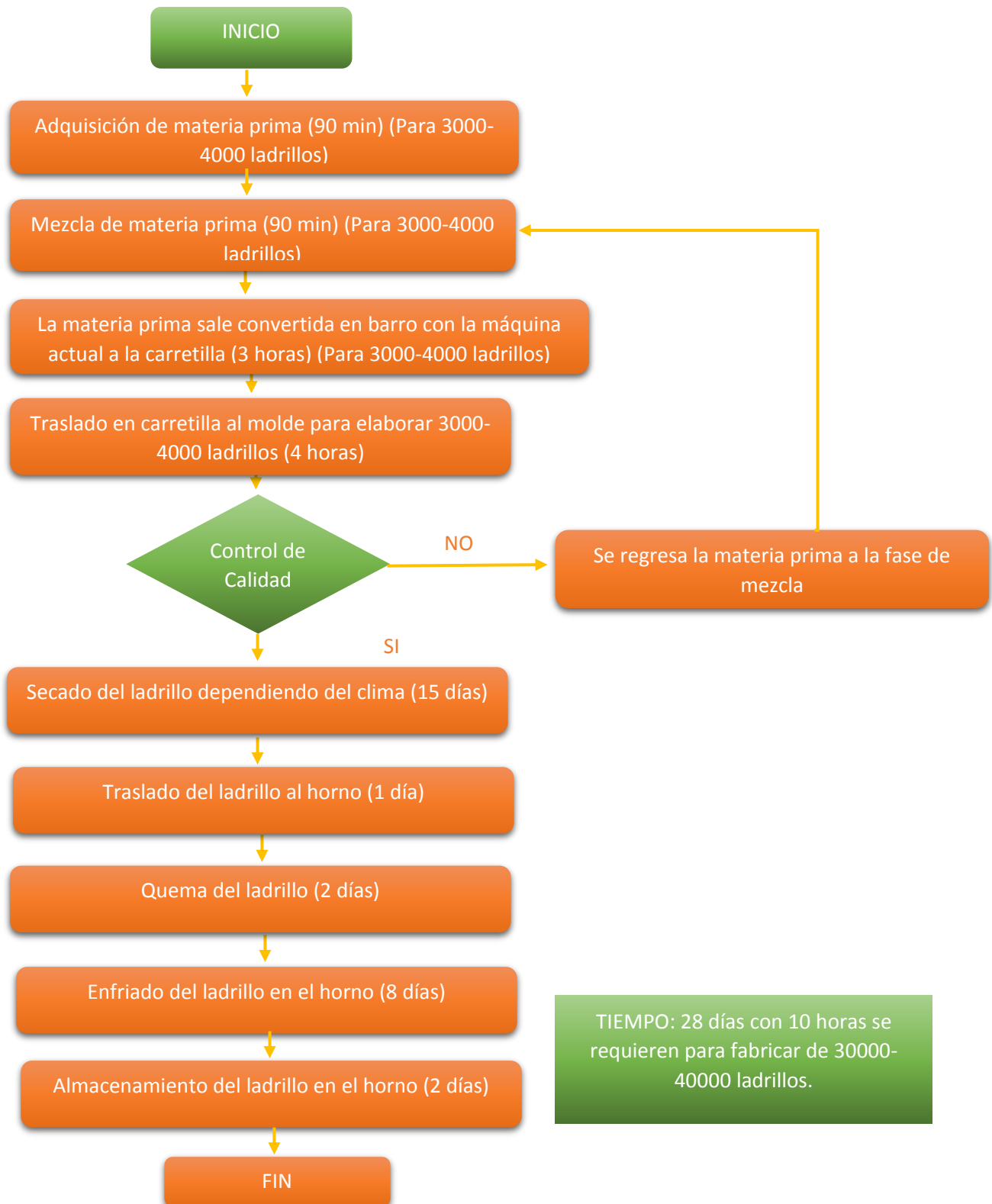
**Tabla 23:** Costo de la propuesta  
**Fuente:** Chuqui (2019)

La administración de la presente propuesta estará a cargo del investigador y de los directivos de la Corporación de productores de ladrillos Primero de Mayo del cantón Chambo

Lo primordial para el éxito de la presente propuesta es el compromiso de trabajo en equipo para que se pueda ejecutar la misma y para un correcto flujo y control dentro del proceso de fabricación de ladrillos para satisfacción del cliente interno y de los clientes externos de la Corporación.

Caminando conjuntamente con mis amigos de la corporación hemos podido comprobar que en algunas de las fábricas que se aplicado las 5s y las 5m se ha notado un pequeño cambio, y realizamos un flujograma de la producción de ladrillos con nuestra propuesta y creemos que siendo aplicados podremos lograr nuestro objetivo. Optimizar la producción de ladrillos en la corporación primero de mayo.

## FLUJOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS CON LA PROPUESTA



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Se determinó el proceso actual de fabricación de ladrillos de la corporación de productores de mayo del cantón Chambo, en lo cual se observa que la tradición en el proceso se mantiene y las personas siguen siendo el elemento primordial en dichas actividades, por lo que su salud se ve afectada y su condición física deteriorando.
- Al calcular la productividad actual, se pudo evidenciar que la ganancia aproximada es de 835 dólares al mes por los 20000 ladrillos fabricados y para que exista mayor utilidad se debería incrementar la producción de ladrillos por que la demanda va existiendo.
- Por ello se planteó el diseño de una máquina mezcladora de materia prima con lo cual en primera instancia se resguarda la integridad física y la salud de los trabajadores y se optimiza el proceso logrando al final duplicar la producción actual y obtener el doble de utilidad por mes, porque se produce más cantidad y a menor costo de producción.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda revisar las actividades de transporte para de alguna manera optimizarlas y enfatizar en las actividades de inspección y control del proceso de fabricación de ladrillos, buscando industrializar la producción y proteger la salud física y mental de los trabajadores.
- Se recomienda socializar la propuesta a los representantes de las diferentes ladrilleras que forman parte de la Corporación Primero de Mayo, para llegar a un acuerdo y brindar la capacitación en cuanto a optimizar el proceso de producción y al correcto manejo de equipos y herramientas.
- Se recomienda la construcción de la máquina mezcladora diseñada, previo a una patente; ya que contribuirá a que la corporación de productores duplique su producción y abarate costos de producción y obtenga mayor utilidad en la venta de ladrillos; de esta manera mejorará ostensiblemente la calidad de vida de las familias que dependen de este trabajo.

## Bibliografía.

- BERNARD J. Hamrock.; Elementos de Máquinas, Traducido del inglés por Ana García Hernández 2da Ed. Editorial McGraw-Hill. México 1999.
- Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV). "Reingeniería de Procesos". Edit. (CEEICV). 2008.
- DÁVILA, Sandra. Cinco Momentos Estratégicos para hacer Reingeniería de Procesos. 2da Edición. 2006.
- DEUTSCHMAN, A. MICHELS, W. WILSON, C. Diseño de Máquinas, Teoría y Práctica. Traducido del inglés por José Armando Garza Cárdenas. 1ra Ed. México. Editorial Continental. 1991.
- FICK, U. Introducción a la investigación cualitativa. Madrid: Morata. (2004).
- GÓMEZ DUARTE, Fernando. "Estandarización y documentación de los procesos operativos de la empresa MONTAIND LTDA. con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2008". Santiago de Cali: Universidad autónoma de occidente. 2012.
- LARBURU N.; Máquinas Prontuario, 3ra Ed. Editorial Paraninfo. 1991.
- ROBERT L. MOTT; Diseño de Elementos de Máquina. Traducido del inglés por Virgilio González 4ta. Ed. México. Editorial Prentice Hall. 2006.
- ROBERT L. MOTT; Mecánica de Fluidos Aplicada. Traducido del inglés por Carlos Roberto Cordero 6ta Ed. Editorial Pearson Education. México 2005.
- SERWAY R.A.; Física para Ciencias e Ingeniería, 6ta Ed. Editorial Thomson, 2005.
- SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica, Traducido del inglés por Javier León Cárdenas. 6ta. Ed. Editorial Mc GrawHill. México. 2002.
- TRELLEBORG, Manual de diseño HP-E-V-belts, Segunda Edición © 2008.
- CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992
- S.A, Manual de capacitación sector ladrillero en América Latina, primera edición, Perú, 2016
- S.A, Plan de desarrollo de ordenamiento territorial del Cantón Chambo, 2016
- Ley 0, Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria, Quito, Ecuador, 10 de mayo 2011

# **ANEXO A**

**ANEXO A. Oficio de auspicio**

**CORPORACION DE PRODUCTORES DE TEJAS LADRILLOS Y AFINES  
"PRIMERO DE MAYO"**

Resolución SEPS-ROEPS-2013-004323

Chambo - Ecuador

Cel.: 0998693627

Chambo 04 de Mayo del 2018

Señores.

Universidad Tecnológica Indoamerica

Presente.

De mi consideración.

Reciban un cordial saludo de todos y cada uno de los socios de nuestra corporación, a petición verbal de parte interesada nos dignamos en auspiciar al Sr. Miguel Ángel Chuqui Infante portador de la cedula número 0602156044 para que en nuestro nombre realice un estudio en las aéreas que el crea conveniente, sobre la producción, comercialización, Impacto ambiental y Seguridad en el tema de ELABORACION DE LADRILLO MAMBRON, que en nuestro Cantón es fuente de ingreso para la gran mayoría de los habitantes, Nosotros nos comprometemos en apoyar en todo lo que sea necesario e incluso económicamente porque estamos convencidos de que este trabajo que se realice será por el adelanto de quienes honrosamente llevamos a diario el pan a nuestros hogares con este digno pero duro trabajo artesanal.

Por la atención que se digne dar al presente anticipo mi más sincero agradecimiento.

Atentamente:

Sr. Rafael Medina

ADMINISTRADOR



Recibido  
05/05/2018  
*[Handwritten signature]*

# **ANEXO B**

**ANEXO B1. Áreas por despejar**



**ANEXO B2. Área desorganizada**



**ANEXO B3. Incumplimiento de la hornada**



# ANEXO C

**ANEXO C. Mantenimiento correctivo**



# ANEXO D

**ANEXO D1.** Acumulación de materia prima



**ANEXO D 2. Leña no es utilizada apropiadamente**



# ANEXO E

**ANEXO E. No existen dotación de EPP**



# ANEXO F

**ANEXO F.** Catálogo de selección de rodamientos SKF

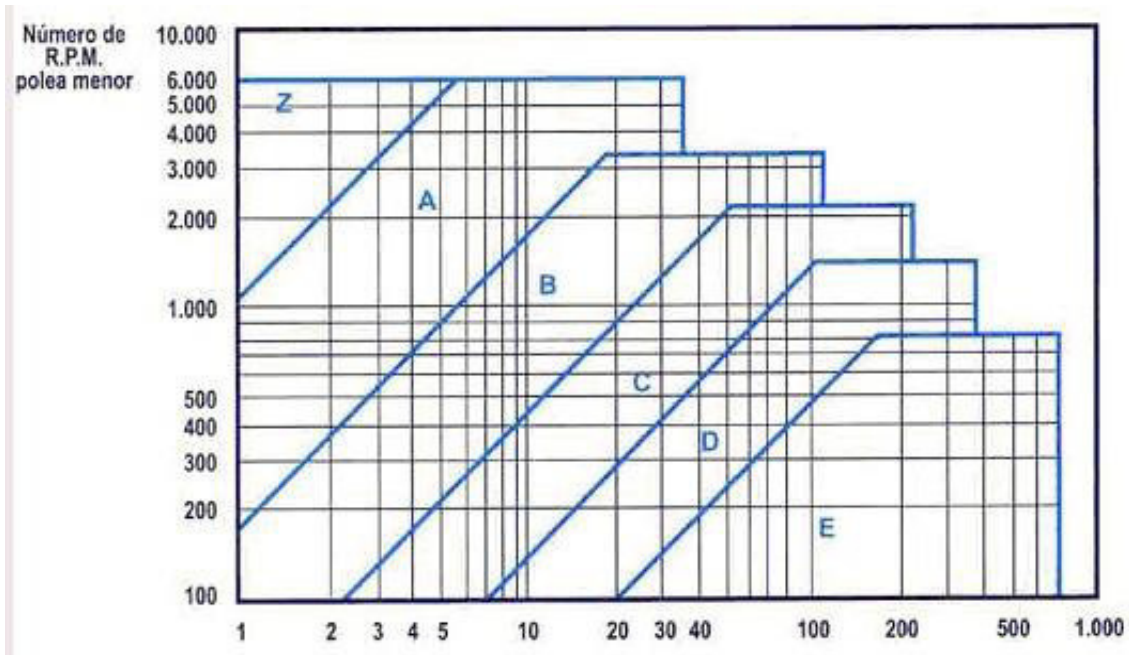
	68	7	17,8	11,6	0,49	22 000	14 000	0,19	* 6008
	80	18	32,5	19	0,80	18 000	11 000	0,37	* 6208
	80	18	35,8	20,8	0,88	18 000	11 000	0,34	6208 E
	90	23	42,3	24	1,02	17 000	11 000	0,63	* 6308
	110	27	63,7	36,5	1,53	14 000	9 000	1,25	6408
<b>45</b>	58	7	6,63	6,1	0,26	22 000	14 000	0,040	61809
	68	12	14	10,8	0,47	20 000	13 000	0,14	61909
	75	10	16,5	10,8	0,52	20 000	12 000	0,17	* 16009
	75	16	22,1	14,6	0,64	20 000	12 000	0,25	* 6009
	85	19	35,1	21,6	0,92	17 000	11 000	0,41	* 6209
	100	25	55,3	31,5	1,34	15 000	9 500	0,83	* 6309
	120	29	76,1	45	1,90	13 000	8 500	1,55	6409
<b>50</b>	65	7	6,76	6,8	0,285	20 000	13 000	0,052	61810
	72	12	14,6	11,8	0,50	19 000	12 000	0,14	61910
	80	10	16,8	11,4	0,56	18 000	11 000	0,18	* 16010
	80	16	22,9	16	0,71	18 000	11 000	0,26	* 6010
	90	20	37,1	23,2	0,98	15 000	10 000	0,46	* 6210
	110	27	65	38	1,6	13 000	8 500	1,05	* 6310
	130	31	87,1	52	2,2	12 000	7 500	1,9	6410
<b>55</b>	72	9	9,04	8,8	0,38	19 000	12 000	0,083	61811
	80	13	16,5	14	0,60	17 000	11 000	0,19	61911
	90	11	20,3	14	0,70	16 000	10 000	0,26	* 16011
	90	18	29,6	21,2	0,90	16 000	10 000	0,39	* 6011
	100	21	46,2	29	1,25	14 000	9 000	0,61	* 6211
	120	29	74,1	45	1,90	12 000	8 000	1,35	* 6311
	140	33	99,5	62	2,60	11 000	7 000	2,3	6411

# ANEXO G

**ANEXO G1.** Catálogo de selección de correas DUNLOP



ANEXO G2. Selección de la sección de la correa



# ANEXO H

**ANEXO H. Fórmulas**

**Ecuación 1.-** Momento torsor según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 2.-** Relación de transmisión según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 3.-** Momento torsor engranaje según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 4.-** Fuerza radial según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 5.-** Diámetro de la flecha según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 6.-** Espesor del rodamiento según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 7.-** Potencia de diseño según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 8.-** Distancia entre centros según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 9.-** Longitud de la banda según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 10.-** Deflexión de banda según SHIGLEY, J.E. MISCHKE, C.R. Diseño en Ingeniería Mecánica,

**Ecuación 11.-** Modulo de engranaje según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 12.-** Diámetro primitivo según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 13.-** Paso según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 14.-** Altura del diente según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 15.-** Paso circunferencial según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 16.-** Espesor del diente según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

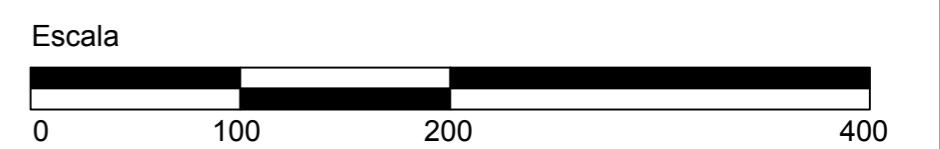
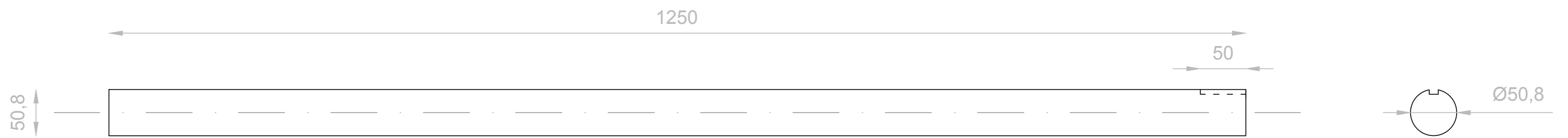
**Ecuación 17.-** Altura del pie del diente según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 18.-** Espesor entre dientes según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

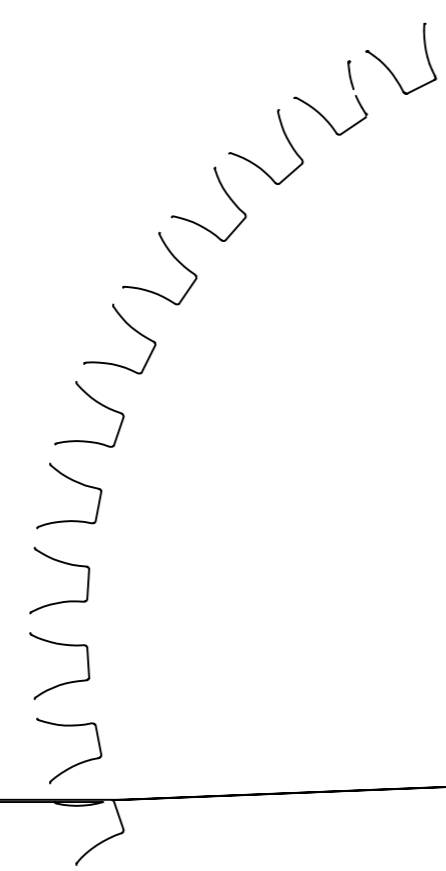
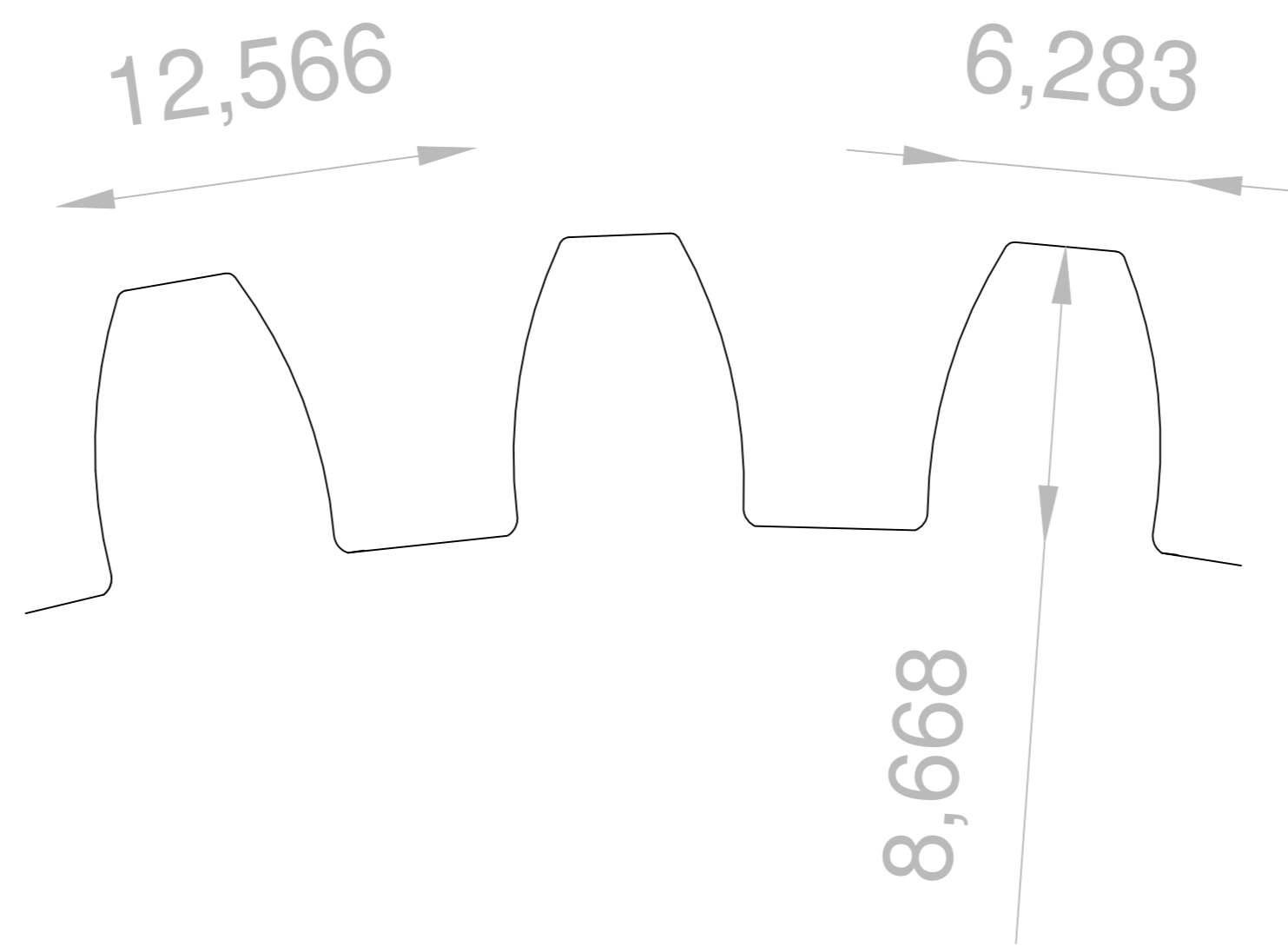
**Ecuación 19.-** Diámetro interior según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

**Ecuación 20.-** Distancia entre ejes según CASILLAS A.L, Maquinas cálculos de taller, Edición hispanoamericana, 1992

# ANEXO I

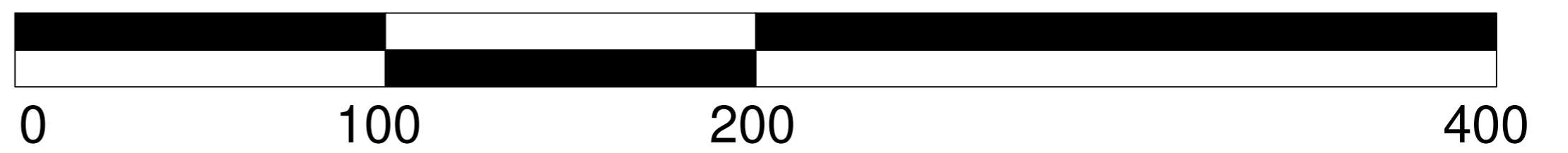


				Tolerancias		(Peso)	Materiales	
							Acero AISI 1020	
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	06/03/2019	Chuqui M.		
				Rev.	06/03/2019	Ing. Muzo P.		
				Apro.	06/03/2019	Ing. Ruales M.		
							Numero de dibujo	REGISTRO
							Anexo I	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:	

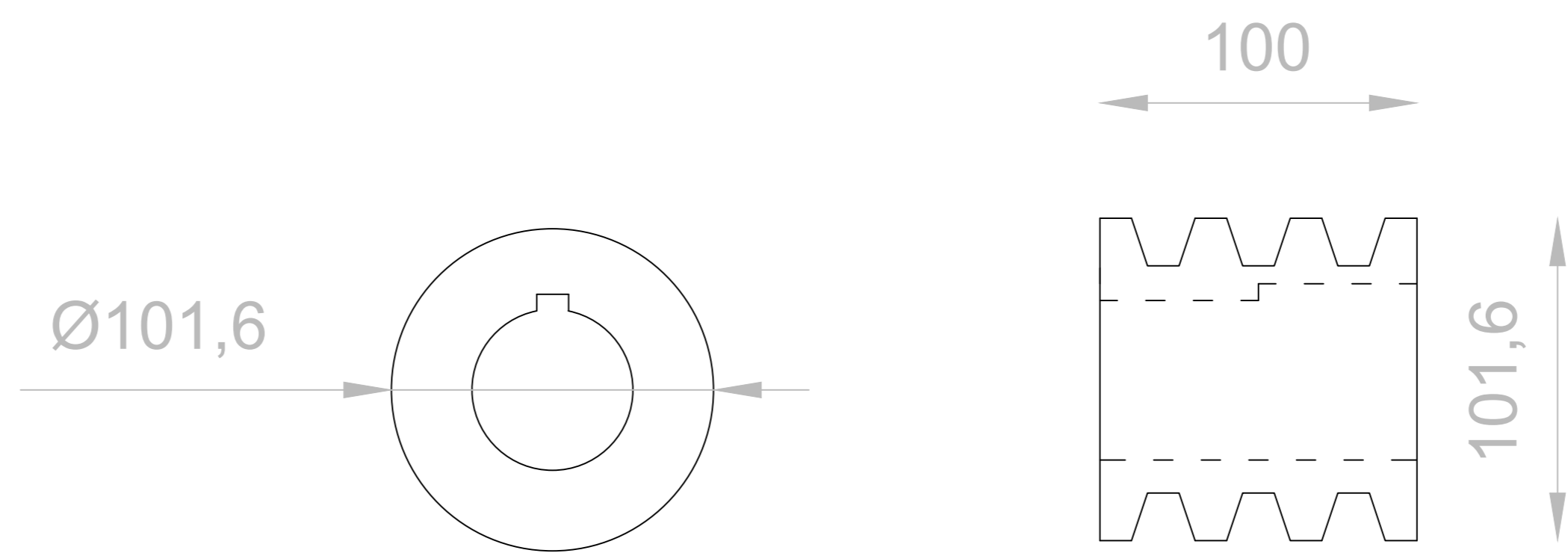
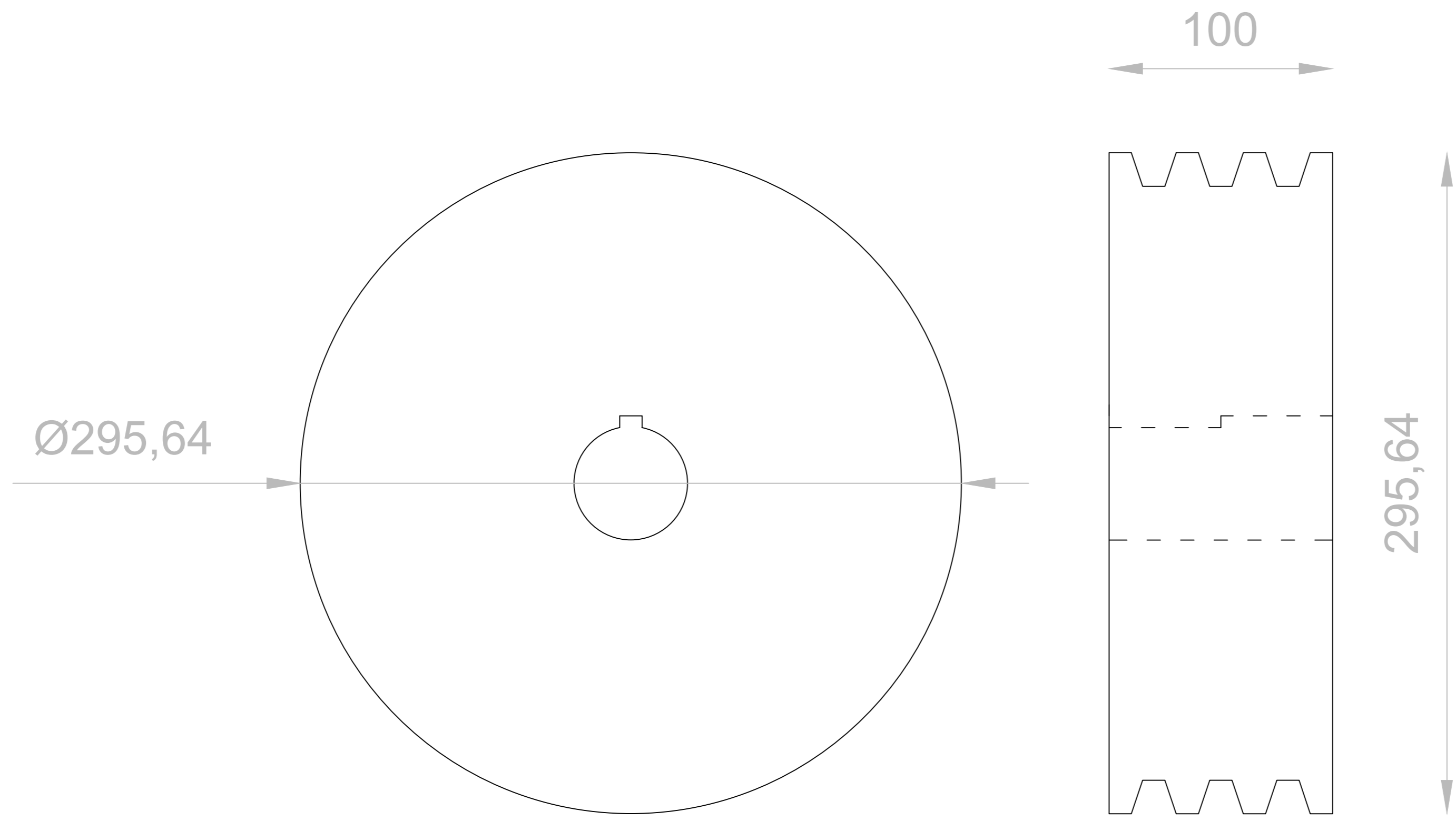


200

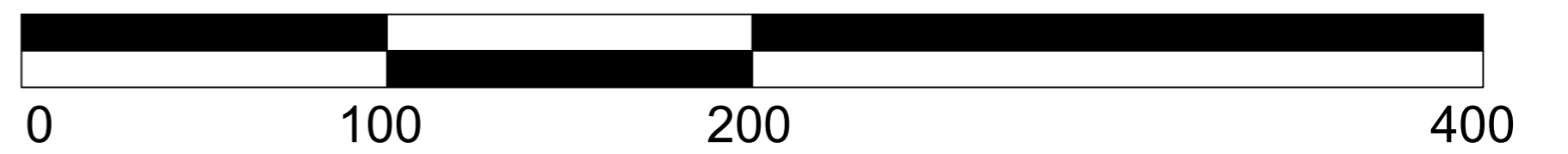
Escala



				Tolerancias		(Peso)	Materiales	
							Acero al Carbono	
					Fecha	Nombre	Denominaci3n	
				Dib.	06/03/2019	Chuqui M.	Engranaje	
				Rev.	06/03/2019	Ing. Muzo P.	Escala	
				Apro.	06/03/2019	Ing. Ruales M.	Indicada	
							Numero de dibujo	
							Anexo I	
							REGISTRO	
Edici3n	Modificaci3n	Fecha	Nombre				Sustituye a:	



Escala



				Tolerancias		(Peso)	Materiales	
							Aluminio	
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	06/03/2019	Chuqui M.		
				Rev.	06/03/2019	Ing. Muzo P.		
				Apro.	06/03/2019	Ing. Ruales M.		
							Numero de dibujo	REGISTRO
							Anexo I	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:	