



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico programables para la  
alimentación de granos de maíz en un molino de martillo**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Br. Velasco Adrianzén Juan Francisco (ORCID: 0000-0001-6899-7298)

**ASESOR:**

Dr. Villarreal Albitres William Fernando (ORCID: 0000-0003-1743-6014)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistema electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a mis familiares quienes me dieron la vida, educación, apoyo y consejos. A mis condiscípulos, a mis Profesores y amigos, a quienes sin su ayuda nunca hubiera podido realizar esta tesis. A todos aquellos se los agradezco desde el fondo de mi corazón Para todo ellos dedico este presente trabajo de Tesis

**Autor: Juan Francisco**

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad César Vallejo Mendoza, a sus Catedráticos y personal administrativo por apoyarme y guiarme en el ámbito académico – Profesional, logrando gracias a ello que mis objetivos y deseos de desarrollo personal y profesional se hicieran una feliz realidad.

**El Autor.**

## Página del jurado

8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Mgtr. Dante Omar Panta Carranza*  
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

### ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:00 horas del día 20 de diciembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 226-2019-UCV-EPIME, de fecha 12 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON CONTROLADORES LOGICO PROGRAMABLES PARA LA ALIMENTACION DE GRANOS DE MAIZ EN UN MOLINO DE MARTILLO", presentada por el Br. Velasco Adrianzen Juan Francisco con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mg. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Dr. Daniel Carranza Montenegro
- **Vocal** : Mg Edilbrando Vega Calderon

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

*Aprobado por mayoría*

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 20 de diciembre de 2019

Mg. Dante Omar Panta Carranza  
Presidente

Dr. Daniel Carranza Montenegro  
Secretario

Mg. Edilbrando Vega Calderon  
Vocal

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Francisco Velasco Adrián, estudiante de la  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la  
Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 43438296, con el trabajo  
de investigación titulada, Diseño de un sistema automatizado  
con controladores lógico programables para la alimentación  
de granos de maíz en un molino de martillos.

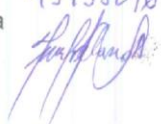
#### Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 20 de Diciembre, 2019

Nombres y apellidos  
DNI  
Firma

Juan Francisco Velasco Adrián  
43438296  


## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Trabajos previos.....	8
1.3. Teoría relacionada al tema.....	10
1.4. Formulación del problema .....	15
1.5. Justificación del estudio.....	15
1.6. Hipótesis .....	16
1.7. Objetivos.....	16
II. MÉTODO .....	17
2.1. Tipo y Diseño de investigación .....	17
2.2. Variables, operacionalización .....	17
2.3. Población y muestra del estudio .....	19
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	19
2.5. Métodos de análisis de datos .....	20
2.6. Aspectos morales .....	20
III. RESULTADOS .....	21
3.1. Describir la secuencia de trituración de maíz .....	21

3.2. Indagar el progreso tecnológico de los sistemas de abastecimiento de partículas de maíz en Molinos de Martillos.....	23
3.3. Implementación del sistema de entrada, verificando fluidez del maíz y consumo de Energía en todo el proceso de trituración .....	25
3.4. Selección de componentes electrónicos para la implementación del proceso .....	29
3.5. Elección de los elementos mecánicos, que garantizarán la eficiencia de la alimentación del Molino de Maíz.....	32
3.6. Analizar los tiempos, valor de inversión e ingresos, evaluación económica financiera a criterios Privados .....	37
IV. DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS.....	44
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	51
Reporte de turnitin.....	52
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	53
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	54

## Índice de figuras

Figura 1: Producción de Harina anual. ....	2
Figura 2: Principales productores del mundo. ....	2
Figura 3: Tipos de variedad de Maíz. ....	3
Figura 4: Producción de maíz amarillo en México. ....	4
Figura 5: Compra de maíz amarillo de otros países. ....	5
Figura 6: Importación de maíz amarillo. ....	5
Figura 7: Precio de maíz en Piura. ....	7
Figura 8: Porcentajes de pérdida en un molino. ....	9
Figura 9: Molino de viento. ....	11
Figura 10: Molino de disco. ....	12
Figura 11: Molino de piedra. ....	12
Figura 12: Molino de martillo. ....	13
Figura 13: Controlador lógico programable. ....	14
Figura 14: Motor eléctrico. ....	14
Figura 15: Diagrama de molienda. ....	21
Figura 16: Dosificación del mesclado. ....	23
Figura 17: Diagrama de un P.L.C. ....	24
Figura 18: Partes de un tornillo. ....	25
Figura 19: Tipos de tornillo. ....	25
Figura 20: Tipo estándar. ....	26
Figura 21: Maíz. ....	27
Figura 22: Carcasa del tornillo. ....	28
Figura 23: Sistema motriz. ....	28
Figura 24: Esquema de flujo A. ....	29
Figura 25: Esquema de flujo B. ....	30
Figura 26: Eje secundario. ....	33
Figura 27: Martillo del molino. ....	34
Figura 28: Diseño del bastidor. ....	34
Figura 29: Diseño del bastidor. ....	35
Figura 30: Diseño del disco. ....	35
Figura 31: Montaje de elementos del molino. ....	36



## Índice de tablas

Tabla 1: Maíz importado al Perú. ....	6
Tabla 2: Especificaciones del tornillo sinfín. ....	26
Tabla 3: Propiedades del maíz.....	27
Tabla 4: Descripción del material.....	27
Tabla 5: Especificaciones del sistema. ....	28
Tabla 6: Parámetros del PLC.....	31
Tabla 7: Cargas del eje. ....	32
Tabla 8: Costos .....	37
Tabla 9: Tabla de construcción e instalación.....	38
Tabla 10: Tabla de costeo.....	38

## RESUMEN

La Industria Alimentaria de alimentos balanceados, en Perú, es una industria con larga data de operación, para cumplir con la importante, misión de proveer de alimentos a las especies de animales, que luego sirven de base a la alimentación humana, por lo que las medidas de asepsia e inocuidad deben ser muy altas, para preservar la salud humana de manera indirecta y la salud de los alimentos base de la alimentación de manera directa

Esta industria necesita procesar los alimentos de procedencia nacional y extranjera , para la elaboración de alimentos balanceados de la manera más exigente , con los más altos estándares de eficiencia , tanto en la calidad del producto obtenido , como en el mínimo uso de la Energía Eléctrica , así tenemos , que en caso de los molinos de maíz , la optimización en su alimentación ( Es decir , que se logre el monto de alimentación lo más parejo posible, sin generar picos de carga , que ocasionen obstrucciones y atoros y por lo tanto sobrecargas en los equipos de alimentación , que a su vez ocasionan los correspondientes sobreesfuerzos , fatiga y rotura de los elementos de máquina).

El uso de los controles lógico programables, permite la automatización de la alimentación con lo cual aparte de la disminución de la mano de obra, permite mejorar la uniformidad de la operación, variando los parámetros de velocidad, flujo másico, presión, frecuencia de variación variables y de acuerdo a conveniencia del proceso y del producto a obtener

Esta mejora permitirá mejor producto y por lo tanto un mejor y mayor precio de venta, menores gastos de mantenimiento de las máquinas y equipos, menores gastos en energía y una mayor confiabilidad de la operación.

**Palabras claves:** Maíz, martillos, molinos de maíz.

## **ABSTRACT**

The food industry of balanced food, in Peru, is an industry with long-standing operation, to meet the important, mission of providing food to animal species, which then serve as a basis for human food, so the measures of Asepsis and innocuousness must be very high, to preserve human health indirectly and the health of food base feed directly

This industry needs to process food of national and foreign origin, for the elaboration of balanced foods in the most demanding way, with the highest standards of efficiency, both in the quality of the obtained product, as in the minimum use of the Electric energy, thus we have, that in case of the corn mills, the optimization in its feeding (ie, that the amount of feeding is achieved as even as possible, without generating peaks of load, that cause obstructions and atoros and therefore overloads in the Feeding equipment, which in turn causes the corresponding overstrains, fatigue and breakage of the machine elements)

The use of programmable logic controls, allows the automation of the feeding, which apart from the decrease of the labor, allows to improve the uniformity of the operation, varying the parameters of velocity, mass flow, pressure, frequency of Variable variation and according to the convenience of the process and the product to obtain

This improvement will allow better product and therefore a better and higher price of sale, lower expenses of maintenance of the machines and equipment, lower expenses in energy and a greater reliability of the operation

**Keywords:** Corn, hammers, corn mills

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

### **a). Problemática internacional**

“La industria alimenticia es un sector procesadora de una gran variedad de productos (alimenticios), que son usados como alimentos para los seres humanos y animales para su sobrevivencia en el mundo, dichos alimentos provienen del sector agrícola.

Los insumos de fabricación de alimentos tienen que cumplir normas y leyes que brindan una buena elaboración de calidad, que son validados por organizaciones de dicho rubro que velan por el cumplimiento de dichas normas y leyes impuestas. Los productos son elaborados por molinos de disco, rodillos y martillos en la industria obteniendo alimentos para diferentes variedades como: pesquería, carnicería, productos lácteos, bebidas, sector agropecuario y en otras industrias alimenticias” (Atarama, 2018, p.9).

“En la actualidad las industrias procesadoras de alimentos balanceados, donde gran parte tienen una variedad de tipos de molinos los cuales son empleados para deformaciones de productos agrícolas. Estos equipos con el pasar de los años tienen fallencias que tiene que ser mejorados, con la finalidad de obtener productos de alta calidad y un rendimiento del equipo adecuado para satisfacer la necesidad del consumidor. Para poder llevar a cabo e identificar las fallencias se procede a visualizar en que parte del proceso se observa más fallas que ocasionan un bajo rendimiento del equipo. Los resultados de dicha observación en la producción conlleva a un repotenciación del equipo usando diversos tipos de mejora” (Gutiérrez, 2018, p.12).

“La harina de Maíz no tenía lugar en el mercado antes de los cincuenta a nivel mundial, la empresa que inicio la fabricación de harina fue en la ciudad de México (Gruma) en 1949, desde la fecha se vienen produciendo este producto a nivel mundial. La evolución económica en México surgió en los años 50 hasta los años 70, con un crecimiento de producción de harina” (Vargas, 2017, p.5).

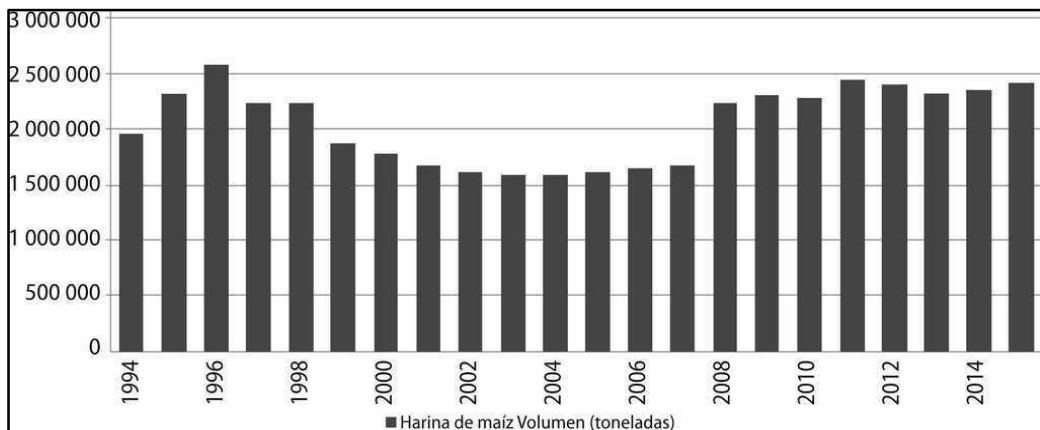


Figura 1: Producción de Harina anual.

Fuente: Producción mensual de INEGI.

“México fue considerado la cuna del origen y diversificación del maíz, hoy en día existen 300 variedades provenientes de 64 especies de maíces nativos. Se podría interpretar que gran parte de los ciudadanos se dedican a la cosecha de maíz, donde se considera un patrimonio biocultural. El maíz es el cultivo principal para el consumo de humano de pueblos enteros, no obstante, se viene industrializando el proceso de transformación en distintos productos con el pasar del año” (Heinrich, 2019, p. 3).

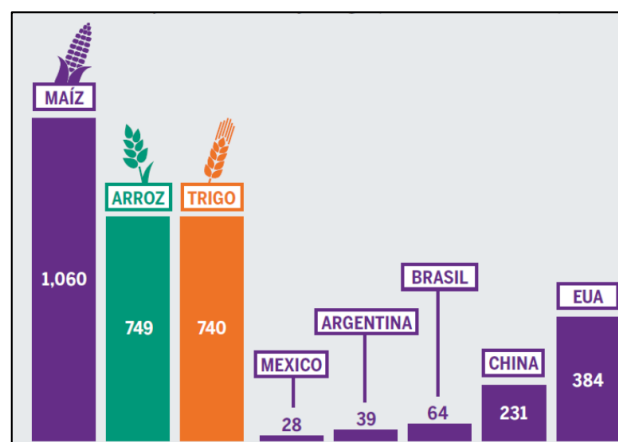


Figura 2: Principales productores del mundo.

Fuente: México un país de maíz.

“Bolivia, es la industria más enfocada en la producción de maíz en el sector agrícola, dicho producto tradicionalmente es el más cultivado y ocupando la gran parte del cultivo sembrada en la agrícola, dando como resultado de siembra un 20,1% área actualmente y el 10,7% de área agrícola de cultivo en el país. La siembra de dicho producto tuvo una caída en la actualidad por factores climáticos afectando el cultivo y a su vez ocasionando pérdidas en el sector agrícola, dado por la cantidad de cosecha se ha tenido que aumentar la importación de otros países” (Jemio, 2015, p. 7).

“El maíz es un productos con un consumo elevado mundialmente, es usado como insumo para el hombre y animales de crianza en el campo, luego aprovechar su carne para el alimento humano, un claro ejemplo tenemos: (cerdo, gallina y patos). El grano de maíz producido a en todo el mundo, es una materia principal en diferentes sectores de procesos industriales de alimentación y no alimentación que usan su aceite y almidón” (Heinrich, 2019, p. 1).



Figura 3: Tipos de variedad de Maíz.

Fuente: Autoría propia.

“Ecuador, país de siembra de maíz donde produjo un aumentando descontroladamente en un 50% en lapso de 10 años, la intervención de la tecnología en el proceso de automatización, exige que las industrias inviertan en la innovación con el propósito de que la productividad incremente obteniendo grandes beneficios y favoreciendo la demanda al agricultor” (Vargas, 2017, p.3).

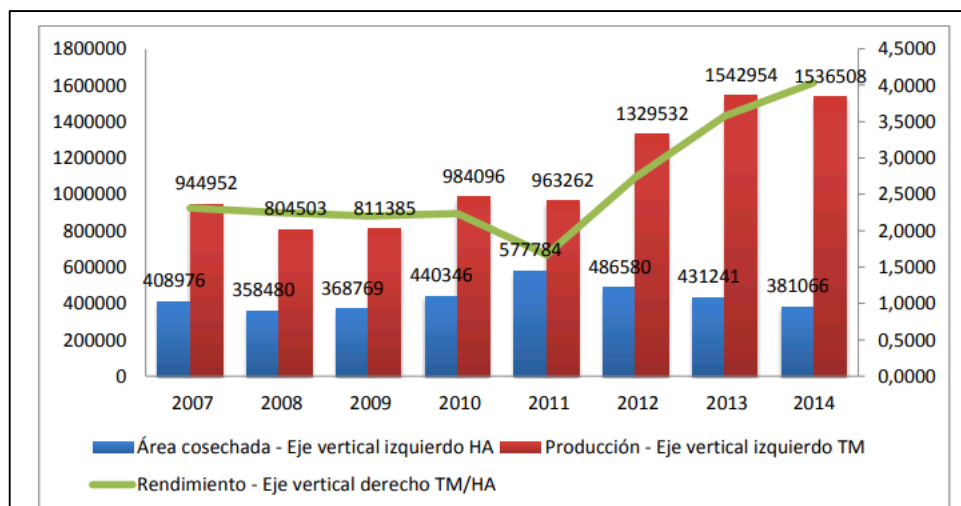


Figura 4: Producción de maíz amarillo en México.

Fuente: Producción de México.

### b). Problemática nacional

“El principal problema a nivel nacional en la industria agrícola, la mala elección de los equipos a utilizarse si se requiere un buen funcionamiento se debe de elegir un equipo que cumplan las condiciones de producción: las característica de un rotor para la industria es su velocidad de giro 3000 a 3500 rpm, pero también se encuentran otras opciones de giro que es 1750 a 1800 rpm, por lo que para aumentar la velocidad requerida se emplea un accionamiento por fajas o poleas. La molienda de maíz en nuestro país, actualmente está en nivel de desarrollo, por la falta de desarrollo económico se procede a moler en los campos agrícolas del agricultor, obteniendo como consecuencia una eficiencia baja y un producto que no reúne las condiciones de proceso a comparación de una fábrica” (Ministerio de Agricultura, 2016, p.33).

“El maíz, su principal uso se da en industrias de elaboración de alimentos balanceados, por tener una alta demanda o por problemas climáticos no se abastece nacionalmente para todas las industrias, se compra de otros países con una alta tasa de productividad agrícola que son: EEUU, Uruguay, Brasil, México y entre otros, con una importación anual de 20000 y 40000 Toneladas” (Ministerio de Agricultura, 2016, p.37).

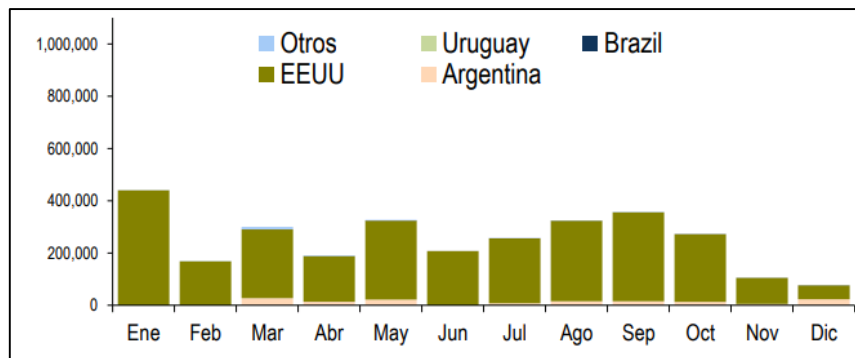


Figura 5: Compra de maíz amarillo de otros países.

Fuente: Ministerio de agricultura.

“En nuestro país, hasta el 2018 solo 7 empresa importaron 96% de maíz, debido al incremento de elaboración en la industrias avícola, el agricultor nacional tiene un propósito de competir con el precio y calidad externo por la demanda del mercado peruano” (Koo, 2018, p.13).

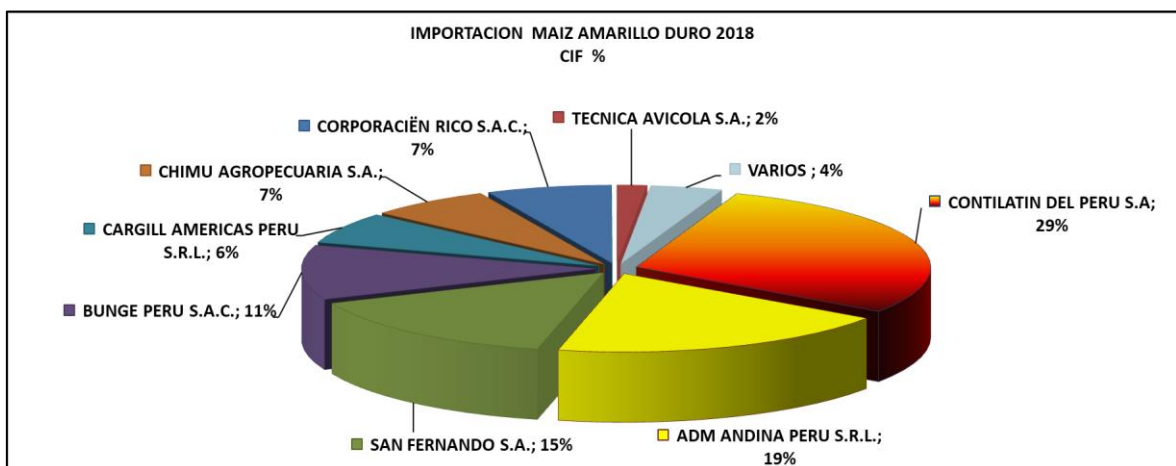


Figura 6: Importación de maíz amarillo.

Fuente: Ministerio de agricultura.

“Su valor del maíz nacional, se evalúa desde la plantación hasta la puesta al mercado, la calidad depende del suelo y cuidado del cultivo, ya que esto influye en el valor en el mercado. El producto importado, se considera más competitivo, debido a la relación que existen con los países que importan al Perú, que son favorecido por tratado de libre comercio, siendo este el dilema en la negociación del producto cosechado en nuestro país, a su vez también luchar con la falta de innovación el principal problema para obtener equipos para la molienda de maíz en sus campos de cultivo” (Rimachi, 2016, p.12).



**Tabla 1: Maíz importado al Perú.**

MES	2018			2017		
	CIF	KILOS	PREC. PROM.	CIF	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	102,702,932	557,238,250	0.184	80,512,509	425,001,810	0.189
FEBRERO	58,124,773	303,302,185	0.192	50,516,791	264,237,120	0.191
MARZO	43,232,163	230,065,910	0.188	64,865,336	338,941,190	0.191
ABRIL	61,611,252	315,186,580	0.195	92,386,208	497,735,040	0.186
MAYO	52,853,173	259,082,290	0.204	34,595,677	188,964,590	0.183
JUNIO	77,675,754	383,177,218	0.203	29,402,506	155,213,385	0.189
JULIO	40,619,756	208,310,120	0.195	47,739,172	255,801,930	0.187
AGOSTO	58,506,118	298,704,615	0.196	61,220,549	332,570,190	0.184
SEPTIEMBRE	-	-	-	53,395,353	292,585,840	0.182
OCTUBRE	-	-	-	49,146,220	268,304,895	0.183
NOVIEMBRE	-	-	-	42,079,065	228,958,850	0.184
DICIEMBRE	-	-	-	11,438,770	63,229,050	0.181
<b>TOTALES</b>	<b>495,325,922</b>	<b>2,555,067,168</b>	<b>0.194</b>	<b>617,298,156</b>	<b>3,311,543,890</b>	<b>0.186</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>61,915,740</b>	<b>319,383,396</b>		<b>51,441,513</b>	<b>275,961,991</b>	
<b>% crec. Promedio</b>	<b>20%</b>	<b>16%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>-3%</b>

Fuente: Ministerio de agrícola y riego.

### c). Problemática local

Dando lugar a la industria agrícola en la región de Piura, se encuentran situadas industrias dedicados a la elaboración de alimentos balanceados por la gran fluencia del consumo por la crianza de animales. Pero haciendo mención las industrias cuentan con maquinarias para fabricar harina de maíz y arroz, para encontrar el quiebre durante el proceso se planteó un monitoreo durante ocho días como hipótesis de prueba, obteniendo como resultados las siguientes deficiencias:

Para poder poner en marcha y apagarlo los motores que accionan a la máquina y los ciclones en todo el proceso, se manipulan por separado para evitar incrustamiento de partículas en el área de molienda.

El proceso de alimentación al molino lo efectúa el operario en el cual el producto se eleva mediante una escalera de forma manual hacia la tolva. Luego es graduada el ingreso de materia aperturado y bloqueando la placa situada al inicio del molino, pero sin embargo si es abierto demasiado tiene como consecuencia abundante ingreso de materia a la cámara de molienda, ocasionando esfuerzos mecánicos, provocando daños al sistema que implica desarmar la cámara de trituración, para lograr retirar las partículas almacenadas y así de nuevo se restaura el proceso. Otra dificultad si no es manipulado correctamente es el completo cerrado de la compuerta generando que el motor gire en vacío, generando consumo de energía y baja producción.

La producción de la empresa es de 2 ton/h, generados por un molino con 63 martillos dispersos en 3 ejes, con un sistema motriz de 30 HP de capacidad. La producción de esta máquina no cubre la totalidad de demanda de maíz triturado, debido a que este producto es el alimento en la crianza de animales por su elevado concentrado de carbohidratos.

El molino opera a pleno rendimiento un 80 y 90% que equivale a 400 ton/mes de producción, cubriendo un 60% de la demanda total de este alimento; el uso a diario origina que los componentes del equipo tengan desgaste consecutivamente; teniendo como consecuencia las paradas no programadas. La alta demanda de este producto ínsita al consumidor al no abastecerse localmente, adquirirlos de otros lugares; a su vez elevando su valor en el mercado.

Con la implementación se pretende cubrir la demanda de consumo actual que asciende a 600 ton/mes, se estima producir 3 ton/h. La principal razón que obliga a esta empresa a implementar su proceso es el elevado costo al ser importado.

En 2016 el valor del maíz, se elevó a 1,300 Soles por Tonelada. A continuación se presenta un cuadro de variación mensual.

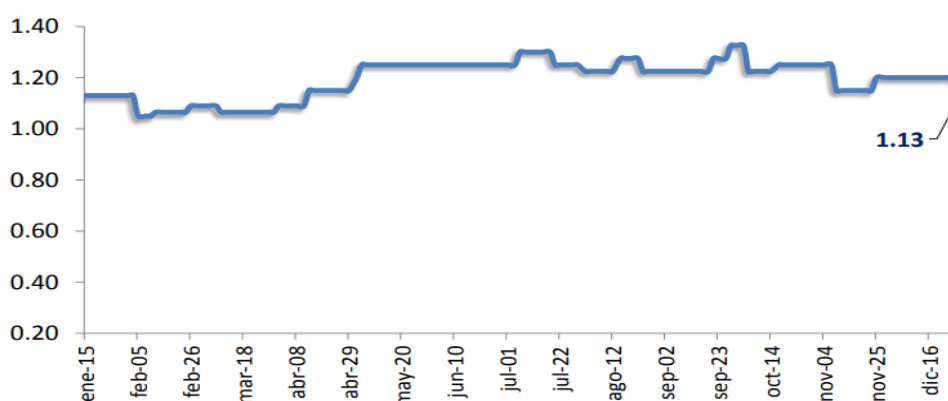


Figura 7: Precio de maíz en Piura.

Fuente: Reporte de mercado.

A continuación se mencionan la ventaja y desventaja de la implementación del proceso:

- Ventaja:

Alimentación uniforme y eficiente, logrando evitar la obstrucción en el ingreso a la cámara de molienda.

- Desventaja:

Elevado costo de implementación.

Incremento del periodo de mantenimiento.

## **1.2. Trabajos previos**

### **a). A nivel internacional**

Actualmente a nivel mundial existen diversos tipos de molinos en las industrias aplicados a la molienda de variedades de productos, para el diseño de estas máquinas es necesario desarrollar estudios, Andrzej, Leszek y Marcin, en su informe “Un estudio comparativo de diseños nuevos y tradicionales de un molino de martillo” determinando que las características para el diseño de los martillos elegidos para la molienda de cereales, cumplan con las normas establecidas para evitar roturas al momento de triturar el producto. El estudio se efectuará con equipos modernos donde se definirá el torque máximo de rotura, obtenidos los resultado se definirá forma y ángulo del martillo (Andrzej, Leszek y Marcin, 2015, p.5).

La industria para determinar que tipo de molino usar en su proceso debe tener en cuenta el tipo de materia amoler, Boloni, Haque y Spillman en su informe “Comparación de la eficiencia energética entre un molino de rodillos y un molino de matrillo” busca determinar que la variación de energía que tienen cada uno de estos tipos de molinos aplicados para moler materia solidas, efectua 72 pruebas de molienda para lograr determinar la eficiencia energética entre ellos. Los datos adquiridos mediante un medidor de vatios aplicados en los dos molinos son casi idénticas llegando ala conclusión que la eficiencia energética son idénticas en los dos molinos (Fang, Haque y Spillman, 2014, p.3).

Acosta y López, en su tesis “Diseño, construcción y automatización de un molino y mezcladora para el producto ferti producción de la empresa tecni organic” propone dar una solución a un problema que combate a diario la empresas industriales, la implementación de componentes eléctricos modernos garantizará la calidad del producto, para satisfacer las necesidades del mercado con una máquina de bajo costo pero con una gran eficiencia en la producción de molienda, garantizando a la empresa que opto por invertir en modernizar sus procesos para tener suficiente producto a disposición de mercado global y local (Molina y Álvarez, 2013, p.26).

## b). A nivel nacional

Tarrillo hizo un trabajo, “Diseño de una máquina trituradora de arcilla de 20 tn/día de capacidad para la elaboración de pegantes cerámicos en polvo-empresa Mega negocios el ofertón S.A.C”, plantea ejecutar una construcción de una máquina para cumplir la demanda del mercado, dicha máquina será construida de acuerdo a la necesidad de la empresa y mercado, como primer paso es identificar el tipo de máquina a diseñar que cumplan la capacidad de producción planificado y estén fiscalizados por normas o estándares de diseño. Se concluye la selección de los componentes elaborando pruebas de rotura, con la ayuda de un software de diseño, donde nos garantiza la geometría y configuración final para su correcto funcionamiento del equipo (Tarrillo, 2019, p.1).

Chávez y Ramos realizo un, “Diseño de un molino de martillo para cereales y forraje de 500 kg/h en el anexo de Batangrande-Lambayeque”, este trabajo tiene como finalidad cubrir la necesidad del consumidor, debido al crecimiento poblacional. Utilizando tecnologías modernas y así poder combatir uno de los problemas que carecen las industrias que es: reducir pérdidas que siempre suelen estar presente en cada proceso de elaboración de un producto, el objetivo es reducir en toda las fases. La molienda abarca el mayor % por esta razón se busca mejorar el proceso en la fase de la molienda, buscando alternativas que se adapten al proceso (Chavez y Ramos, 2018, p.11).

FASE	PORCENTAJE
Recolección manual	2,3
Secado en el campo	0,7
Transporte en el campo	0,5
Trilla	1,4
Secado	1,6
Sancochado	1,9
Almacenamiento	0,9
Molienda	3,8

Figura 8: Porcentajes de pérdida en un molino.

Fuente: Cumbre mundial de alimentos.

### **c). A nivel local**

Porras (2008), en su “Implementación de PLC para un sistema de vigilancia en un ciclo cerrado, propone implementar un circuito de vigilancia para garantizar la seguridad. Por ende el CPU maneja los datos de figuras en la tarjeta de salida y a su vez regulariza los de entrada, se podría decir que el CPU se encarga de controlar el programa y efectuar las operaciones designadas. Los PLC’s son equipos actualmente más comercializado y usado en las industrias para un mejor proceso y garantizar el buen funcionamiento de los equipos que componen un sistema de producción.

Son muy accesibles y aplicables en sistemas comunes de manera eficaz y fácil. Su eficacia permite elaborar mandos más avanzados. Este dispositivo hace más fácil la Producción resolviendo y reemplazando operarios por un sistema automatizado” (p.15).

El proceso de sistematización según Atarama en su investigación, “Sistematización de diseño de molinos de martillos fijos para grano”, concluye que la necesidad de adquirir partículas desintegradas, desde la aparición del hombre genero evoluciones de elementos que componen las máquinas. Por su gran eficiencia los molinos de martillos son los más aplicados para la reducción de materias.

Esta investigación busca garantizar un diseño confiable de dicho equipo, con la información recolectada por el investigador (Atarama, 2018, p.126).

### **1.3. Teoría relacionada al tema**

Las teorías relacionadas al trabajo de investigación son los siguientes: proceso de molienda, tipos y características de molinos, componentes mecánicos y control, ventajas y desventajas y aplicaciones en la industria.

#### **a). Molienda**

Definición: Se dice que la molienda tiene la finalidad de reducir el tamaño de una materia a un tamaño deseado, atreves de diferentes componentes de un molino.

## Tipos de molienda

Tenemos dos tipos de molienda:

- Molienda en circuito abierto: en este tipo la materia pasa por primera vez por intermedio del molino.
- Molienda en circuito cerrado: este tipo son separados por componentes del molino si no cumplen con su tamaño deseado, vuelven a pasar hasta obtener su tamaño final.

### b). Molino

Definición: un molino es una máquina para triturar/moler, compuesta por una muela, solera, componentes para accionar y controlar los movimientos generado por un sistema motriz, producido por el agua, viento, vapor u otros sistemas mecánicos.

### Tipos de molinos:

Actualmente tenemos una gran variedad de molinos que existen:

- **Molino de viento:** Es un dispositivo capaz de generar movimiento aprovechando la fuerza del viento mediante unas aspas. Convirtiendo la fuerza del viento en movimiento para accionar diferentes componentes en diferentes aplicaciones.



Figura 9: Molino de viento.

Fuente: Origen y expansión de molinos.

- **Molino de disco:** su principio de molienda es a través de platos ya sean fijas o giratorias los cuales se encargan de moler la materia mediante la fricción y aplastamiento.



Figura 10: Molino de disco.

Fuente: Origen y expansión de molinos.

- **Molino de piedra:** Este tipo de dispositivo es más antiguo, compuesto por dos bolas de piedra una fija y otra móvil montada mediante un eje.



Figura 11: Molino de piedra.

Fuente: Origen y expansión de molinos.

- **Molino de martillo:** La molienda se da mediante el proceso de impacto o percusión producidos hacia el material. Consta de un bloque móvil de martillo, el cual rota en un eje. Este tipo de molino tiene la peculiaridad de rotar a grandes velocidades y moler distintos tipos de materiales.

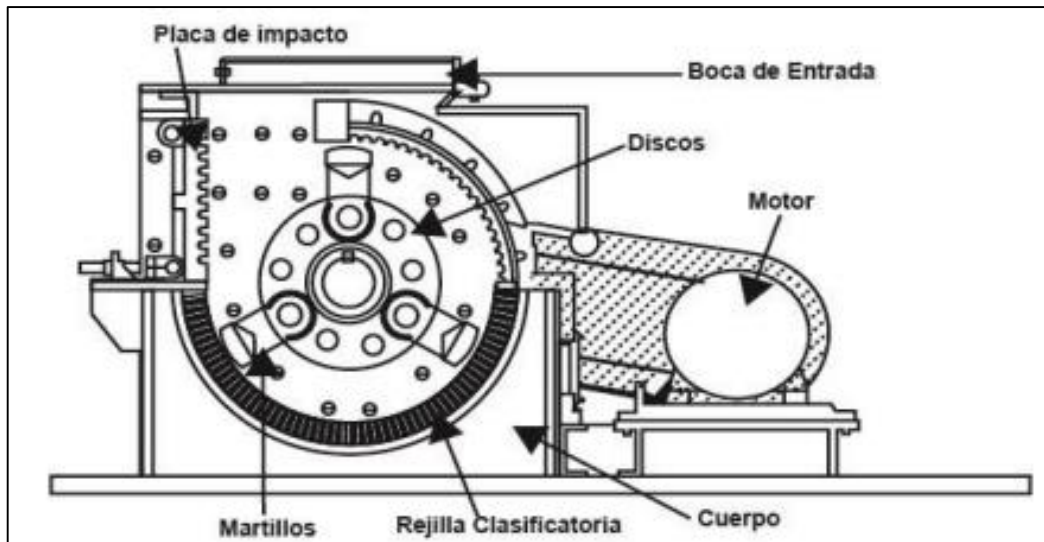


Figura 12: Molino de martillo.

Fuente: Origen y expansión de molinos.

### Componentes del molino de martillos

Los principales componentes de este tipo de molino son:

**Bastidor:** Es el cuerpo del equipo, donde se soporta los componentes que lo conforman al molino. Son construidos de chapas de acero soldadas en todas las partes, donde una parte es movable con la finalidad de facilitar el montaje del eje y limpieza del equipo.

**Parrillas:** Son construidas de mallas tejidas entre sí o de planchas perforadas, su función es clasificar el tamaño de la materia molida. Otros tipos de trituradores utilizan las cribas.

**Martillos:** Es el dispositivo encargado de moler la materia, van acoplados al componente que lo proporciona el movimiento.

### c). Controlador lógico programable (P.L.C)

Definición: El P.L.C, es una computadora generalmente diseñado para automatizar procesos en las industrias, simplificando uno o varios procesos desarrollados por un factor humano. Tiene la función de proteger y controlar los procesos en las industrias y a su vez monitorear emitiendo alarmas de alertas.



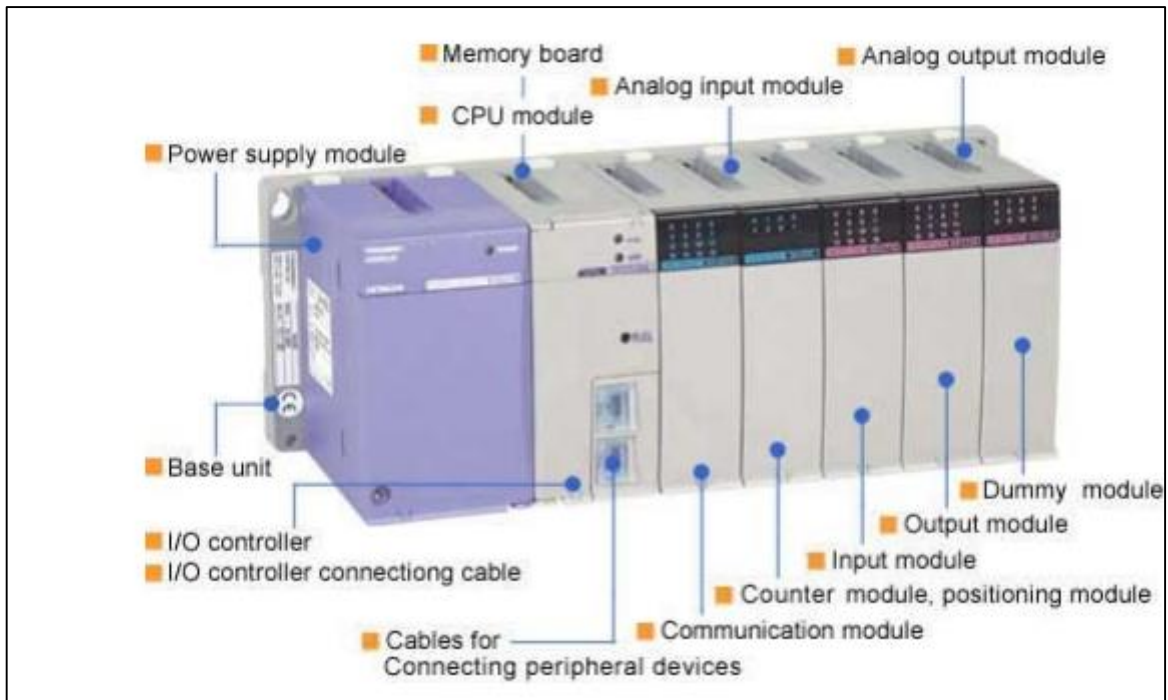


Figura 13: Controlador lógico programable.

Fuente: Siemens.

#### d). Motor eléctrico.

Definición: Los motores eléctricos son máquinas cuya finalidad es transformar en energía mecánica la energía eléctrica.

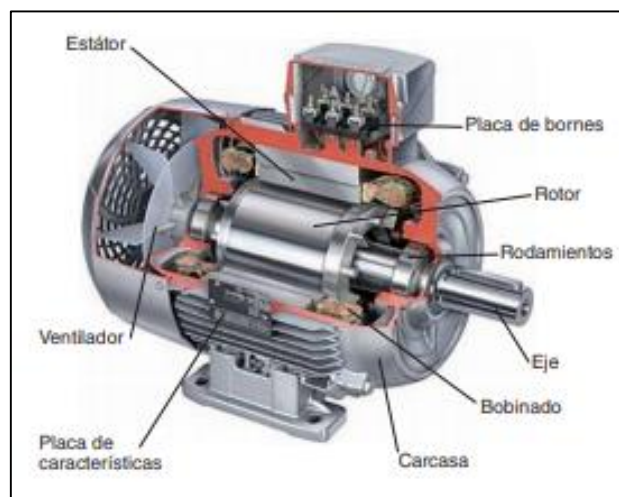


Figura 14: Motor eléctrico.

Fuente: Electricidad.

**Se clasifican:** Dependiendo el tipo de corriente de alimentación.

- Motores de corriente continúa.
- Motores de corriente alterna.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Se podrá automatizar la fase de la ingreso de materia de un molino, utilizando software (P.L.C) en la molienda de maíz?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Actualmente la empresa produce a diario una gran cantidad de producción de alimentos balanceados, empleando un molino que no abastece por sus deficiencias en su proceso; con la implementación del sistema automatizado de alimentación se logra abastecer la demanda, disponibilidad producto y disminuir consumo elevado de energía.

##### **a). Técnica.**

El trabajo aportará en el aprendizaje para controlar procesos y aplicación de software, en la automatización del molino. También servirá como guía de programación en un proceso de elaboración de productos.

##### **b). Económica-financiera.**

Un correcto funcionamiento del equipo generará ingresos al agricultor y empresa valorizando el agregado y economía localmente.

Estos actos, reducirá el impacto ambiental en el aire, suelo y agua, disminuyendo costos de energía.

##### **c). Social –comunal.**

La implementación de entrada al molino, otorga a la empresa ganancias y trabajo estable a los pobladores, como también aperturando nuevos negocios en el mercado interno, que financiar la parte económica y social.

#### **d). Ambiental.**

La elaboración de este trabajo favorecerá al ambiente evitando la contaminación, reduciendo el impacto con el suelo, aire, el agua directamente e indirecta.

### **1.6. Hipótesis**

En qué aspecto, las fallas de atascamiento en el ingreso de materia al molino, será más eficiente automatizando con P.L.C.

### **1.7. Objetivos**

#### **a). Objetivo general.**

“Implementar un Sistema automatizado con controladores lógico programables para el ingreso de materia de maíz al molino de martillos.”

#### **b). Objetivos específicos.**

- Describir la secuencia de trituración de maíz.
- Indagar el progreso tecnológico de los sistemas de abastecimiento de partículas de maíz en molinos de martillos
- Implementación del sistema de entrada, verificando fluidez del maíz y consumo de Energía en todo el proceso de trituración.
- Selección de componentes electrónicos para la implementación del proceso.
- Elección de los elementos mecánicos, que garantizarán la eficiencia de la alimentación del molino de maíz.
- Analizar los tiempos, valor de inversión e ingresos, evaluación económica financiera a criterios privados.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de investigación**

#### **No experimental**

Dicho trabajo es considerado no experimental dado que no se realizarán cambios y manteniendo la variable independiente para lograr visualizar el cambio en sus distintas fases, se fundamenta a visualizar la variable de forma real para su estudio, el investigador no posee el mando en la variable independiente dado que los actos ya fueron originados.

#### **Descriptiva**

Se dice que es descriptiva, por visualizar la problemática del proceso y es fundamentada tal como es la realidad, sin la intervención o participación del investigando.

### **2.2. Variables, operacionalización**

#### **a). Variable Independiente.**

Nivel de automatizado en el ingreso para la molienda de producto.

#### **b). Variable Dependiente.**

Eficiencia y calidad en la proceso del insumo.

**c). Operacionalización de las Variables**

<b>VARIABLES.</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Independiente:</b>  Mejor alimentación.	El ingreso óptimo de partículas de maíz, con una elección de elementos adecuados para lograr automatizar el proceso y lograr mayor disponibilidad del producto molido.	Con la implementación en el proceso, se logrará mejorar la eficiencia de la máquina obteniendo un producto de mejor calidad.	Uniformidad del molino.	Variación del producto.
			Consumo de energía.	Kw/hr.
			Tamaño promediado.	Medida del partículas
			Durabilidad del molino.	Tiempo de vida.
<b>Dependiente:</b>  Calidad del grano triturado.	La Uniformidad del producto molino, permite mejorar las fórmulas de alimento balanceado, como también disminuir las mermas y mejorar calidad de producto.	El maíz molido es de gran importancia para crianza de animales es su participación para crear alimentos balanceados.	Tamaño del grano molido.	Cm.
			Peso del grano molido.	Gramos.
			Tamaño promedio.	Media del tamaño.

### 2.3. Población y muestra del estudio

#### a). Población.

La población está conformado por los distintos elementos mecánicos y eléctricos del molino de martillo.

#### b). Muestra.

La muestra se considera igual a la población.

### 2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

<b>TÉCNICA</b>	<b>USO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Observación	Determinar pautas de operación y parámetros de funcionamiento del equipo.	Registro de observación.
Revisión Documentaria	Elección de componentes, especificaciones y normas vigentes.	Revisión documentaria

#### a). Técnica.

En este trabajo se creyó conveniente utilizar la siguiente técnica:

##### **Observación**

Esta técnica es la más usada con frecuencia, donde permite realizar visualmente el funcionamiento del equipo a ser intervenido, obteniendo como resultados las anomalías observadas.

## **b). Instrumentos**

### **Fichas de recolección de datos:**

Este instrumento cumple una gran función de la recaudar datos, donde la observación mencionamos parámetros que intervienen en la implementación en el sistema de entrada del producto.

### **Las guías de observación.**

Se formularán formatos que ayudarán para la recaudación de información en el campo que será empleado para el mejoramiento del proceso.

### **c). Validez.**

La validez de los instrumentos estará garantizado por el (Método Delphi). Se empleará este método para medir las variables del análisis e información que afectarían en el automatizado del sistema de ingreso de maíz al equipo.

### **d). Confiabilidad.**

La confiabilidad de los cálculos y elección de componentes estará basado en un método confiable, como también la toma de data será con equipos calibrados para garantizar una alta confiabilidad.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Los datos adquiridos del funcionamiento del molino, serán estudiados mediante estadística de datos para tomar mediciones en: la varianza, la mediana, coeficiente de fricción, índice de réplica, datos máximo y mínimo y la aplicación de SPSS-25 para procesar datos encontrados.

## **2.6. Aspectos morales**

El diseñador está inmerso en acatar de forma veraz y confiable los resultados adquiridos, como también la toma de decisiones en beneficio de la empresa con la sociedad.

La veracidad de los resultados encontrados en esta investigación no se intercambiará y mucho menos manipularlos permaneciendo tal como fue recolectada.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Describir la secuencia de trituración de maíz

El funcionamiento de molienda en un molino de martillo no suele ser complejo, ingresa el material por la tolva por gravedad y giran los martillos mediante un eje a grandes velocidades triturando el material en la cámara de molienda, el material es golpeado varias veces en las paredes de la cámara este paso repetidas veces hasta que el material encuentre su tamaño requerido e ingrese por los orificios de la malla (rejilla).

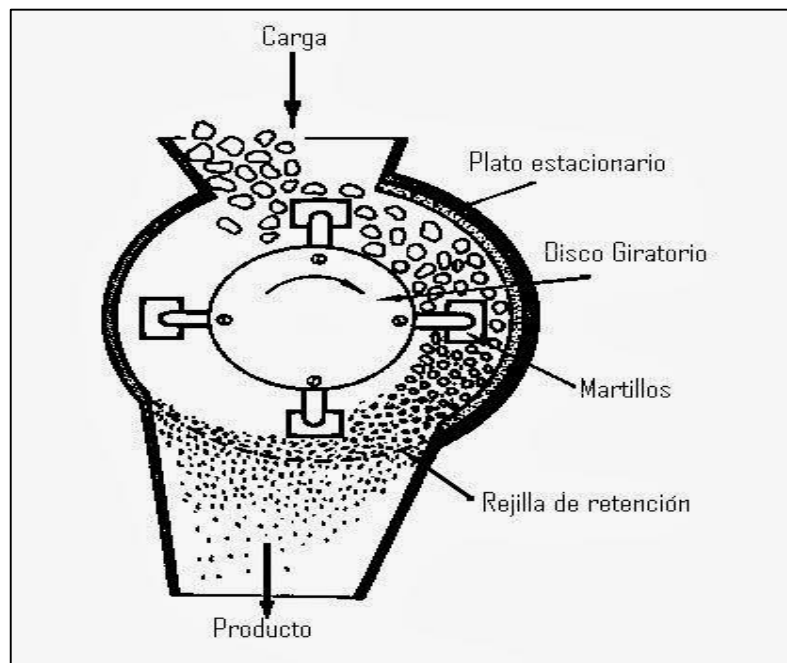


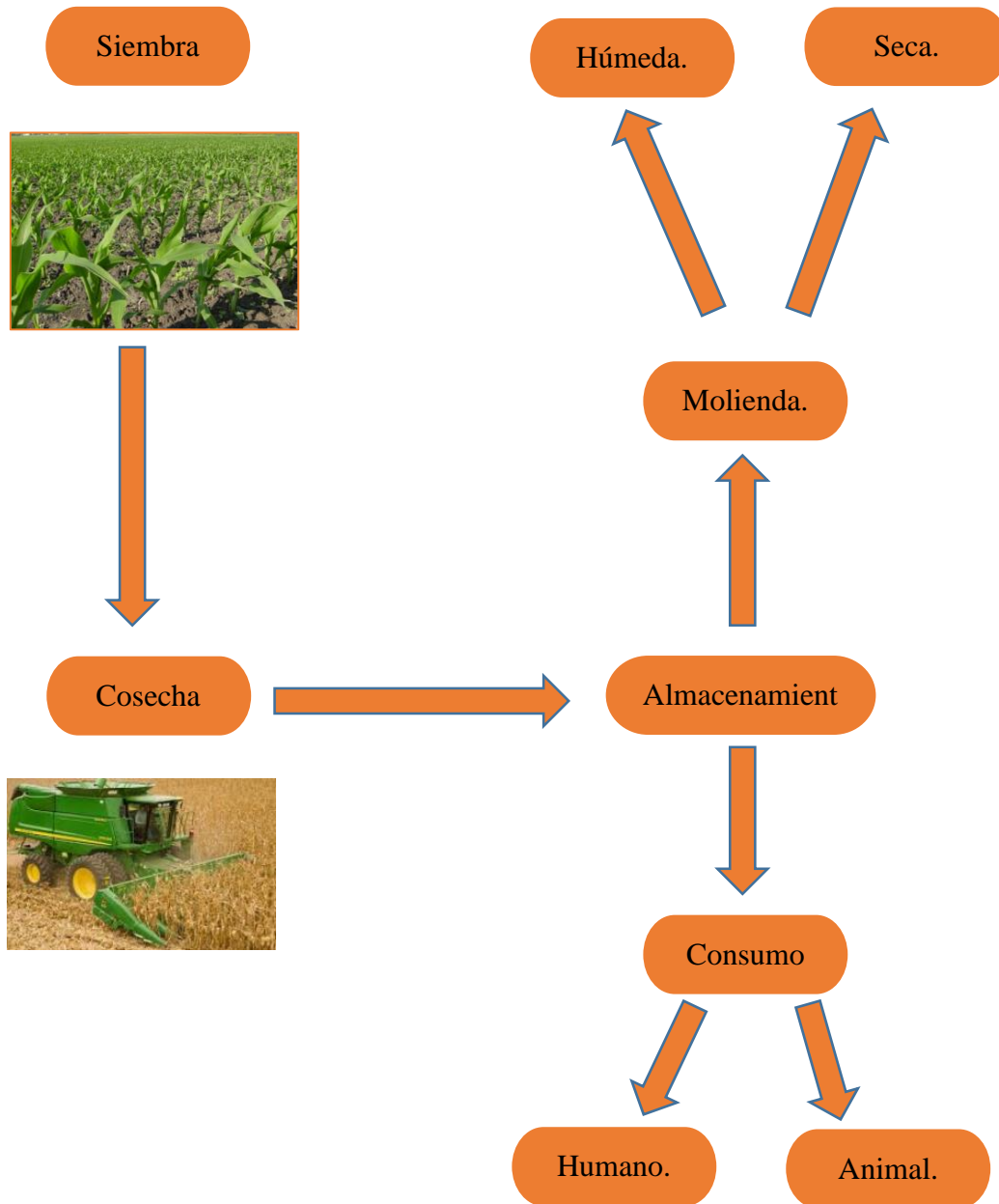
Figura 15: Diagrama de molienda.

Fuente: Origen y expansión de molinos.

Este equipo es de una capacidad de molienda de 10 Quin/h, opera 5 horas por día ejerciendo una fuerza de desgaste incontrolable, la rotación del molino es de 3000 rpm, está acoplado a un sistema de fuerza de transmisión mediante fajas, incrementando su velocidad mediante la polea motriz y la accionada el cual nos permite un incremento de velocidad de entrada y salida. Para el diseño es sumamente relevante considerar el factor de exceso de 3 como mínimo.



A continuación se grafica el diagrama de flujo del maíz.



### 3.2. Indagar el progreso tecnológico de los sistemas de abastecimiento de partículas de maíz en Molinos de Martillos

La tecnología ha evolucionado incontroladamente en los últimos años, favoreciendo principalmente a las industrias que realizan una inversión adquiriendo nuevas tecnologías que con el transcurrir del tiempo esa inversión se convierte en ganancia y obteniendo productos de calidad manteniendo satisfecho al consumidor.

A continuación se describe pasos que garantizan un buen funcionamiento de un proceso automatizado.

Almacenamiento y Alimentación de Materias Primas.

La alimentación de materia a un conjunto de tolvas dependerá de su pureza para obtener el producto final.

Control.

Forma de llenado: Se planificará un orden de llenado en cada uno, también tendrá incorporado un contador, para especificar cuantas veces será cargado los depósitos.

Combinación.

En este paso la dosificación del material será mediante la ecuación, tomando como data el volumen, logrando producir insumos de calidad.

El peso será controlado mediante una balanza y luego combinado con otros productos.

Magnitud de Material: dependerá de su volumen terminado, se determinará un gramaje e la succión de partículas al ingreso.

Tiempo de Mezclado: Se ve inmerso dado el volumen del Material.

Registro: Peso del producto sin ser manipulado.

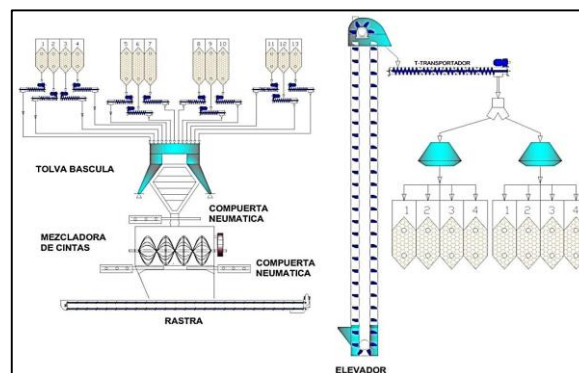


Figura 16: Dosificación del mezclado.

Fuente: Autoría propia.

La tecnología más utilizada en la actualidad para optimizar procesos industriales es el P.L.C. P.L.C. cuentan con componentes auxiliares como: procesador, almacenamiento, alimentación de poder, interface de ingreso, comunicación y programación.

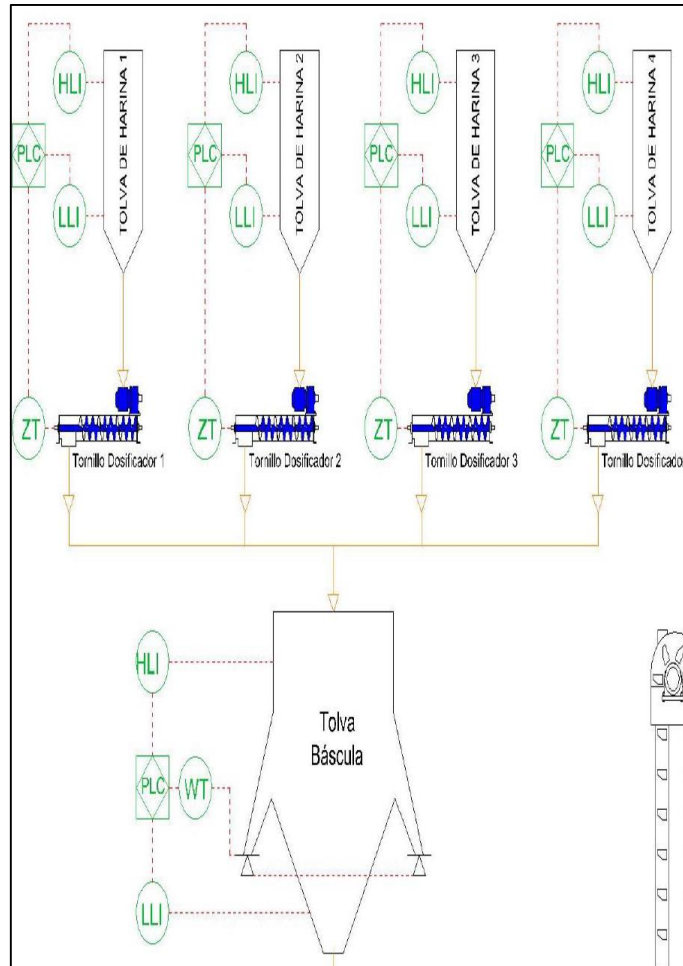


Figura 17: Diagrama de un P.L.C.

Fuente: Autoría propia.

### 3.3. Implementación del sistema de entrada, verificando fluidez del maíz y consumo de Energía en todo el proceso de trituración

Se pretende implantar un sistema de alimentación de maíz mediante un tornillo sin fin también llamado gusano.

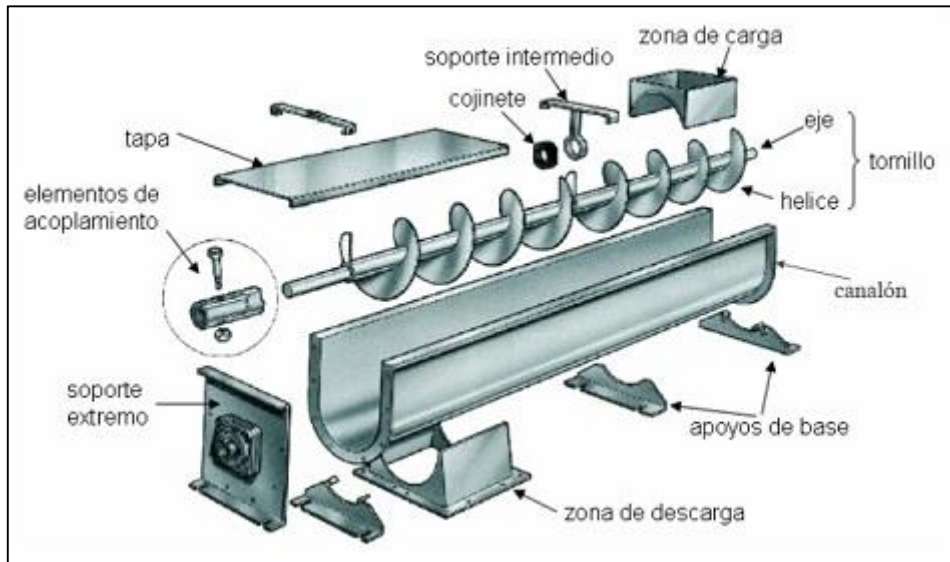


Figura 18: Partes de un tornillo.

Fuente: Mecanismos.

Para la implementación del proceso de alimentación se utilizará como sistema de transporte un tornillo sin fin (gusano).

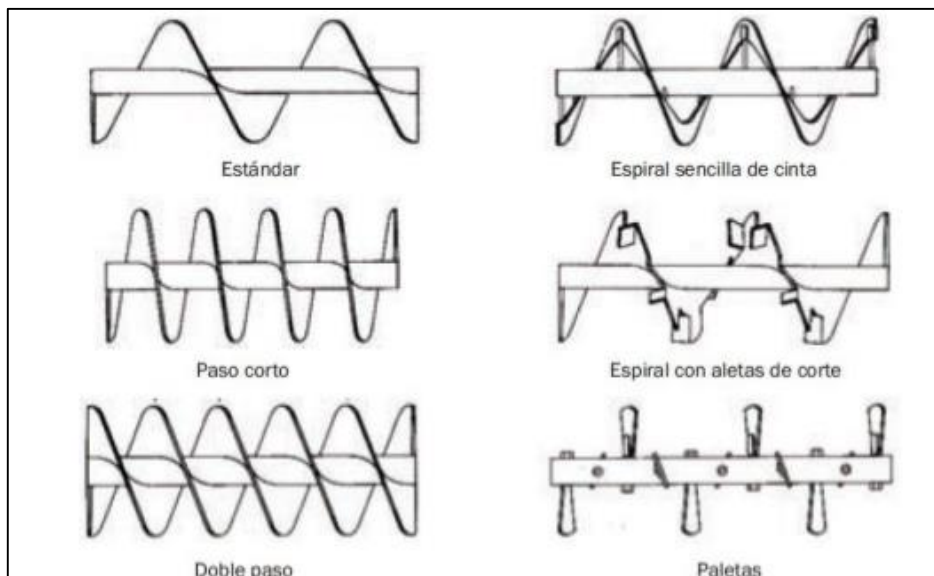


Figura 19: Tipos de tornillo.

Fuente: Mecanismos y clasificación.

Por su forma de construcción y eficiencia de transporte se empleará un tornillo con de sección uniforme con un paso de los filetes regular.

Figura 20: Muestra el tipo de gusano a utilizar para el transporte de materia.

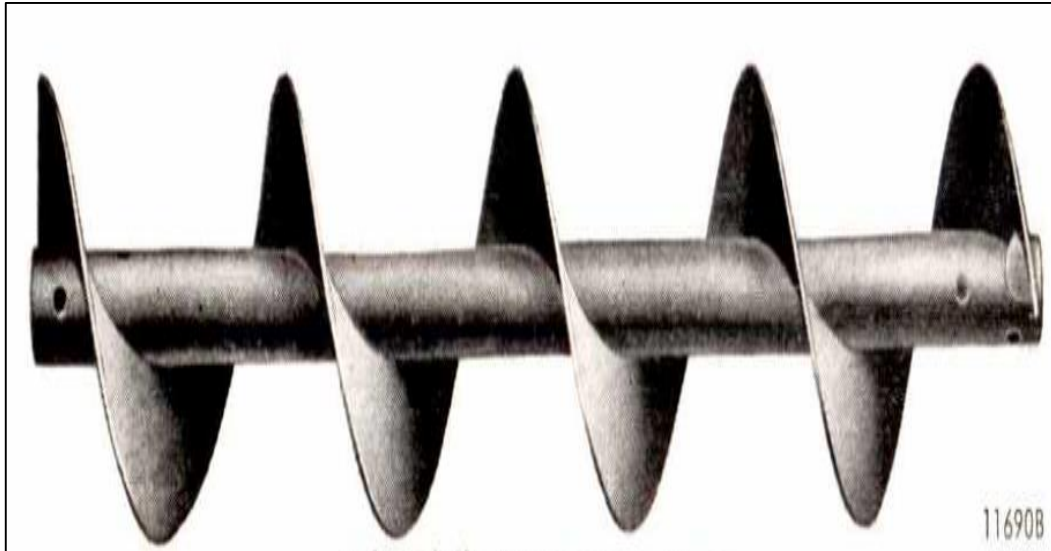


Figura 20: Tipo estándar.

Fuente: Mecanismos.

En la **tabla n° 2**: Se describe las características del tornillo sinfín usado para el traslado del maíz.

**Tabla 2:** Especificaciones del tornillo sinfín.

Característica del gusano.	
Capacidad de transporte.	18.4 t/h
Distancia de traslado	700 cm.
Tamaño.	0.15 cm
Diámetro exterior.	10 pulgadas
Sección.	0.05067 m <sup>2</sup>
Longitud específica	1 m.
Peso	750 kg/ m <sup>3</sup>
Velocidad	4 a 6 m/s.

Fuente: Autoría propia.

Cálculo del Rango de Potencias:

$$\text{Potencia} = \text{Sección} * \text{Peso Específico} * \text{Velocidad Lineal}$$

$$\text{Potencia} = 152 - 228 \text{ Kgf} * \text{mt} = 2 - 3 \text{ HP.}$$

En la **tabla n° 2**: Especifica las propiedades del material a ser trasladado mediante el equipo.

**Tabla 3:** *Propiedades del maíz.*

<b>Característica de la materia a transportar.</b>	
Peso específico.	750 kg/ m <sup>3</sup>
Dureza.	14.83
Tamaño.	0.15 cm

Fuente: elaboración propia.



Figura 21: Maíz.

Fuente: Autoría propia.

### **Características de la carcasa:**

En la **tabla n°4**: Especifica el tipo de acero a seleccionar para la implementación del transporte, por el tipo de uso se usará un material adecuado para transporte de.

**Tabla 4:** *Descripción del material.*

<b>Característica de la carcasa.</b>	
Tipo de material.	ASTM A- 36
Espesor de la plancha.	1/8 Pulgada

Fuente: Autoría propia.

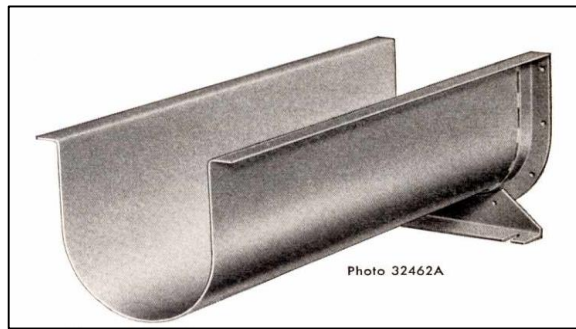


Figura 22: Carcasa del tornillo.

Fuente: Mecanismo.

### Sistema motriz del transporte.

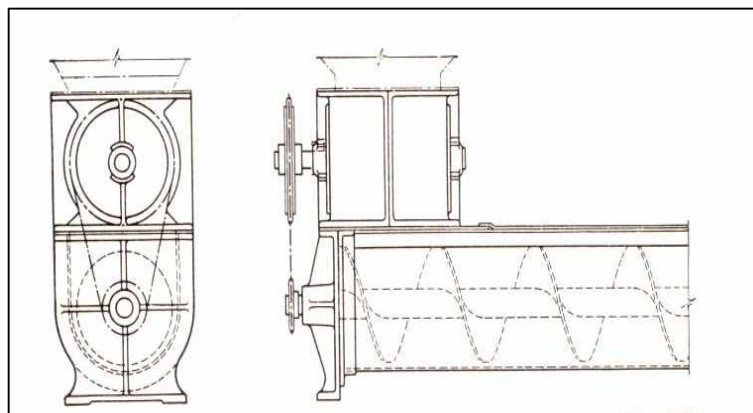


Figura 23: Sistema motriz.

Fuente: Diseño mecánico.

### Sistema motriz del transporte.

Tabla 5: Especificaciones del sistema.

Característica del sistema motriz del transporte.	
Potencia de motor reductor.	170 kw.
Potencia del motor.	3 HP.
Velocidad.	1750 rpm.
Tensión de trabajo.	230 V
Eficiencia.	94.5%
Factor	85 %
Frecuencia.	60 Hz
Amperaje.	62 A

Fuente: Autoría propia.

En la **Tabla N° 5**: De acuerdo a tablas y capacidad de transporte se usará un motor con una potencia de 3 HP, que transmitirá el movimiento mediante fajas trapezoidales.

$$P = \frac{\text{torque} * N}{9550} \quad P = \frac{16235 * 100}{9550} \quad P = 170 \text{ kw}$$

$$T = \frac{p * 9550}{N} \quad T = \frac{170 * 9550}{1250} \quad T = 1298.8 \text{ N/m}$$

$$N1 * D1 = N2 * D2 \quad N1 = \frac{N2 * D2}{D1} \quad N1 = \frac{1250 * 350 * D2}{D250} \quad N1 = 170 \text{ rpm.}$$

### 3.4. Selección de componentes electrónicos para la implementación del proceso

La secuencia de trabajo empleado en nuestra implementación de transporte del maíz seguirá la el siguiente diagrama:

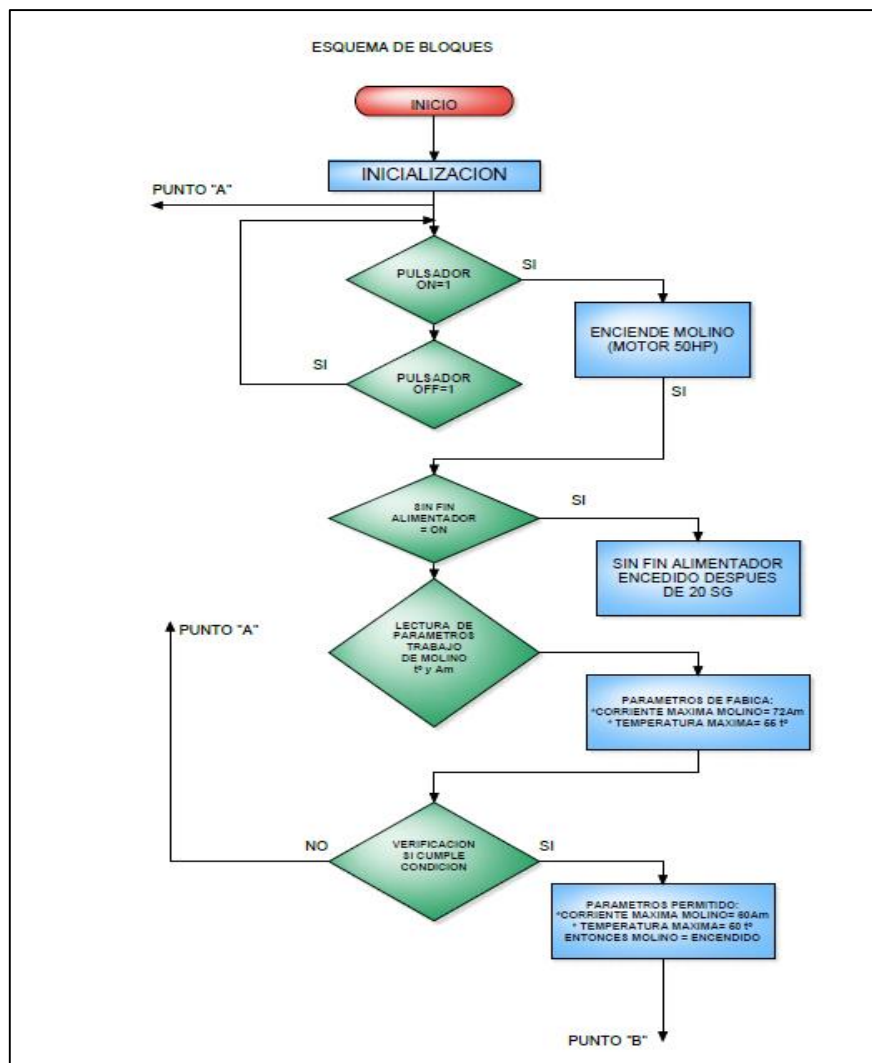


Figura 24: Esquema de flujo A.



Fuente: Autoría propia.

Y en su segunda parte por:

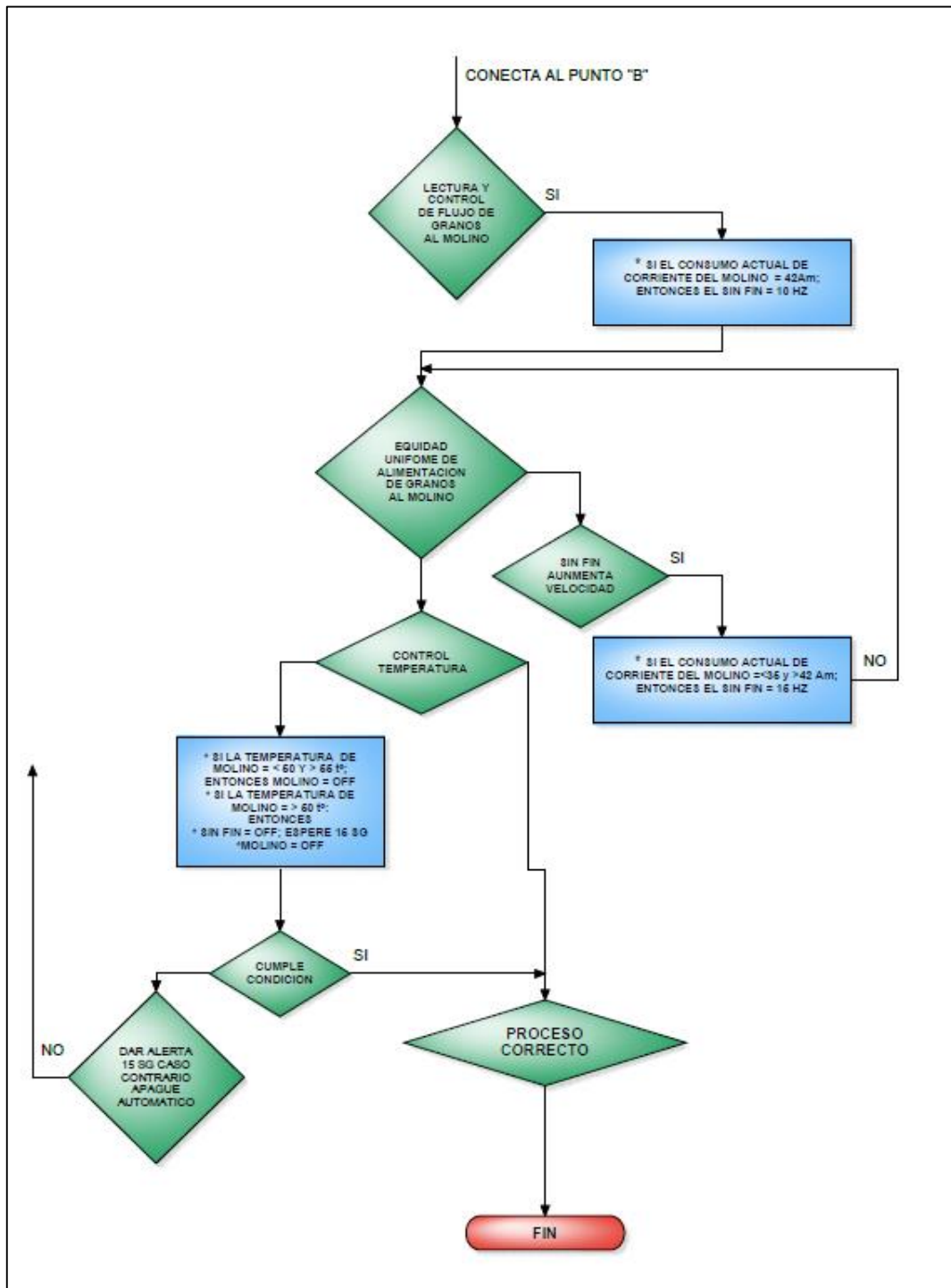


Figura 25: Esquema de flujo B.

Fuente: Autoría propia.

Los principales componentes que conforma el flujo grama son:

Relay electrónico: Cumple una gran función de controlar al sistema de fuerza de los motores del sistema. Su alimentación es de 3.3v que es controlado mediante micros controladores.

### **Elección de PLC.**

Para la elegir un PLC es fundamental determinar los parámetros, actualmente abundan distintas marcas, modelos y de capacidad de potencia en el mercado.

Tener en cuenta estos pasos al momento de la elección:

- Número de entrada y salida.
- Capacidad de programación y memoria.
- Interfaz de comunicación.
- Motion control.
- Control de pulso.
- Nivel de seguridad.
- Tipo de software.

**Tabla 6:** *Parámetros del PLC.*

<b>Parámetros del PLC</b>	
Cantidad de instrucciones	133
Nº de registro de trabajo.	32 x 8
Velocidad de procesamiento.	16 MHz.
Canales de terminación	8
Canales diferenciales	7
Tensión de trabajo	2.7 a 5.5 v
Tipo de PLC	Compacto
Memoria RAM	256 bits.
Lenguaje	Ladder
Temperatura	30 °

Fuente: Autoría propia.

En la **tabla N° 6**: Se describe la característica de procesamiento del dispositivo encargado de maniobrar el sistema. En anexo se muestra la configuración del PLC.

### 3.5. Elección de los elementos mecánicos, que garantizarán la eficiencia de la alimentación del Molino de Maíz

Para construir un molino de martillo se seleccionarán elementos normalizados, a continuación se describe la característica de cada elemento que constituirá el molino.

Los elementos principales son: la tolva, bastidor, sistema de transmisión de fuerza, sistema eléctrico y sistema de trituración.

#### Eje principal:

Estará sometido a esfuerzos de flexión y reacciones de fuerzas en sus puntos de apoyo y la carga del sistema motriz. Estará construido de un acero AISI 1018.

Para determinar el diámetro se aplicará la siguiente fórmula:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 316253.95}{\pi \cdot [1 - (0)] [27.4]}} \quad D \geq 49 \text{ mm.}$$

Aplicando la fórmula se determina un diámetro del eje de 2 pulgadas.

**Tabla 7:** Cargas del eje.

<b>Característica de la materia a transportar.</b>			
Elementos.	Peso kg.	Cantidad.	Masa total. (KG)
Volante	20	1	20
Polea	4.5	1	4.5
Martillos	0.5	63	31.5
Discos	4	3	12
Eje secundario	0.90	4	3.6
Total			69.6

Fuente: Autoría propia.

### Eje secundario:

En este eje estarán montado los martillos, donde estarán sometidos a esfuerzos centrífugos y peso de los martillos.

Tipo de material construido es de un acero 750/4340, con un diámetro de 1 pulgada, con 24.5 cm de longitud.

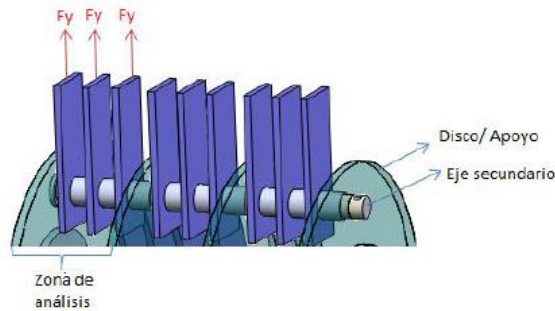


Figura 26: Eje secundario.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 22: se muestra la ubicación de los ejes secundarios.

### Diseño de herramienta-martillos:

Se construirá de un material acero AISI 1021, este tipo de acero es más usado en distintos molinos por sus propiedades que se adecuan al tipo de trabajo a efectuar.

Ya determinado el material se determinara el espesor y tamaño, para calcular se aplicarán la siguiente fórmula:

Masa del martillo:

$$m_m = \frac{F_c \cdot 12}{\alpha \cdot d} \quad m_m = \frac{2.75 \cdot 12}{189.36 \cdot 0.15} \quad m_m = 1.16 \text{ kg}$$

Espesor del martillo:

$$a = \frac{Pm}{2Pe \cdot e \cdot d} \quad a = \frac{1.6 \text{ kg}}{2 \cdot 7850 \cdot 0.01 \text{ m} \cdot 0.15 \text{ m}} \quad a = 5 \text{ cm}$$

Dónde:  $m_m$  = Masa  
 $a$  = ancho  
 $Pe$  = peso específico.  
 $d$  =longitud.

El espesor del martillo será de 5 mm.

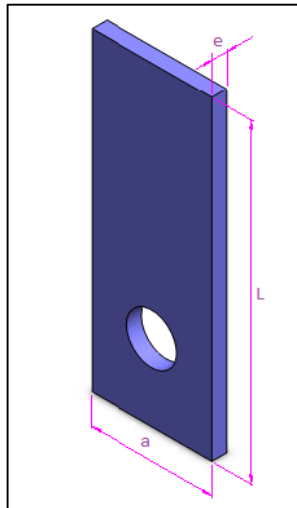


Figura 27: Martillo del molino.

Fuente: Autoría propia.

### Diseño del bastidor:

Dicho componente será el encargado de alojar el bloque de trituración y rodamientos, dado que soportara fuerzas dinámicas generadas por el eje principal. Estará construido de un acero ASRM A36 de un grueso de 4 mm.

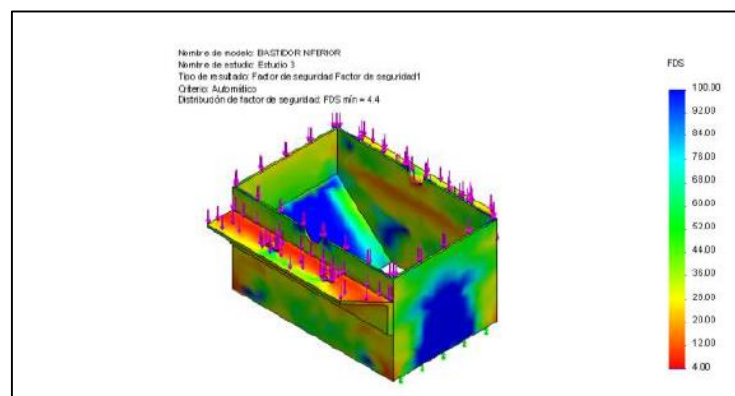


Figura 28: Diseño del bastidor.

### Diseño de la tolva:

Estará construido de un acero ASTM A36, con un espesor de 2 mm. La tolva será el encargado de almacenar el material y dejar caer por gravedad hacia el área de molienda, la principal característica para su construcción es el ángulo de descarga.

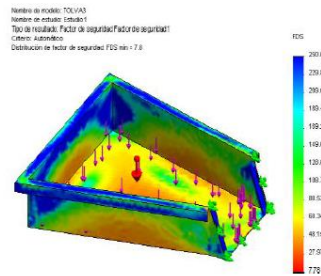


Figura 29: Diseño del bastidor.

### Diseño de los discos:

Este componente será el encargado de alojar los ejes secundarios, su diámetro se determina mediante el radio de giro y tamaño del martillo. Estará fabricado de un acero ASTM A36, con un grueso de 4mm, para brindar la garantía de soportar todas las reacciones generadas por el eje.

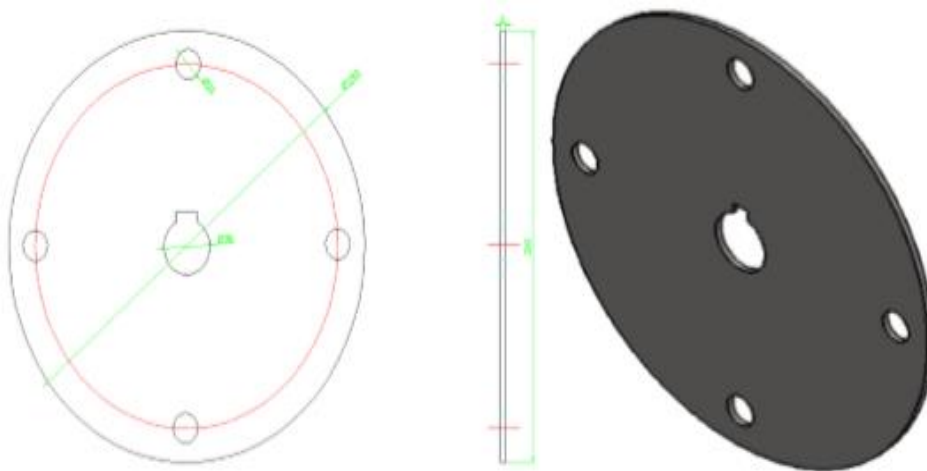


Figura 30: Diseño del disco.

Fuente: Autoría propia.

Para determinar el espesor se aplica la siguiente fórmula:

$$e = \frac{n * Fcf}{Sy * d}$$

### Potencia del motor:

Se estima seleccionar un motor que cumplan la característica para el molino y se determina mediante la siguiente ecuación donde se sumarán la potencia en vacío y carga:

Torque del motor:

$$T = Fc * d_1 \quad T = 4.78 N * 24.3 \quad T = 34.4Nm$$

Potencia del motor:

$$P = T.W \quad P = 5HP$$

Dónde: T: Torque de motor.

Fc: factor de corte

Aplicando la fórmula de luego a determinar la potencia del motor: **5HP.**

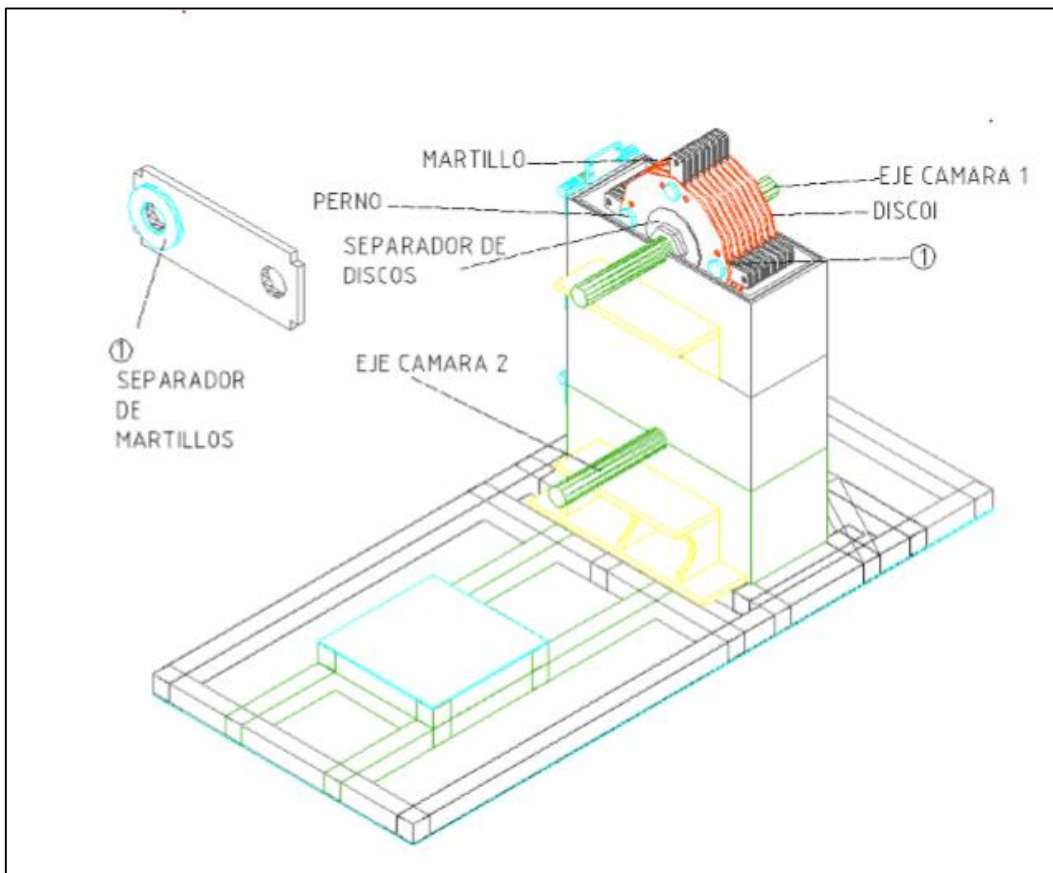


Figura 31: Montaje de elementos del molino.

Fuente: Autoría propia.

### 3.6. Analizar los tiempos, valor de inversión e ingresos, evaluación económica financiera a criterios Privados

Para determinar los tiempos perdidos mediante el proceso de molienda, se mencionan algunos factores:

- Obstrucción del molino ocasiona 30 min de tiempo perdido.
- 4 paradas no programadas se presentan durante la semana.
- Aumento de eficiencia del molino que equivale a 20 % más de lo normal.
- Cantidad de sacos molidos al día actualmente es de 40.
- Cantidad de sacos molido después de implementar es de 50.

Si logramos un incremento de 20 %, esto equivale a una diferencia de 10 sacos por día. Incrementando la producción logrando recuperar la inversión aproximadamente en un lapso de 1 año.

#### Determinación de los costos.

Se efecto la ejecución y sumatoria de todos los costos generados durante el trabajo.

**Tabla 8:** *Costos*

<b>Tipo de costo.</b>	<b>Descripción.</b>
Costo directo:	Material.
	Equipos.
	Elaboración.
Costo indirecto:	Ingeniería.
	Extras.

Fuente: Autoría propia.



**Tabla 9:** *Tabla de construcción e instalación.*

<b>Tipo de gasto.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor (soles)</b>
Directo	Materia prima	24,650
	Costo de mecanizado.	15,400
	Costo de mano de obra.	15,670
Indirecto	Costo de ingeniería.	55,720
	Gastos adicionales.	
Total.		81,916

Fuente: Autoría propia.

En la **tabla N° 9**: se detalla el costo general que esta valorizado la implementación de este proyecto.

El diseño tiene diferentes detalles:

Tiempo de vida: Se estima 5 años, teniendo en cuenta el desgaste de los componentes y el avance tecnológico industrial.

Tasa de Descuento: Consideramos que es financiado mediante un préstamo bancario del 100%.

No se tomara el valor residual, se efectuarán análisis de sensibilidad, determinando mediante el flujo de caja:

Consideraremos el Flujo de Caja a 5 Años, el Costo promedio de Capital, al 10 %, sin valor residual de reembolso.

**Tabla 10:** *Tabla de costeo.*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>INGRESOS</b>		72.000,00	72.000,00	72.000,00	72.000,00	72.000,00
<b>EGRESOS</b>	81.916,00	4.095,80	4.095,80	4.095,80	4.095,80	4.095,80
<b>NETO</b>	-81.916,00	67.904,20	67.904,20	67.904,20	67.904,20	67.904,20

Fuente: Autoría propia.

Obteniéndose los valores financieros, se considera la viabilidad económica – Financiera, efectuando cambios y mejoras en el molino.

Aplicando el método de entrada y gastos, efectuaremos los estados financieros se realizará un análisis mediante el VAN y para el criterio aplicaremos el TIR.

**Valor actual neto:**

Es considerado el valor presente neto, permitiendo encontrar un número de valor en los flujos de cajas futuras.

$$\text{VAN}=191.020,64$$

**Tasa interna de retorno:**

Nos permite determinar el costo de inversión realizado.

$$\text{TIR}= 78,28\%.$$

#### **IV. DISCUSIÓN**

La automatización de un molino de martillo de maíz, es una gran necesidad dado la demanda del mercado.

Con el sistema de molienda y alimentación actual, en donde está diseñado empíricamente obteniendo como resultado el constante atoro del molino generando paradas no programadas, generando pérdida de tiempo y producción.

El presente trabajo propuesto para automatizar el proceso de molienda de maíz, para así lograr mejorar la productividad de molienda.

Atarama en su trabajo “la industria de alimentos es un actividad productiva, donde se elabora productos comestibles y bebibles.” Busca determinar la gran importancia de la industria donde es procesado diferentes productos ya sea para el consumo humano o animal, dónde estas materias son procesadas con un estricto control de calidad regido por normas y leyes.

Bermeo en su tesis “principio de funcionamiento de molinos industriales con una gama de variedades ya sea vibratorio u oscilantes.” Determina que existen una gran variedad de molinos industriales utilizados para el proceso de molienda de productos en diferentes aplicaciones industriales.

Baca en su tesis “el maíz es uno de los principales productos dentro del consumo a nivel mundial, ya sea para consumo humano o crianza de animales.” Define la gran importancia de la cosecha del maíz y el impacto del consumo humano y animal a nivel mundial.

## **V. CONCLUSIONES**

La fabricación de molino de martillo efectuado, esta validado para una producción de 10 quintales/hora de maíz molido, de diferentes tamaños dependiendo la necesidad del consumidor, siendo este la propuesta inicial de producción del molino.

El molino construido tiene la función de moler maíz solo para el consumo animal, sin embargo da las circunstancias para el consumo humano la construcción del molino sería de aceros especiales que no contaminen la materia molida.

La selección de los elementos mecánicos y eléctricos de la máquina, se fabricó consideró factores de seguridad, económicos, eficiencia y fabricación.

Se concluye que la implementación es rentable, donde la inversión realizado por el dueño se encuentra dentro de un margen aceptable di adquisición por otros agricultores que piensan invertir.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es de suma importancia tener presente la secuencia de programación y montaje de los elementos del sistema, para evitar que ocurra fallas ocasionadas mediante el montaje.

La molienda de maíz, siempre suele crear polvillo por ende se debe aprovechar al máximo la materia, por lo cual se recomienda aplicación de un sistema que se encargue de succionar y transportar hacia un lugar seguro y confiable para darle uso al producto desperdiciado actualmente.

La máquina se debe considerar un mantenimiento preventivo y correctivo programado de frecuencia periódica dependiendo del tiempo de operación, para garantizar el buen funcionamiento y alargar la vida útil.

## REFERENCIAS

- Andrzej Bochat, Leszek Wesolowski y Marcin Zastempowski. 2015.** Un estudio comparativo de diseño nuevos y tradicionales de un molino de martillos. España : Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos y Biológicos, 2015.
- ATARAMA Valdiviezo, Luis. 2018.** Sistematización de diseño de molinos de martillos fijos para grano. Piura : s.n, 2018.
- CHÁVEZ Vela, Franklin y RAMOS Vásquez, Gesler. 2018.** Diseño de un molino de martillos para cereales y forraje de 500 kg/h en el anexo de Batangrande, Lambayeque. Lambayeque : s.n., 2018.
- GUTIÉRREZ Vilela, María. 2018.** Repotenciación y automatización del molino de martillo en el laboratorio de procesos industriales de la facultad de ciencias. Ecuador : TESIS, (Ingeniero Químico), 2018.
- HEINRICH Boll, Stiftung. 2019.** México: Un País de Maíz. [En línea] 2019. <https://mx.boell.org/es/2019/04/17/mexico-un-pais-de-maiz>.
- MENDRANO Chimboraz, Leonardo y RAMOS Cardenas, Sonia. 2011.** Implementación de PLC para un sistema de vigilancia en un ciclo cerrado, propone implementar un circuito de vigilancia para garantizar la seguridad. Piura : s.n., 2011. Quito.
- MOLINA A costa, Grabiell y ÁLVAREZ López, Luis. 2013.** Diseño, construcción y automatización de un molino y mezcladora para el producto ferti producción de la empresa tecni organic. Sangolqui : s.n., 2013.
- Q. Fang, I. Bölöni, E. Haque, CK Spillman. 2014.** Comparación de la eficiencia energética entre un molino de rodillos y un molino de matrillo. España : s.n., 2014.
- TARRILLO Tapia, Edwin. 2019.** Diseño de una máquina trituradora de arcilla de 20tn/día de capacidad para la elaboración de pegantes cerámicos en polvo - empresa “mega negocios el ofertón s.a.c. Pimentel : s.n., 2019.
- VALDIVIEZO Atarama, Luis. 2018.** Sistematización de diseño de molinos de martillos fijos para grano. piura : tesis. (Ingeniero Mecánico Mlétrico )., 2018.
- VARGAS Sánchez, Gustavo. 2017.** El mercado de harina de maíz en México. Una interpretación macroeconómica. México : Economía Informa, 2017.

## ANEXOS.

**Anexo n° 1:** Sistema de alimentación actual.



**Anexo n° 2:** Garganta de alimentación implementada.





**Anexo n° 3:** Tornillo sinfín implementado.



**Anexo n° 4:** Fabricación del ducto de alimentación.

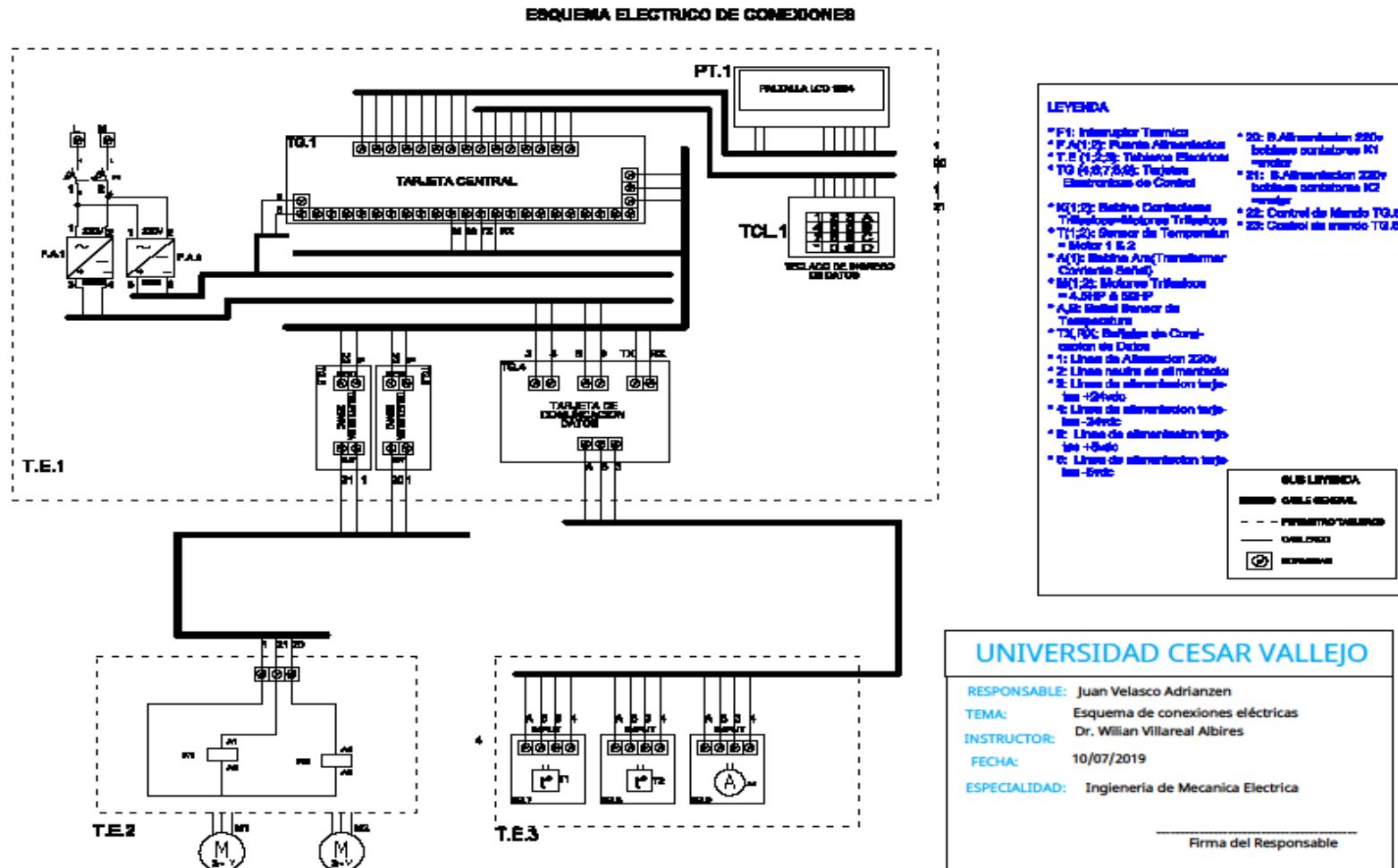


**Anexo n° 5:** Tablero implementado.





Anexo n° 6: Diseño del sistema eléctrico implementado.





## Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **MG DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES PARA LA ALIMENTACIÓN DE GRANOS DE MAÍZ EN UN MOLINO DE MARTILLO.**

Del estudiante **VELASCO ADRIANZEN JUAN FRANCISCO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **7%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Chiclayo, 05 de Febrero del 2020



Mg Deciderio Enrique Díaz Rubio

DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## Reporte de turnitin

Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico programables para la alimentación de granos de maíz en un molino de martillo


### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>7%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>2%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>0%</b> PUBLICACIONES	<b>7%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.fesnica.org.ni</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>www.simasa.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>www.alimentatec.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.authorstream.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Bachillerato Alexander Bain, S.C</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

**Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-06-2019
		Página : 1 de 1

Yo Juan Francisco Velasco Adriañez..... identificado con DNI N° 43438296,  
 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
 de la Universidad César Vallejo, autorizo  No autorizo  la divulgación y  
 comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado  
"Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico  
programables para la alimentación de grano de maíz en un  
molino de martillo.....

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo  
 estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 FIRMA

DNI: 43438296

FECHA: 06 de febrero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------



## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**VELASCO ADRIANZEN JUAN FRANCISCO**

INFORME TITULADO:

**Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico programables para la alimentación de granos de maíz en un molino de martillo.**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

SUSTENTADO EN FECHA : 20 de Diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN : Aprobado por mayoría.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

*[Firma manuscrita]*  
Ing. Dante Guzmán Carranza  
Coordinador de Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN