



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL
ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍAS
APLICADAS**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE MÁQUINA SEMI-
AUTOMÁTICA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

LOAIZA SANTOS LUIS FERNANDO

DIRECTOR: ING. LUIS XAVIER SÁNCHEZ SIGUENZA MBA.

D. M. Quito

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Luis Fernando Loaiza Santos, declaro ser autor del presente trabajo de titulación de la carrera de Ingeniería Mecatrónica y eximo expresamente a la Universidad Internacional del Ecuador y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

“La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR”

f.

Luis Fernando Loaiza Santos

CI: 0103649190

CERTIFICACIÓN

El docente de la Escuela de Ciencias Exactas y Tecnologías Aplicadas Ingeniero Xavier Sánchez, MBA

CERTIFICA QUE:

El proyecto de investigación “Diseño y construcción de un prototipo de máquina semi-automática para desmenuzar queso fresco”, fue desarrollado por: Luis Fernando Loaiza y ha sido debidamente revisado y está en condiciones de ser entregado para que siga lo dispuesto por la escuela de Ciencias Exactas y Tecnologías Aplicadas, correspondiente a la sustentación y defensa del mismo.

Ing. Xavier Sánchez, MBA

AGRADECIMIENTO

A mis maestros, que dedicaron su tiempo y conocimiento para enseñarme todo lo que he aprendido a lo largo de mi carrera universitaria; a mis compañeros de clases, que han sido varios, por cada momento compartido realizando proyectos, trabajos, deberes y por su ayuda cuando había materias que parecían una misión imposible para mí; a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, su confianza en mí y por darme ánimos cuando lo que quería era renunciar; a mi enamorada, por estar a mi lado en las buenas y en las malas, sin importar las circunstancias. Finalmente a mi Tutor, por brindarme sus conocimientos y experiencia para lograr realizar este proyecto de titulación.

DEDICATORIA

A mi padre Edgar Loaiza y a mi madre Cristina Santos, por dedicar su tiempo en la crianza mía y de mis hermanos ya que gracias a ellos y a todo lo que han realizado somos lo que somos y he llegado a cumplir tantas metas de mi vida como obtener un título universitario.

ABREVIATURAS

A	Área
AISI	American Iron and Steel Institute
D	Diámetro
E	Módulo de Elasticidad
g	Gravedad
h	Hora
Kg	Kilogramo
M	Momento flector
MPa	Mega Pascal
m	Metro
min	Minuto
mm	Milímetro
n	Factor de Seguridad
N	Newton
R	Radio
seg	Segundo
v	Velocidad
W	Módulo de fluencia
TMH	Tonelada métrica húmeda
TMS	Tonelada métrica seca
MIPS	Millones de instrucciones por segundo

RESUMEN

Friulatte es una empresa que se dedica a la elaboración de queso artesanal y está ubicada en la ciudad de Machachi. Todos sus procesos son realizados manualmente lo que conlleva mucho tiempo y recursos, por ello, la empresa desea diseñar y construir una máquina semi-automática que les ayude con el desmenuzamiento de queso fresco para la elaboración de otros tipos de quesos. La máquina tiene sistema de alimentación automática y posee una pantalla donde se la controla y se indica la cantidad de queso que se desea desmenuzar. En adición a eso, dispone de un sistema de pesado para controlar la cantidad de queso desmenuzado.

Para cumplir el propósito se aplicaron todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria de Ingeniería Mecatrónica. En el siguiente documento se detalla el proceso de diseño y construcción de la máquina comenzando por la selección de alternativas mediante la casa de la calidad y el método de los residuos ponderados. Allí se analizan los pros y contras de cada una de las opciones y se selecciona la mejor de ellas acorde con los objetivos planteados. Posteriormente, se incluyen los cálculos y el diseño mecánico, electrónico y la programación.

Finalmente, se detallan las pruebas de funcionamiento y se realizan cartas de control para comprobar el correcto funcionamiento de la máquina. Adicionalmente se incluyen planos mecánicos y eléctricos así como manual de usuario y mantenimiento.

ABSTRACT

Friulatte is a company dedicated to the development of artisan cheese and is located in the town of Machachi. All processes are performed manually which takes a lot of time and resources, so the company wants to design and build a semi-automatic machine to help them shredding cheese for the production of other types of cheeses. The machine has automatic feed and has a display that controls the amount of cheese to be shredded. In addition to that, it has a weighing system to control the amount of shredded cheese.

To fulfill the purpose all the knowledge acquired throughout the academic career of Mechatronics Engineering have been applied. In the following document, the process of design and construction of the machine are described, starting with the selection of alternatives by the House of Quality and weighted residual method. There the pros and cons of each option are analyzed and the best one is selected according to the objectives. Subsequently, calculations, electronic and mechanical design and programming are included.

Finally, detailed performance tests and control charts are performed to verify proper operation of the machine. Additionally mechanical and electrical drawings and user and maintenance manual are included.

INTRODUCCIÓN

Artesanalmente, la elaboración de queso mozzarella requiere un proceso largo y sacrificado, peor aun cuando se desea producir grandes cantidades de queso para su distribución. Es por esto que a medida que la producción y la demanda crecen, se deben automatizar algunos de los procesos para lograr cubrir toda la demanda.

“Friulatte Queso Artesanal”, es una empresa pequeña que está en crecimiento y realizando todo el proceso manualmente. Esto conlleva bastante tiempo, por lo que desean automatizar una parte del proceso que ocupa muchos recursos, como es el desmenuzado del queso fresco. Esa etapa es muy importante ya que allí se intenta eliminar la mayor cantidad de suero posible para conservar solo la cantidad necesaria y proceder a la siguiente etapa de proceso.

El proyecto se enfoca en esa etapa, deberá cumplir con los requerimientos de calidad, seguridad, entre otros, indicados por el cliente así como normas de limpieza y producción de alimentos.

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ABREVIATURAS.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII
CAPÍTULO I.	1
INTRODUCCCIÓN.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	3
1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	4
1.5.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
CAPÍTULO II.	6
DISEÑO CONCURRENTE DE MÁQUINARIA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO.....	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 AUTOMATIZACIÓN:.....	6
2.1.2 HMI:	7
2.1.3 MICROCONTROLADOR:	8
2.1.4 GALGA EXTENSIOMÉTRICA:.....	9
2.1.5 ARDUINO	10

2.1.6 TFT LCD DISPLAY PARA ARDUINO	11
2.1.7 MOTOR ELÉCTRICO	12
2.1.8 ATMEGA 328P.....	15
2.1.9 QUESO MOZARELLA	15
2.2 ESQUEMA Y FUNCIONAMIENTO	15
2.2.1 ESQUEMA DE MÁQUINA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO	15
2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO	16
2.3 PROBLEMA.....	17
2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	18
2.4.1 CASA DE LA CALIDAD.....	18
2.4.2 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA CASA DE LA CALIDAD	20
2.4.3 FORMULACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	22
2.5 DISEÑO CONCEPTUAL	23
2.5.1 ANÁLISIS FUNCIONAL.....	23
2.5.2 DEFINICIÓN DE MÓDULOS FUNCIONALES	23
2.5.3 SOLUCIONES PARA CADA MÓDULO	26
2.5.4 MATRIZ MORFOLÓGICA.....	28
2.5.5 MATRIZ DE RESIDUOS PONDERADOS.....	30
2.6 ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	31
2.6.1 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO PARA CADA CRITERIO	32
2.6.2 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO POR CRITERIOS	32
2.6.3 ESQUEMA DE SOLUCIÓN	35
CAPÍTULO III. DISEÑO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO.....	36
3.1 DISEÑO MECÁNICO	36
3.1.1 DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN DESMENUZADORA	36
3.1.2 DIMENSIONAMIENTO BANDA TRANSPORTADORA	47
3.1.3 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	57
3.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN.....	61
3.2 DISEÑO ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.....	64
3.2.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	64
3.2.2 CONTROL DE CANTIDAD DE QUESO DESMENUZADO	65
3.2.3 DISEÑO PLACA ALIMENTADORA DE ENERGÍA	66
3.2.4 DISEÑO PLACA PARA MICROCONTROLADOR 328P.....	66
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	70

4.1 DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN.....	70
4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO	70
4.1.2 ESTADOS DEL PROCESO EN LA MÁQUINA	71
4.2 ACCESORIOS DE SEGURIDAD	72
4.2.1 CABECERA.....	72
4.2.2 BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA DIRECTA AL MOTOR PRINCIPAL	73
4.2.3 EXTRACCIÓN SEGURA DE ZONA DE ALMACENAJE DE QUESO DESMENUZADO.....	74
CAPÍTULO V. PROTOCOLO DE PRUEBAS Y RESULTADOS.....	76
5.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	76
5.1.1 PRUEBA DE MOTOR PRINCIPAL.....	76
5.1.2 PRUEBA DE PANTALLA TOUCH.....	77
5.1.3 PRUEBA DE DISPOSITIVOS DE SALIDA.....	80
5.1.4 PRUEBA DE PANTALLA LCD	83
5.1.5 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO	85
5.2 RESULTADOS	85
5.2.1 RESULTADOS PRUEBA DE MOTOR PRINCIPAL.	85
5.2.2 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE PANTALLA TOUCH.....	86
5.2.3 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE PANTALLA LCD.....	87
5.2.4 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO CON ARDUINO.	88
5.2.5 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO CON ATMEGA.....	98
Conclusiones	106
Recomendaciones.....	107
Bibliografía	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Automatización	7
Figura 2.2: HMI	8
Figura 2.3: Microcontrolador	9
Figura 2.4: Deformación Unitaria.....	9
Figura 2.5: Arduino Mega.....	10
Figura 2.6: TFT LCD	12
Figura 2.7: Motor Eléctrico.....	13
Figura 2.8: ATmega 328P.....	14
Figura 2.9: ATmega 328P Pinout.....	14
Figura 2.10: Esquema máquina desmenuzadora	16
Figura 2.11: Módulo 0 desmenuzadora	24
Figura 2.12: Módulos desmenuzadora.....	25
Figura 3.1: Diseño de planta.....	38
Figura 3.2:Chumacera SYKC25NTH	40
Figura 3.3: Eje desmenuzador	46
Figura 3.4: Eje exterior	43
Figura 3.5: Tipos de soldadura	44
Figura 3.6: Tipo de ajustes	47
Figura 3.7: Sistema de agujero único	47
Figura 3.8: Motor DC seleccionado	50
Figura 3.9 Diagrama de cuerpo libre	52
Figura 3.10: Reacción y torsión	52
Figura 3.11: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzo flexionante y momento cortante	53
Figura 3.12: Perfil para la bancada.....	54
Figura 3.13: Banda de PVC	56
Figura 3.14: Banda de poliuretano.....	57
Figura 3.15: Zonas de la máquina	58
Figura 3.16: Composición de electrodos.....	60
Figura 3.17: Soldadura	61
Figura 3.18: Tolva	62
Figura 3.19: hx711.....	66
Figura 3.20: Diagrama proteus.....	67
Figura 3.21: Diagrama proteus placa para ATmega 328P	68
Figura 3.22: Placa para ATmega 328P	69
Figura 4.1: Diagrama de flujo	70
Figura 4.2: Cabecera.....	72
Figura 4.3: Paro de emergencia	74
Figura 4.4: Solenoide electromagnético	75
Figura 5.1: Botón rojo.....	76
Figura 5.2: Botón verde.....	77
Figura 5.3: Pantalla principal pantalla touch.....	78
Figura 5.4: Menú de selección pantalla touch	78
Figura 5.5: Verificación pantalla touch.....	79

Figura 5.6: Desmenuzando, pantalla touch	79
Figura 5.7: Luz amarilla baliza	80
Figura 5.8: Seguro levantado	81
Figura 5.9: Luz roja y amarilla baliza	81
Figura 5.10: Seguro activado.....	82
Figura 5.11: Luz amarilla y verde baliza	82
Figura 5.12: Pantalla inicial LCD	83
Figura 5.13: Desmenuzar 10gr. LCD	83
Figura 5.14: Desmenuzar 50gr. LCD	84
Figura 5.15: Pantalla desmenuzando LCD.....	84
Figura 5.16: Límites de control para promedio Arduino.....	98
Figura 5.17: Límites de control para rango Arduino	97
Figura 5.18: Límites de control para promedio ATmega.....	104
Figura 5.19: Límites de control para rango ATmega	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Casa de la calidad	21
Tabla 2.2: Formulación especificaciones técnicas.....	23
Tabla 2.3: Soluciones módulo 1	27
Tabla 2.4: Soluciones módulo 2	27
Tabla 2.5: Soluciones módulo 3	28
Tabla 2.6: Matriz morfológica	29
Tabla 2.7. Evaluación del peso específico de cada criterio	32
Tabla 2.8. Evaluación del peso específico del criterio material.	33
Tabla 2.9. Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad.....	33
Tabla 2.10. Evaluación del peso específico del criterio limpieza.	34
Tabla 2.11. Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento.....	34
Tabla 2.12. Evaluación del peso específico del criterio costo.....	35
Tabla 2.13. Evaluación de conclusiones 1.	35
Tabla 2.14. Evaluación de conclusiones 2.	35
Tabla 3.1: Característica Chumacera.....	40
Tabla 3.2: Opciones unión de aspas.....	46
Tabla 3.3: Opciones de motores	49
Tabla 3.4: Pesos de elementos sobre la bancada	50
Tabla 3.5: Valores para perfil de la bancada	55
Tabla 3.6: Dispositivos de entrada	64
Tabla 3.4: Dispositivos de salida.....	65
Tabla 4.1: Estados de la máquina.....	71
Tabla 5.1: Resultados prueba de motor principal.....	86
Tabla 5.2: Resultados prueba de pantalla touch.....	87
Tabla 5.3: Resultados prueba de pantalla LCD.....	88
Tabla 5.4: Prueba 10gr.	89
Tabla 5.5: Prueba 50gr.	89
Tabla 5.6: Prueba 100gr.	89
Tabla 5.7: Prueba 150gr.	90
Tabla 5.8: Prueba 200gr.	90
Tabla 5.9: Prueba 250gr.	90
Tabla 5.10: Prueba 300gr.	91
Tabla 5.11: Prueba 350gr.	91
Tabla 5.12: Prueba 400gr.	91
Tabla 5.13: Prueba para cartas de control.	93
Tabla 5.14: Promedio y amplitud de rango.....	94
Tabla 5.15: Valores para cartas de control.	95
Tabla 5.16: Promedio de la muestra.	96
Tabla 5.17: Amplitud de rango.....	97
Tabla 5.18: Prueba 10gr ATmega.	98
Tabla 5.19: Prueba 50gr ATmega	98
Tabla 5.20: Prueba 100gr ATmega.....	99

Tabla 5.21: Prueba 150gr ATmega.....	99
Tabla 5.22: Prueba 200gr ATmega.....	99
Tabla 5.23: Prueba 250gr ATmega.....	100
Tabla 5.24: Prueba 300gr ATmega.....	100
Tabla 5.25: Prueba 350gr ATmega.....	100
Tabla 5.26: Prueba 400gr ATmega.....	101
Tabla 5.27: Prueba para cartas de control ATmega.....	101
Tabla 5.28: Promedio y amplitud de rango ATmega.....	103
Tabla 5.29: Promedio de la muestra ATmega.....	104
Tabla 5.31: Amplitud de rango ATmega.....	105

CAPÍTULO I.

INTRODUCCION

1.1 TEMA

“Diseño y construcción de un prototipo de máquina semi-automática para desmenuzar queso fresco”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Friulatte Queso Artesanal es una empresa que está ingresando en el mercado local de venta de diferentes tipos de queso y presenta un inconveniente en su producción debido a que la mayoría de sus procesos son manuales. Uno de los procesos que toma más tiempo es el desmenuzar queso fresco para la elaboración de queso Mozzarella.

El proceso de elaboración de queso mozzarella consiste de 3 etapas. La primera es la obtención de queso fresco, al cual se lo desmenuza y se procede a recolectar el queso desmenuzado. Posteriormente, en la segunda etapa, el queso desmenuzado pasa por un proceso de calentamiento y enfriamiento a diferentes temperaturas para eliminar ciertas bacterias y conservar otras. Finalmente entra la etapa de conservación y empaquetamiento del queso.

Este proyecto está enfocado en la primera etapa, ya que en Friulatte se realiza manualmente el proceso de desmenuzado, el cual demanda mucho esfuerzo físico y tiempo debido a las grandes cantidades de queso que se requiere. Para esto, existe una persona encargada de realizar este proceso, lo cual impide que se continúe con el proceso de una manera ágil y fluida debido a la fatiga física. Esto conlleva a la construcción de una máquina semi - automática que facilite y agilice este proceso, para optimizar tiempos de elaboración de queso Mozzarella.

Se requiere que la máquina disponga de una interfaz que permita seleccionar entre varias cantidades de queso a ser desmenuzado. Operará quesos rectangulares de 700 gr. Realizará el desmenuzado de queso a una velocidad promedio de al menos 5 quesos por minuto. Trabjará mediante electricidad, sin necesidad de baterías.

1.3 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es viable desarrollar una máquina para desmenuzar queso?

¿Existe una diferencia significativa entre realizar este proceso a mano y automatizarlo?

¿Se necesita de un nivel de estudios altos para poder operar la máquina, o cualquier persona con conocimientos básicos puede realizarlo?

¿Existe en el mercado máquinas similares o que realicen una función parecida a la máquina propuesta?

¿Es rentable desarrollar esta máquina teniendo en cuenta el análisis costo - beneficio?

¿Cuáles son los pros y contras de desarrollar esta máquina?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir una máquina semi-automática para desmenuzar queso fresco.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Diseñar y construir la estructura de la máquina.
- II. Dimensionar, seleccionar e implementar materiales, componentes y partes mecánicas.
- III. Diseñar e implementar el sistema de alimentación de queso fresco.
- IV. Seleccionar e implementar un dispositivo para controlar la cantidad requerida de queso desmenuzado en kg.

- V. Diseñar una interfaz entre la máquina y el usuario que permita realizar el control del mismo, de manera intuitiva sin necesidad de capacitación previa.
- VI. Generar un protocolo de pruebas

1.5 JUSTIFICACIÓN

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La automatización se está aplicando en todo tipo de industrias, una de estas es la industria alimenticia. El número de personas en el país ha crecido significativamente por lo cual se necesita mayor cantidad de alimentos para abastecerlos a todos. Por eso es necesaria la automatización de los procesos para generar lo deseado de una manera más rápida y efectiva.

La máquina cumplirá todas las normas para tecnologías de alimentos, asegurando así su implementación en la industria. El proyecto abarca las 3 partes esenciales de la Mecatrónica:

- Mecánica
 - Análisis de esfuerzos
 - Deformaciones
 - Materiales
 - Selección de motor
 - Otros.

- Electrónica
 - Esta parte abarca toda la conexión para que la máquina trabaje, siempre teniendo en cuenta las normas para que elabore un producto de calidad.

- Control

- Incluye la programación con una interfaz de usuario amigable, y así controlar el peso deseado de queso desmenuzado.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Debido al aumento de la población en el país la demanda de queso, así como la de otros productos, ha crecido significativamente, por lo que se necesitan nuevas y eficientes maneras para producirlos.

El cambio del método manual convencional al semi - automático se debe a que en el proceso, durante la jornada de trabajo, se debe desmenuzar grandes cantidades de queso para reducir la cantidad de suero, este se lo realiza con un chuchillo, lo cual genera cansancio, es peligroso y toma bastante tiempo. Así como otros recursos como el espacio ya que se necesita una mesa bastante grande para el desmenuzado. Con el proceso semi - automático se puede acelerar hasta en 5 veces el tiempo de elaboración de queso mozzarella, sin necesidad de utilizar cuchillos o una mesa grande. Automatizando el proceso, solo ingresa queso fresco en la máquina y se obtiene el queso listo para el proceso de hilado.

La automatización de este proceso beneficiará significativamente a las empresas que produzcan queso mozzarella en especial a Friulatte quienes han solicitado el desarrollo esta máquina.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Para cantidades de queso pequeñas es factible el proceso manual de desmenuzado. En el caso de empresas con una producción de mayor volumen, este procedimiento no es adecuado, se desperdicia recursos y tiempo.

La máquina propuesta ayudará a reducir estos recursos, optimizando el proceso, y generando una mayor cantidad de producto terminado.

Al utilizar esta máquina se podrá aprovechar el tiempo, antes utilizado en desmenuzar el queso manualmente, en otros procesos o incluso habría

como prestar más atención en la calidad del queso, ya que el personal estará menos cansado y se fijarán en pequeños detalles que antes eran omitidos.

CAPÍTULO II.

DISEÑO CONCURRENTE DE MÁQUINARIA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO.

2.1 MARCO TEÓRICO

Una desmenuzadora es una máquina diseñada para reducir el tamaño de grandes pedazos de una materia a un tamaño menor, de igual manera se pueden utilizar no sólo para reducir el tamaño, también sirven para cambiar la forma y tamaño de los alimentos para que puedan ser más fácilmente utilizados según sea conveniente. “El desmenuzado es el proceso de transferencia de una fuerza amplificada por una ventaja mecánica a través de un material compuesto de moléculas que se unen con más fuerza resistiendo en mayor grado la deformación comparado con el material desmenuzado”. [1]

2.1.1 AUTOMATIZACIÓN:

La automatización permite el control de tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos por un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- La Parte Operativa, como se observa en la imagen 2.1, es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los actuadores y accionamientos de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.
- La Parte de Mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación

automatizado; el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado. [2]



Figura 2.1: Automatización

Fuente: <http://www.agroterra.com/p/automatizacion-y-control-industrial-desde-sevilla-3030472/3030472>

2.1.2 HMI:

Como se observa en la figura 2.2, los sistemas Human Machine Interface, HMI, son los dispositivos o sistemas que permiten el interfaz entre la persona y la máquina. Estos sistemas se están masificando cada vez más a nivel industrial. Esta tendencia responde principalmente a la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.

Estos sistemas apuntan a lograr mejoras significativas en la gestión y es muy importante una buena integración al momento de su implantación para un adecuado funcionamiento. [3]



Figura 2.2: HMI

Fuente: <http://www.processonline.com.au/articles/52808-Enabling-rapid-line-changeovers>

2.1.3 MICROCONTROLADOR:

Un microcontrolador (figura 2.3) es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado.

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bit, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil. [5]

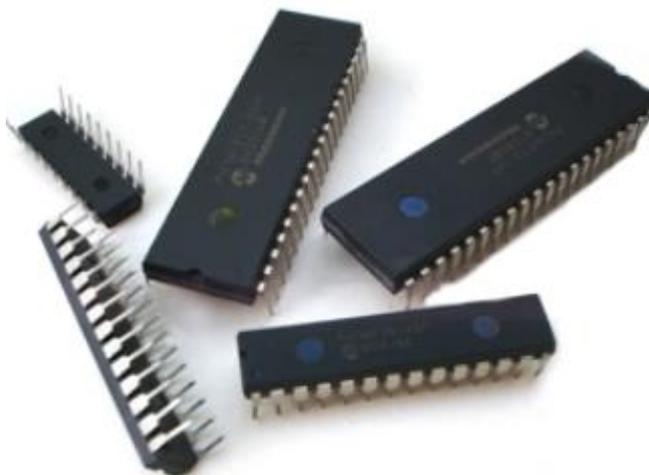


Figura 2.3: Microcontrolador

Fuente: <https://microcontroladoresesv.wordpress.com/microcontroladores-pic-y-sus-variedades/>

2.1.4 GALGA EXTENSIOMÉTRICA:

Un extensómetro, galga extensiométrica o “strain gauge” (en inglés) es un dispositivo de medida universal que se utiliza para la medición electrónica de diversas magnitudes mecánicas como pueden ser la presión, carga, torque, deformación, posición, etc. Se entiende por deformación unitaria (ϵ) (figura 2.4) a la cantidad de deformación de un cuerpo debida a la fuerza aplicada sobre él. En términos matemáticos, se define como la fracción de cambio en longitud, como se demuestra en la figura 2.4. [6]

Esta galga extensiométrica será utilizada para determinar la cantidad de queso que ha sido desmenuzado y así cumplir uno de los objetivos propuestos.

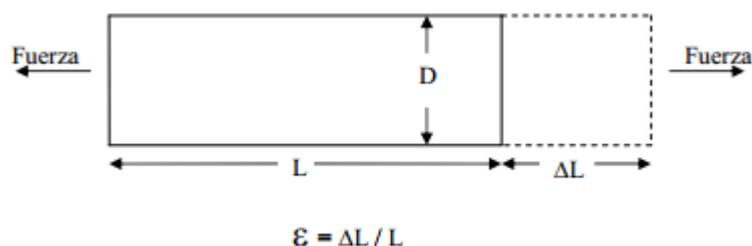


Figura 2.4: Deformación Unitaria

Fuente: http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/Strain_Gages_1.pdf

2.1.5 ARDUINO

La placa utilizada para desarrollar este proyecto será Arduino Mega 2560 el cual se lo puede ver en la figura 2.5.

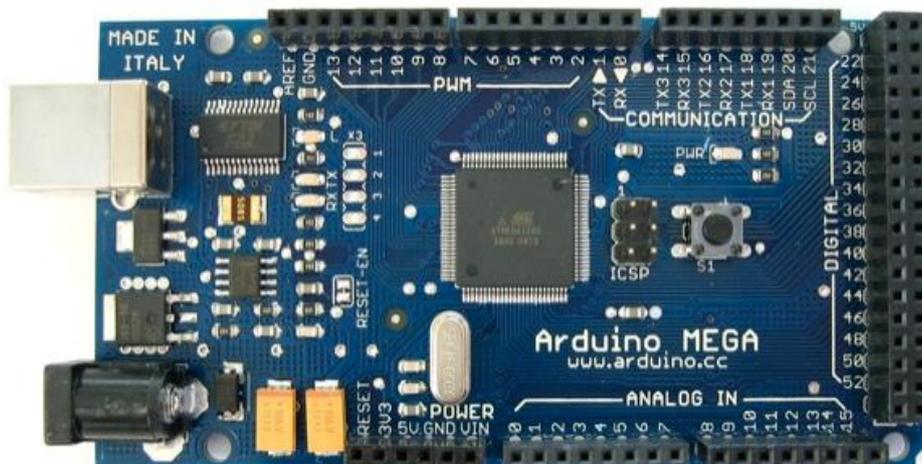


Figura 2.5: Arduino Mega
Fuente: <http://Arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

Arduino Mega es probablemente el microcontrolador más capaz de la familia Arduino. Posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa.

La comunicación entre la computadora y Arduino se produce a través del puerto serial, sin embargo posee un convertidor USB-serie, por lo que sólo se necesita conectar el dispositivo a la computadora utilizando un cable USB como el que utilizan las impresoras.

Especificaciones técnicas:

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje Operativo: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)

- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz
- Alimentación: Arduino Mega puede ser alimentado mediante el puerto USB o con una fuente externa de poder. La alimentación es seleccionada de manera automática.

Cuando se trabaja con una fuente externa de poder se debe utilizar un convertidor AC/DC y regular dicho voltaje en el rango operativo de la placa. De igual manera se puede alimentar el micro mediante el uso de baterías. Preferiblemente el voltaje debe estar en el rango de los 7V hasta los 12V.

Arduino Mega posee algunos pines para la alimentación del circuito aparte del adaptador para la alimentación:

- VIN: A través de este pin es posible proporcionar alimentación a la placa.
- 5V: Podemos obtener un voltaje de 5V y una corriente de 40mA desde este pin.
- 3.3V: Podemos obtener un voltaje de 3.3V y una corriente de 50mA desde este pin.
- GND: La tierra (0V) de la placa. [7]

2.1.6 TFT LCD DISPLAY PARA ARDUINO

La LCD TFT (figura 2.6) táctil es una pantalla integrada TFT (Thin Film Transistor) y una pantalla resistiva, esta se conecta directamente a Arduino, dando la posibilidad de implementar aplicaciones gráficas interactivas.



Figura 2.6: TFT LCD

Fuente: <http://www.dx.com/p/Arduino-compatible-2-4-tft-lcd-screen-touch-sensor-module-with-touch-pen-blue-145082>

Sus principales características son las siguientes:

- Pantalla: 5.0 pulgadas.
- Resolución: 800 RGB x 480
- 3825586
- Dimensiones externas: 118..5 x 77.55 x 3.4 (mm)
- Voltaje de trabajo: 2.7 V (min) – 3.6 V (máx).
- Corriente: 110 mA
- Frecuencia: 60 Hz
- Consumo eléctrico: 363 mW

2.1.7 MOTOR ELÉCTRICO

El motor eléctrico (figura 2.7) es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en

locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se diseñan adecuadamente. [8]

El motor utilizado para este proyecto tiene las siguientes características:

- Potencia: 0.75 HP (550).
- Velocidad: 3450 RPM.
- Voltaje: 110V
- Frecuencia: 60 HZ

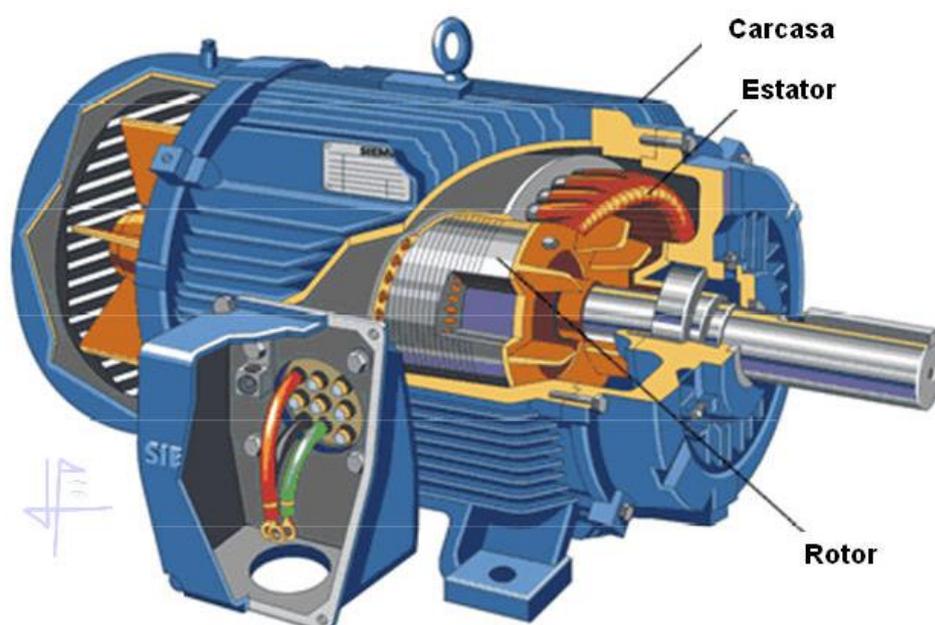


Figura 2.7: Motor eléctrico

Fuente: <http://www.tuveras.com/máquinaasincrona/motorasincrono1.htm>

2.1.8 ATMEGA 328P

ATmega328P (figuras 2.8 y 2.9) es un microcontrolador CMOS de 8 bits de baja potencia basado en una mejorada arquitectura RISC de AVR. Logra rendimientos que se acercan a 1 MIPS por MHz que permite al diseñador del sistema optimizar el consumo de energía en comparación con la velocidad de procesamiento.

Algunas de sus principales características son:

- Arquitectura RISC

2.1.9 QUESO MOZARELLA

El queso mozzarella fue inventado en Italia, es un tipo de queso graso y fibroso. Para su elaboración se utiliza queso fresco y en algunos casos queso tierno. Su mayor uso es en la elaboración de pizzas y pastas aunque se lo utiliza para otro tipo de comida sin necesidad de derretirlo.

Su proceso comienza como el de la mayoría de quesos, separando el suero por medio del cuajo, obteniendo así la cuajada o “queso fresco” posteriormente se desmenuza este queso y se lo lleva a una olla donde se alcanza diferentes temperaturas para eliminar bacterias que no son necesarias y se lo hila hasta obtener el estado deseado.

Una vez que el queso haya llegado al estado indicado, se forman bolas del tamaño que la empresa desee y se las incorpora en agua fría para que el queso conserve su forma y no pierda las bacterias que estaban dentro,

2.2 ESQUEMA Y FUNCIONAMIENTO

2.2.1 ESQUEMA DE MÁQUINA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO

La figura 2.10 indica el esquema de la máquina, sus principales partes y componentes que la conforman.

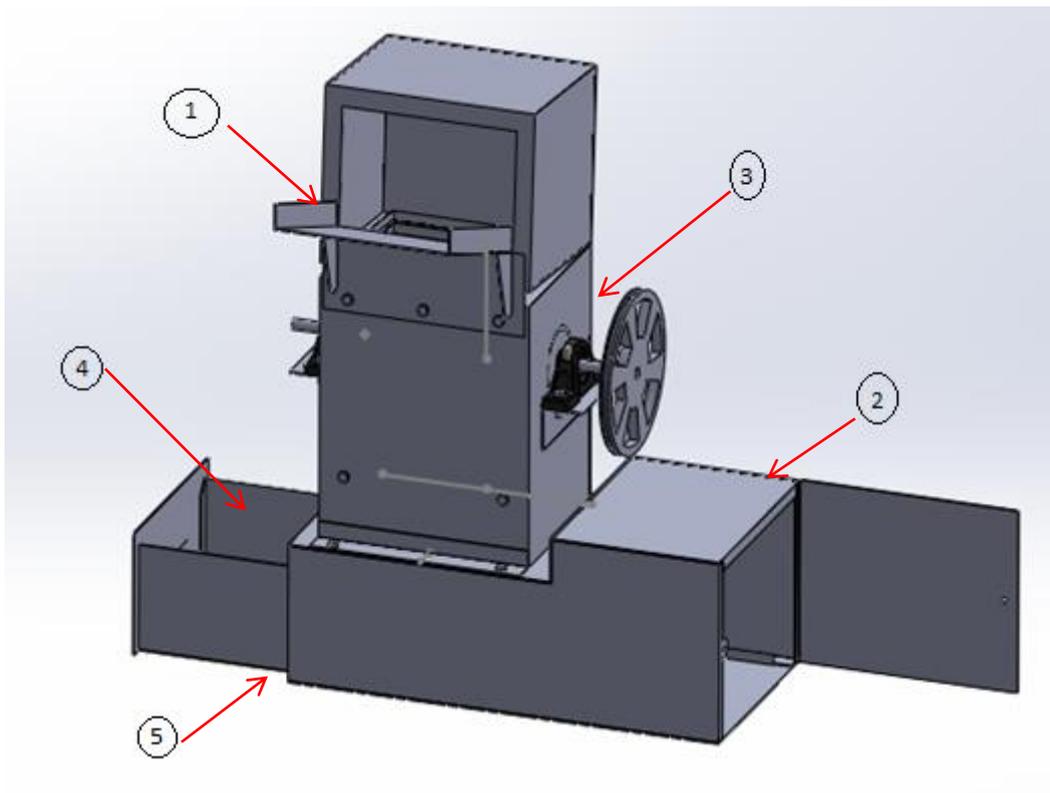


Figura 2.10: Esquema máquina desmenuzadora

- 1: Tolva.
- 2: Panel de control.
- 3: Zona de desmenuzado.
- 4: Zona de almacenamiento.
- 5: Sistema de pesado de queso.

2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINA PARA DESMENUZAR QUESO FRESCO

El proyecto se elaboró para facilitar la segunda etapa en la elaboración de queso mozzarella, optimizando recursos y permitiendo la mejora del producto final. El control de la máquina es semi-automático, el operario será quien

coloque el queso en la bandeja de entrada y desde el panel de control programará la cantidad de queso a ser desmenuzado.

El proceso de desmenuzado en la máquina será el siguiente:

- i. En el panel de control se ingresa la cantidad de queso que se desea desmenuzar y se inicia el proceso.
- ii. El queso se traslada mediante el sistema de alimentación hacia la estructura donde cae por efecto de la gravedad hacia las aspas.
- iii. Las aspas proceden a desmenuzar el queso por el giro generado, y este a su vez por efecto de la gravedad cae hasta llegar a la zona de almacenamiento.
- iv. En la zona de almacenamiento, existe un sistema de pesado de queso, el cual indica cuanto queso ha sido desmenuzado, y envía la señal para que el proceso se detenga cuando la cantidad de queso requerida haya sido alcanzada con éxito.
- v. Al finalizar el proceso de desmenuzado, el sistema da lugar a la apertura de esta zona, permitiendo así la extracción del queso desmenuzado.

2.3 PROBLEMA

En la fábrica de Friulatte el proceso de desmenuzado de queso fresco se lo realiza a mano, esto requiere de mucho tiempo el cual podría ser aprovechado en otras actividades si el mismo fuese realizado por alguna máquina que lo haga automáticamente.

Al requerir de personal para realizar dicha operación, aparte de tiempo, también se desperdician recursos como dinero y materia prima ya que no se tiene un control preciso de la cantidad de queso que necesita despachar.

En el Ecuador no existe esta máquina por lo que se realiza el proceso manualmente, importarla es algo muy costoso; siendo eso una de las principales causas para diseñarla y fabricarla.

2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

“La decisión de desarrollar un producto parte de una necesidad o del reconocimiento de una oportunidad que puede tener numerosos orígenes comprendidos entre los dos casos extremos siguientes:

- a) La petición explícita de un cliente (producto por encargo, máquina especial)
- b) Un estudio de mercado del fabricante (nueva oferta, rediseño de un producto)

A partir de la necesidad o del reconocimiento de una oportunidad (ya sea por encargo o por consideraciones de mercado), hay que establecer la definición del producto, etapa fundamental para su desarrollo posterior.” [9]

“Durante este proceso se pretende analizar las especificaciones técnicas necesarias para el diseño de la máquina, es decir los requerimientos y deseos que se han propuesto para que se logre cumplir con los objetivos de la máquina. Para esto se tendrá en cuenta tanto las opiniones del usuario como las opiniones del ingeniero, de tal manera que se logre llegar a conclusiones adecuadas.” [10]

2.4.1 CASA DE LA CALIDAD

“La primera de estas matrices (o casa de la calidad), traduce las demandas de los usuarios (o voz del cliente) en requerimientos técnicos del producto. Es la de aplicación más frecuente y en ella se distinguen 6 pasos:” [11]

- Voz del usuario
- Análisis de competitividad
- Voz del ingeniero
- Correlaciones
- Comparación técnica
- Compromisos técnicos

2.4.1.1 Voz del usuario

El usuario es la persona que dará uso a la máquina, por lo que es importante saber cuáles son sus requerimientos, deseos y sus funciones. A continuación se indica las demandas del cliente sobre las características de la máquina:

- Fácil de transportar.
- Alimentación automática de quesos.
- Fácil mantenimiento
- Materiales adecuados para tratar alimentos.
- Precio accesible.
- Larga vida.
- Estabilidad.
- Bajo índice de ruido.

2.4.1.2 Voz del ingeniero

Para satisfacer los requerimientos y deseos del usuario, el ingeniero es el encargado de hacer posible las demandas, debe establecer su voz especificando las características técnicas necesarias para cumplir con los objetivos propuestos. A continuación se muestra las especificaciones técnicas propuestas por el ingeniero:

- Peso y dimensiones.
- Sistema de transporte de quesos.
- Mantenibilidad.
- Uso de normas FDA. (anexo D1)
- Robustez.
- Nivel de ruido.

2.4.2 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA CASA DE LA CALIDAD

En la tabla 2.1 se indica la casa de la calidad desarrollada en su totalidad. Como se observa, los puntos de mayor importancia para el usuario final son la alimentación automática de quesos, el fácil mantenimiento de la máquina, que el material utilizado para su construcción sea el adecuado y que tenga una larga vida. Esto, trasladado a términos técnicos quiere decir que hay que tomar mucho en cuenta el sistema de transporte, uso de normas FDA (anexo D1), y la robustez. Con todos estos aspectos importantes tomados en cuenta y sin dejar de lado a los de menor ponderación, se podrá competir con máquinas similares que existen en el mercado.

Tabla 2.1: Casa de la calidad

B = básico Compromisos

U = unidimensional

E = estimulante

⊙ Muy positiva

⊕ Positiva

x Muy negativa

Voz del usuario Necesidades y deseos del usuario	Voz del ingeniero Características técnicas	Peso	Dimensiones	Sistema de transporte	Mantenibilidad	Uso de normas FDA	Robustez	Nivel de ruido	Eval. usuario		C	D	E	F	G	H
									A	B						
									Empresa Propia	Competencia						
Fácil de transportar	U	●	●						1	5	4	4	Δ	4	24	11,01
Alimentación automática de queso	B	⊙		●					1	5	5	5	⊕	5	30	13,76
Fácil mantenimiento	B				●				1	5	5	5	⊕	5	38	17,20
Material adecuado para tratar alimentos	B					●			1	5	5	5	⊕	5	38	17,20
Precio accesible	E		○		○				1	5	3	3	Δ	3	9	4,13
Larga vida	B				⊙				1	5	4	4	⊕	5	20	9,17
Estabilidad	B						●		1	5	5	5	Δ	5	30	13,76
Nivel de ruido	U							●	1	5	4	4	Δ	5	30	13,76
															218	100
Empresa propia		1	1	1	1	1	1	1	Análisis de la competencia							
Competencia		5	5	5	5	5	5	5								
Incidencia		306	225	270	407	338	270	270	2085							
Incidencia en %		15	11	13	19	16	13	13	100							
Evaluación técnica Factor de incidencia		31.8 Kg.	100x100x100	N/A	N/A	Normas PDA	N/A	85db								
Fuerte = 9		●														
Medio =		○														
Bajo = 1		○														
			Factor de venta													
			Fuerte = ⊕													
			Posible = Δ													
			Ningún =													

Como conclusión se obtiene que los puntos principales a tomar en cuenta el momento de diseñar la máquina son: fácil mantenimiento y material adecuado para procesar alimentos. Para cumplir con esto, todas las partes de la máquina que

tengan contacto con el alimento deberán ser de acero inoxidable. Además todas sus partes y piezas deberán ser desmontables, para facilitar al momento de realizar la limpieza de la máquina o de cambiar alguna parte defectuosa de la misma.

2.4.3 FORMULACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La especificación del producto es la manifestación del conjunto de determinaciones, características o prestaciones que debe guiar el diseño y desarrollo de un proyecto. Existen dos tipos de especificaciones:

- Requerimiento (R, o especificación necesaria)

Es toda especificación sin la cual la máquina pierde su objetivo.

- Deseo (D, o especificación conveniente)

Es toda especificación que, sin ser estrictamente necesaria para el objetivo de la máquina, mejoraría determinados aspectos de ella.

Al establecer la especificación para la definición del producto conviene disponer de una lista de referencias de especificaciones que permita recorrer de forma metódica distintos conceptos relacionados con las funciones, características, prestaciones y condiciones del entorno del producto. Corresponde a las personas implicadas en el diseño del producto fijar si una determinada especificación es un requerimiento o un deseo. [10]

En la tabla 2.2 se indica cuáles son los requerimientos y deseos de la empresa Friulatte para el diseño de la máquina.

Tabla 2.2: Formulación especificaciones técnicas

Empresa: Friulatte Queso Artesanal		Producto: Máquina para desmenuzar queso fresco	Fecha inicial: 25/11/14 Fecha última de revisión: 25/05/15	
Diseñador: Luis Fernando Loaiza			Página 1	
Especificaciones				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
Función	17/09/14	C + I	R	Usar energía eléctrica
		C	D	Desmenuzar quesos a gran velocidad
		C	R	Ser operada por una persona
Dimensión	17/09/14	I	R	Caber en el espacio destinado
		I	D	Ser compacta
Material	17/09/14	C + I	R	Usar normas para manipulación de alimentos
Transporte	17/09/14	C	D	Transportar fácilmente
Vida útil	17/09/14	C + I	R	Operar durante 1 año mínimo
Ergonomía	17/09/14	I	R	Utilizar piezas comunes
		C + I	D	Ser de fácil mantenimiento y limpieza

Propone: C = Cliente, I = Ingeniero.

R/D: R = Requerimiento, D = Deseo

2.5 DISEÑO CONCEPTUAL

En esta etapa del proceso, se tomará parte de la especificación del producto y se originarán varias alternativas que puedan dar solución a los objetivos planteados. Posteriormente serán evaluadas estas alternativas para elegir la más conveniente.

2.5.1 ANÁLISIS FUNCIONAL

Durante esta etapa se realizará un análisis de cómo está constituido el funcionamiento de la máquina en cada uno de sus módulos, revisaremos las alternativas de cada uno de los módulos y sus funcionalidades, llegando a tomar una decisión que se presente adecuada y conveniente para el diseño final de la máquina.

2.5.2 DEFINICIÓN DE MÓDULOS FUNCIONALES

Al proyecto se lo subdivide en varios módulos. Para de esta forma organizar y encontrar opciones posibles para la máquina obteniendo al final la mejor opción que cumpla con todos los objetivos y las expectativas del cliente.

2.5.2.1 Nivel 0

Como se indica en la figura 2.11, en el nivel 0 se define el funcionamiento general de la máquina cuando es operada por una persona, determinando el resultado final o la salida de la misma cuando se la utiliza correctamente.

Como se observa, a la máquina ingresará queso; energía eléctrica, para que funcionen todos los actuadores; y una señal enviada desde el panel de control para que la máquina haga lo que se le indique en los momentos adecuados.

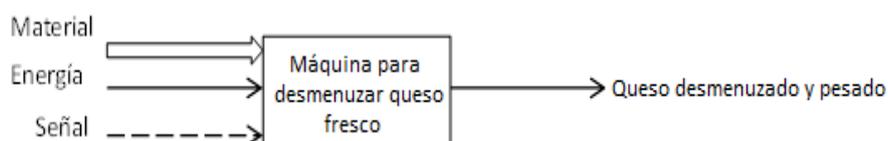


Figura 2.11: Nivel 0 desmenuzadora

2.5.2.2 Nivel 1

El nivel 1 (figura 2.12) representa el proceso detallado de la máquina, indicando las entradas y salidas en cada una de sus partes. Con esto se podrá proceder posteriormente al análisis de alternativas para la selección de elementos que conformarán la máquina.

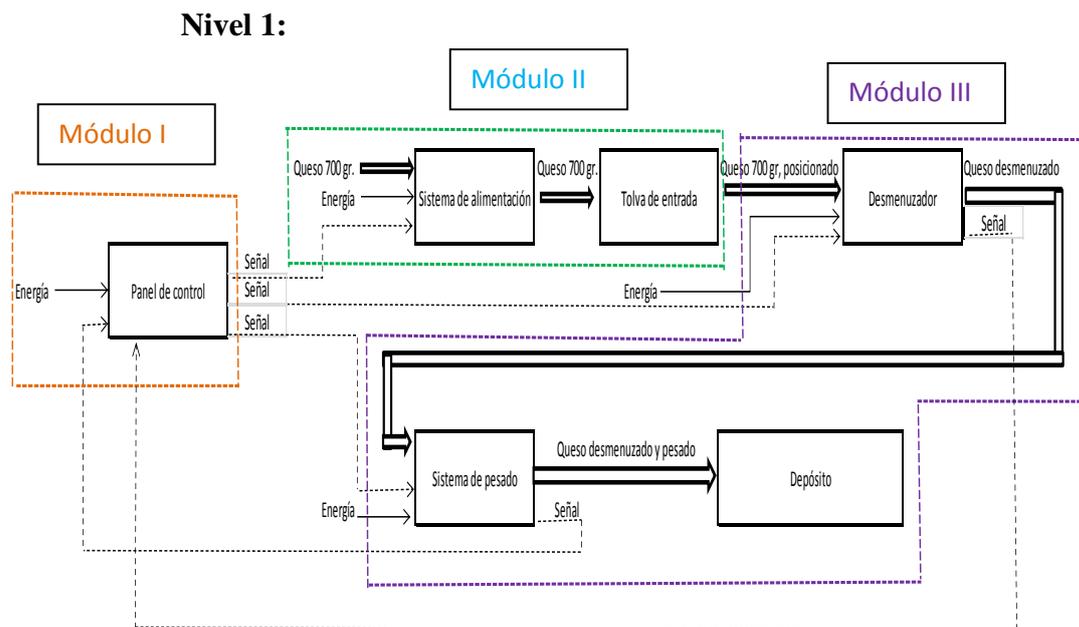


Figura 2.12: Módulos desmenuzadora

2.5.2.2.1 Módulo I

El módulo I es la primera parte de la máquina, aquí se tiene dos entradas, energía para activar el panel de control y una realimentación que proviene desde la zona de pesado. La salida de este módulo son 3 señales, una de ellas va hacia el módulo 2 y las otras dos al módulo 3.

2.5.2.2.2 Módulo II

El módulo II se encarga del ingreso de queso fresco hacia la máquina y del posicionamiento del mismo. Como entrada se tiene queso fresco que será desmenuzado, igualmente se obtiene energía para activar el sistema de alimentación de queso y la señal recibida desde el módulo 1, la cual indicará el momento de acción y pausa de este módulo.

2.5.2.2.3 Módulo III

El módulo III se encarga del desmenuzado y pesado de queso. Como entradas se tiene energía para los actuadores, la señal desde el módulo 1 y el queso posicionado y listo para ser desmenuzado, una vez que ya fue

desmenuzado entra hacia el sistema de pesado, el cual envía una señal al panel de control para verificar el peso deseado. Si la condición se cumple el proceso se termina y en el depósito se obtiene el queso desmenuzado en la cantidad requerida.

A continuación se especificará las funciones que cumple cada uno de los módulos:

Funciones módulo I:

- Accionamiento de desmenuzadora.
- Selección de cantidad de queso a ser desmenuzado.

Funciones módulo II:

- Transporte de queso.
- Posicionamiento de queso.

Funciones módulo III:

- Desmenuzado de queso.
- Pesado de queso desmenuzado
- Almacenamiento de queso desmenuzado.

2.5.3 SOLUCIONES PARA CADA MÓDULO

En esta sección se busca obtener la mayor cantidad de opciones que cumplan los requerimientos tanto del cliente como los del ingeniero. Estas opciones deberán ser viables e incluirán elementos que existan en el mercado local (si es posible) para facilidad en su construcción y reemplazo de partes en caso de averías y problemas.

2.5.3.1 Soluciones módulo 1

La tabla 2.3 indica las posibles soluciones para el módulo 1.

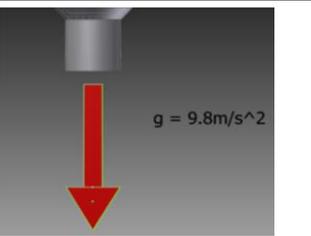
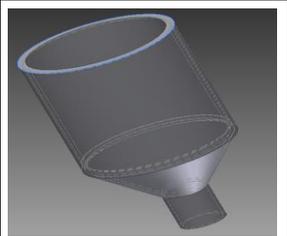
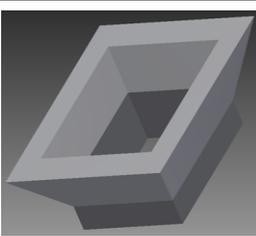
Tabla 2.3: Soluciones módulo I

SOLUCIONES MÓDULO I			
Encender desmenuzadora		Seleccionar cantidad de queso a ser desmenuzado	
Pulsador	Interruptor	Pulsador	Pantalla LCD Touch
Permite el flujo de corriente mientras son accionados. Si se deja de presionar, la corriente deja de circular a través del mismo. Soportan hasta 20 V y 250 mA	En una posición deja pasar corriente en otra no. No requiere ser pulsado constantemente ya que posee un sistema de auto enclavamiento. Soporta hasta 20 V y 250mA	Permite el flujo de corriente mientras son accionados. Si se deja de presionar, la corriente deja de circular a través del mismo. Soportan hasta 20 V y 250 mA	Pantalla de cristal líquido de fácil programación, buena calidad y disponible en varios tamaños. Soporta voltajes entre 2.7V y 3.6V y corriente de 110 mA
			

2.5.3.2 Soluciones módulo 2

La tabla 2.4 indica las posibles soluciones para el módulo 2.

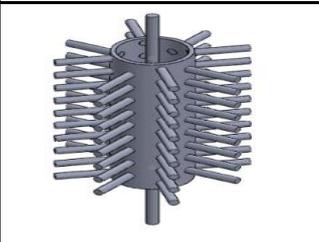
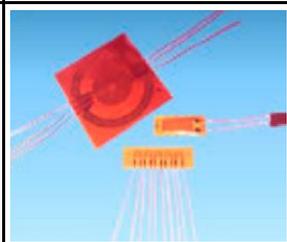
Tabla 2.4: Soluciones módulo II

SOLUCIONES MÓDULO II			
Transportar el queso fresco		Posicionar el queso	
Banda transportadora	Gravedad	Tolva cilíndrica	Tolva prismática
Banda accionada mediante un motor. Puede recorrer cortas o grandes distancias depende la necesidad. Se puede utilizar una banda de PVC o poliuretano.	Cae debido al efecto de la energía potencial gravitatoria.	La geometría de esta tolva es cilíndrica con una boca cónica. Su elaboración es sencilla y no requiere técnicas avanzadas	La geometría de esta tolva es prismática. Su elaboración es sencilla y no requiere técnicas avanzadas
			

2.5.3.3 Soluciones módulo 3

La tabla 2.5 indica las posibles soluciones para el módulo 3.

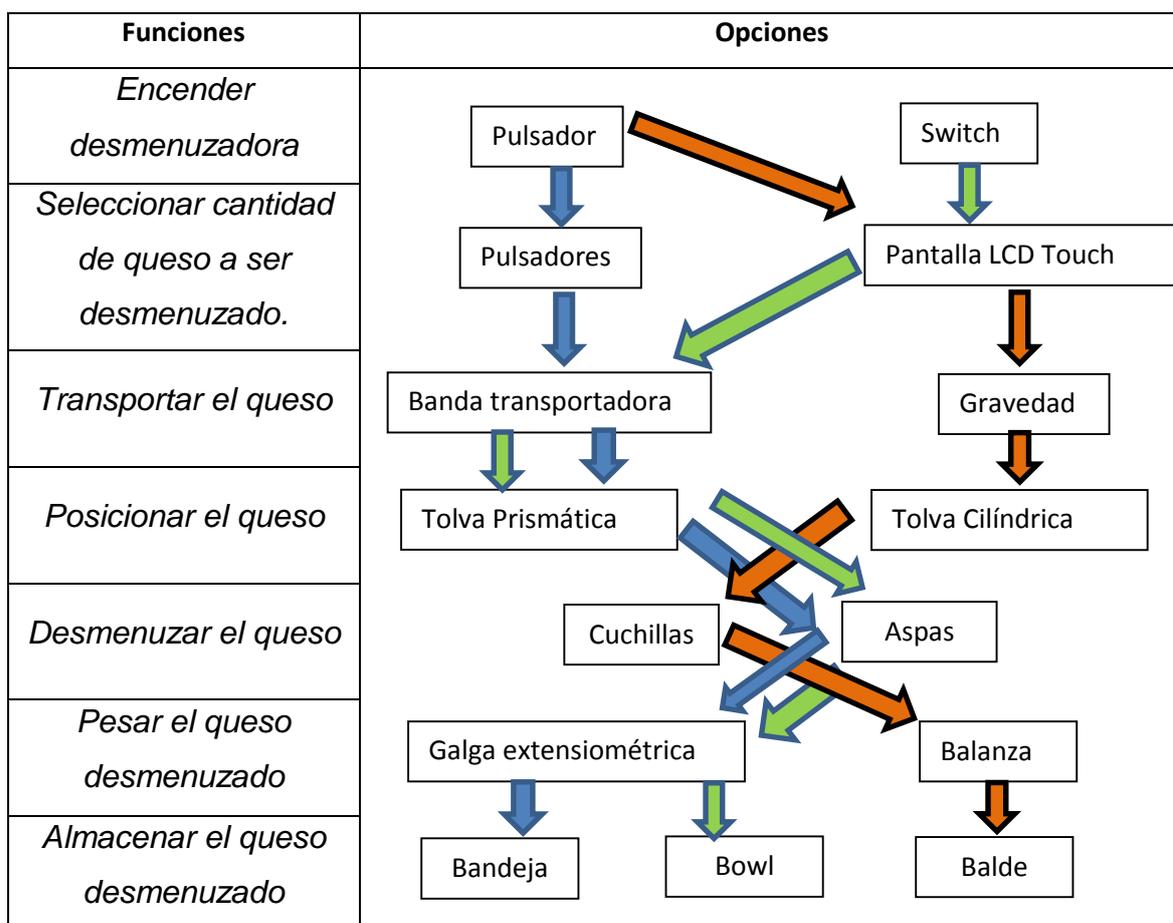
Tabla 2.5: Soluciones módulo 3

SOLUCIONES MÓDULO III			
Desmenuzar el queso		Pesar el queso desmenuzado	
Cuchillas	Aspas	Galga extensiométrica	Balanza
Requieren un buen afilado, brindan un acabado delicado.	Desmenuzan con mayor rapidez y facilidad. No requieren ser afiladas.	Se la puede utilizar de muchas formas hacer un circuito para controlarla y obtener los resultados deseados.	Lista para ser usada, la capacidad de pesaje depende de su tamaño.
			
Almacenar el queso desmenuzado			
Bandeja	Bowl	Balde	
Rectangular y de acero inoxidable	Recipiente semejante a una taza grande	De acero inoxidable y una altura máxima de 20 cm.	
			

2.5.4 MATRIZ MORFOLÓGICA

Una vez que se ha determinado las opciones para cada función de cada módulo se procede con la creación de la matriz morfológica. Esta matriz indica las diferentes opciones que se tiene para la construcción de la máquina utilizando las opciones anteriormente. Todas las opciones que se generen a partir de la matriz morfológica deberán cumplir los propósitos de la máquina. Posteriormente se utiliza el criterio de los residuos ponderados para obtener la mejor opción de todas como indica la tabla 2.6.

Tabla 2.6: Matriz morfológica



Azul: Solución A

Verde: Solución B

Café: Solución C

2.5.4.1 Solución A

La máquina se encenderá mediante la pulsación de un botón; para la selección de cantidad de queso a ser desmenuzado, la máquina tendrá varios pulsadores. El queso será transportado mediante una banda transportadora, la cual lo llevará hacia una tolva prismática. Esta guiará al queso hacia las aspas para que sea desmenuzado y caiga en una bandeja. Mientras se realiza este proceso, la balanza pesará la cantidad de queso desmenuzado.

2.5.4.2 Solución B

La máquina se encenderá mediante la pulsación de un switch; para la selección de cantidad de queso a ser desmenuzado se tendrá una pantalla touch. El queso será trasladado mediante una banda transportadora, la cual lo llevará hacia una tolva prismática. Esta guiará al queso hacia las cuchillas para que sea desmenuzado y caiga en un bowl. Mientras se realiza este proceso, una galga extensiométrica pesará la cantidad de queso desmenuzado.

2.5.4.3 Solución C

La máquina se encenderá mediante la pulsación de un botón, para la selección de cantidad de queso a ser desmenuzado se tendrá una pantalla touch. El queso caerá debido al efecto de la gravedad en una tolva cilíndrica. Esta guiará al queso hacia las aspas para que sea desmenuzado y caiga en un balde. Mientras se realiza esta operación una balanza pesará la cantidad de queso desmenuzado.

2.5.5 MATRIZ DE RESIDUOS PONDERADOS

“La mayor parte de las veces, para decidir entre diversas soluciones (especialmente en la etapa de diseño conceptual) basta conocer el orden de preferencia de su evaluación global. Es por ello que se recomienda el método ordinal corregido de criterios ponderados que, sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permite obtener resultados globales suficientemente significativos.” [11]

Los criterios de valoración que se consideraron más determinantes para la máquina fueron:

- a) Material adecuado, debido que la máquina va a trabajar con alimentos y para poder gestionar los permisos adecuados, se requiere utilizar materiales que puedan estar en contacto con los alimentos sin dañarlos ni cambiar sus propiedades.

- b) Fácil mantenimiento, necesario al momento de diseñar se involucra el uso de mecanismos sencillos y fácil de remplazo.
- c) Fácil limpieza, es conveniente debido que pueden quedar residuos de queso en la máquina y si estos no son eliminados se pueden crear bacterias y suciedad que perjudicaría en futuras producciones además de darle un mal olor a la máquina.
- d) Costo moderado, como la empresa está en crecimiento no tiene un gran capital para adquirir máquinas excesivamente costosas.
- e) Fiabilidad, es importante que la máquina desmenuce el queso en los tamaños deseados y que no permita pasar pedazos de queso de dimensiones mayores a las indicadas ya que perjudicaría al proceso siguiente de fabricación.

2.6 ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El esquema de solución es un conjunto de tablas que analiza los criterios anteriormente descritos y su importancia en el desempeño de la máquina, esto permitirá seleccionar la alternativa más conveniente a la hora de desarrollar el proyecto.

La ponderación para las siguientes tablas será la siguiente:

- 1= Si el criterio de la fila es mejor ($>$) que el de la columna.
- 0,5= Si el criterio de la fila es igual ($=$) que el de la columna.
- 0= Si el criterio de la fila es peor ($<$) que el de la columna.

Luego, para cada criterio (o solución), se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios (o soluciones), al que se le añade una unidad (1, para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio (o solución).

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

La mejor opción será la que obtenga la mayor prioridad en la tabla 2.13.

2.6.1 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO PARA CADA CRITERIO

En la parte superior de la tabla 2.7 se puede observar el análisis de importancia de cada criterio y una relación entre todos ellos. Como se detalla, el criterio más importante de todos es el material, seguido de la fiabilidad, luego de la limpieza que tiene una misma importancia que el mantenimiento y finalmente el precio. Con esta relación se utiliza la ponderación mencionada anteriormente y se obtiene lo siguiente:

Tabla 2.7: Evaluación del peso específico de cada criterio

<i>Material>fiabilidad>limpieza=mantenimiento>Precio</i>							
Criterio	<i>Material</i>	<i>Fiabilidad</i>	<i>Limpieza</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Costo</i>	$\Sigma + 1$	<i>Pondera.</i>
<i>Material</i>		1	1	1	1	5	0,333
<i>Fiabilidad</i>	0		1	1	1	4	0,267
<i>Limpieza</i>	0	0		0,5	1	2,5	0,167
<i>Mantenimiento</i>	0	0	0,5		1	2,5	0,167
<i>Precio</i>	0	0	0	0		1	0,067
					<i>Suma</i>	15	1

2.6.2 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO POR CRITERIOS

La evaluación del peso específico por criterios toma cada una de las opciones de la matriz morfológica y las analiza tomando en cuenta cada uno de los criterios de la tabla 2.7 y utiliza la misma ponderación al momento de ser evaluados. Con estas evaluaciones se podrá determinar cuál de todas las opciones es la mejor.

2.6.2.1 Evaluación del peso específico para el criterio material

Si se analiza el criterio material para cada una de las opciones se podrá determinar que las tres opciones son iguales ya que todas ellas deberán ser hechas de acero inoxidable por lo que la tabla de evaluación quedará de la siguiente manera (tabla 2.8):

Tabla 2.8: Evaluación del peso específico del criterio material.

Solución A = Solución B = Solución C					
Material	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma + 1$	Pondera.
Solución A		0,5	0,5	2	0,333333
Solución B	0,5		0,5	2	0,333333
Solución C	0,5	0,5		2	0,333333
			Suma	6	1

2.6.2.2 Evaluación del peso específico para el criterio fiabilidad

Si se analiza el criterio fiabilidad para cada una de las opciones se podrá determinar que las soluciones B y C son fiables de igual manera y la solución A es menos fiable que las otras por lo que la tabla de evaluación quedará de la siguiente manera (tabla 2.9):

Tabla 2.9: Evaluación del peso específico del criterio fiabilidad.

Solución B = Solución C > Solución A					
Fiabilidad	Solución A	Solución B	Solución C	$\Sigma + 1$	Pondera.
Solución A		0	0	1	0,166667
Solución B	1		0,5	2,5	0,416667
Solución C	1	0,5		2,5	0,416667
			Suma	6	1

2.6.2.3 Evaluación del peso específico para el criterio limpieza

Si se analiza el criterio limpieza para cada una de las opciones se podrá determinar que la opción B ofrece una mayor facilidad al momento de su limpieza, seguida por la opción A y finalmente la que más problemas de limpieza tiene es la opción C, por lo que la tabla de evaluación quedará de la siguiente manera (tabla 2.10):

Tabla 2.10: Evaluación del peso específico del criterio limpieza.

<i>Solución B > Solución A > Solución C</i>					
Limpieza	<i>Solución A</i>	<i>Solución B</i>	<i>Solución C</i>	$\Sigma + 1$	<i>Pondera.</i>
<i>Solución A</i>		0	1	2	0,333333
<i>Solución B</i>	1		1	3	0,5
<i>Solución C</i>	0	0		1	0,166667
			<i>Suma</i>	6	1

2.6.2.4 Evaluación del peso específico para el criterio mantenimiento

Si se analiza el criterio mantenimiento para cada una de las opciones se podrá determinar que la opción B ofrece un nivel de mantenimiento similar al de la opción A y en ambos casos su mantenimiento es mejor que la opción C, por lo que la tabla de evaluación quedará de la siguiente manera (tabla 2.11):

Tabla 2.11: Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento.

<i>Solución B = Solución A > Solución C</i>					
Mantenimiento	<i>Solución A</i>	<i>Solución B</i>	<i>Solución C</i>	$\Sigma + 1$	<i>Pondera.</i>
<i>Solución A</i>		0,5	1	2,5	0,416667
<i>Solución B</i>	0,5		1	2,5	0,416667
<i>Solución C</i>	0	0		1	0,166667
			<i>Suma</i>	6	1

2.6.2.5 Evaluación del peso específico para el criterio costo

Si se analiza el costo peso para cada una de las opciones se podrá determinar que la opción A es la mejor si de precio se refiere, y la opción B será un poco más costosa que la A pero similar a la opción C, por lo que la tabla de evaluación quedará de la siguiente manera (tabla 2.12):

Tabla 2.12: Evaluación del peso específico del criterio costo.

<i>Solución A > Solución B = Solución C</i>					
Precio	<i>Solución A</i>	<i>Solución B</i>	<i>Solución C</i>	$\Sigma + 1$	<i>Pondera.</i>
<i>Solución A</i>		1	1	3	0,5
<i>Solución B</i>	0		0,5	1,5	0,25
<i>Solución C</i>	0	0,5		1,5	0,25
			<i>Suma</i>	6	1

2.6.3 ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Una vez realizado todos los análisis para cada criterio, se realiza la evaluación de conclusiones, ésta resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio, Se puede observar el proceso en las tablas 2.13 y 2.14.

Primero se realiza la multiplicación del peso específico de cada solución por el peso específico de cada criterio

Tabla 2.13: Evaluación de conclusiones.

Conclusión	<i>Peso</i>	<i>Autonomía</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Precio</i>	<i>Fiabilidad</i>	Σ	<i>Prioridad</i>
<i>Solución A</i>	0,5*0,3	0,5*0,267	0,42*0,133	0,5*0,67	0,42*0,23		
<i>Solución B</i>	0,25*0,300	0,17*0,267	0,42*0,133	0,25*0,67	0,25*0,23		
<i>Solución C</i>	0,25*0,300	0,33*0,267	0,17*0,133	0,25*0,67	0,33*0,23		

Posteriormente se realiza la suma de valores para cada solución y se obtiene el orden de prioridades.

Tabla 2.14: Evaluación de conclusiones.

Conclusión	<i>Material</i>	<i>Fiabilidad</i>	<i>Limpieza</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Costo</i>	Σ	<i>Prioridad</i>
<i>Solución A</i>	0,111	0,044	0,056	0,069	0,033	0,314	2
<i>Solución B</i>	0,111	0,111	0,083	0,069	0,017	0,392	1
<i>Solución C</i>	0,111	0,111	0,028	0,028	0,017	0,294	3

Como se puede observar, la mejor opción, dentro de las 3 posibilidades es la B. Esta cumple todos los objetivos de la máquina y de una mejor manera que las otras opciones.

CAPÍTULO III. DISEÑO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO

3.1 DISEÑO MECÁNICO

3.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DESMENUZADORA

A continuación se realizará el dimensionamiento y cálculos de todo lo relacionado con la sección encargada de desmenuzar el queso fresco. Su diseño es muy importante para el correcto funcionamiento de la máquina, las medidas, deben ser las adecuadas para que todo quede acorde con lo deseado y cumpla los requerimientos del cliente.

3.1.1.1 Cálculo de velocidad del eje principal

Según datos brindados por el cliente, la capacidad de producción de queso mozzarella en su empresa es de 50 kg por día aproximadamente, trabajando en una sola jornada de 8 horas. Para lograr esto, se utilizan 60 kg de queso fresco, el cual es desmenuzado y posteriormente tratado para convertirlo en mozzarella.

Para desmenuzar el queso, ellos ocupan 2 de las 8 horas de trabajo. El tiempo requerido en (min) por kg de queso fresco está dado por la ecuación

(E₁):

$$T_t = \frac{t_1}{P} \quad (E_1)$$

Donde:

T_t , tiempo total [$\frac{min}{kg}$]

t_1 , tiempo de desmenuzad

P , queso utilizado

Con ello, se reemplazan los valores transformando a las unidades deseadas y se obtiene el tiempo de desmenuzado en función del peso.

$$t_1 = 2hr = 2(60min) = 120min$$

$$T_t = \frac{120min}{60kg} = 2 \frac{min}{kg}$$

En los 2 min/kg se incluye el tiempo de traslado y el de desmenuzado, debido a sugerencias del cliente se optó por dividir este tiempo en 60 segundos para el traslado y 60 segundos para el desmenuzado por kilogramo de queso fresco.

Como se indica en la figura 3.1, la distancia recorrida desde la primera área de salida de queso fresco hasta el área de desmenuzado es de 4.20 metros. Para determinar la velocidad de transporte se utilizará la siguiente fórmula (E_2):

$$V_t = \frac{d_1}{t_2} \quad (E_2)$$

Donde:

V_t , velocidad de traslado [$\frac{m}{min}$]

d_1 , distancia recorrida

t_2 , tiempo de traslado

Tomando en cuenta estos datos y el tiempo obtenido anteriormente, se obtiene que la velocidad de la banda transportadora es:

$$V_t = \frac{4.20 m}{60s} = 0.07 \frac{m}{s} = 4.2 \frac{m}{min}$$

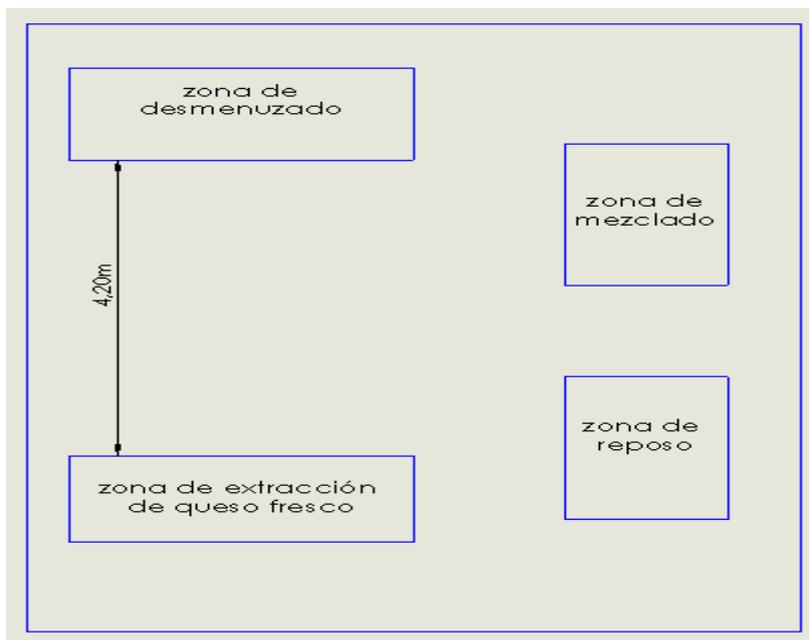


Figura 3.1: Diseño de planta

3.1.1.2 Cálculo de velocidad del motor principal

El movimiento de eje principal del motor para desmenuzado, será a través de dos chumaceras conectadas por el eje, el final de este eje irá a un sistema de poleas para obtener la velocidad necesaria y este sistema hacia el motor.

El eje utilizado es de acero inoxidable de $3\frac{5}{32}$ in de diámetro.

D_{eje} , Diámetro de eje

$$D_{eje} = 3\frac{5}{32} \text{ in} \left(\frac{0.0254 \text{ m}}{\text{in}} \right) = 0.0801 \text{ m}$$

Con ese valor, se procede a calcular el perímetro (E_3) para encontrar las revoluciones por minuto (E_4) requeridas por el motor para así adquirir el indicado para la máquina.

$$P_{eje} = D_{eje} \pi \quad (E_3)$$

$$rps = \frac{V_t}{P_{eje}} \quad (E_4)$$

Donde:

P_{eje} , Perímetro de eje

D_{eje} , Diámetro de eje

V_t , Velocidad de traslado

Reemplazando los valores en las ecuaciones, se obtiene las revoluciones por minuto deseadas:

$$P_{eje} = 0.0801m(3.1416) = 0.2516m$$

$$1rev = 0.0398m$$

$$rps = \frac{4.2 \frac{m}{s}}{0.2516m} = 16.69rps$$

$$rpm = 60(rps) = 60(16.69) = 1,001.59rpm$$

Con dicho cálculo se determina que es necesario un motor que proporcione una velocidad promedio de 1,001.59rpm.

3.1.1.3 Selección de chumaceras para motor principal

La chumacera seleccionada es de la marca SKF con designación SYKC 25 NTH de ½ in de la serie Y-TECH. Como se indica en la figura 3.2, se seleccionó este rodamiento debido que la grasa que utiliza para su realimentación es compatible con alimentos (grasa SKF LGFP 2). De esta manera se cumplirían las normas y la empresa evitará problemas legales por contaminación de sus alimentos. La proforma de esta chumacera se encuentra en el anexo D5.

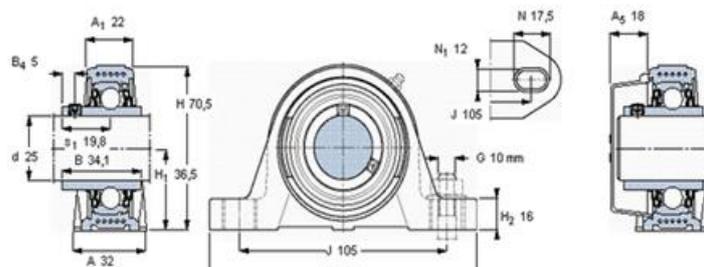


Figura 3.2: Chumacera SYKC25NTH

Fuente: <http://www.rulemanesocar.com.ar/ROS/es-US%5CProductDetail.prod?ProductId=116975>

Esta chumacera posee las siguientes características:

Tabla 3.1: Características Chumacera

Fuente: <http://www.rulemanesocar.com.ar/ROS/es-US%5CProductDetail.prod?ProductId=116975>

Con tolerancia de eje h6		
Dinámica	Ca	11.9 kN
Estática	Co	7,8 kN
Dimensiones principales		
	d	25 mm
	A	32 mm
	H	70,5 mm
	H1	36,5 mm
	L	134 mm
Límite de velocidad		
con tolerancia de eje h6		4300 rpm
Masa		
		0,29 kg
Referencias		
Rodamiento		YAR 205-2RF/HV
Soporte		SYKC 505 N
Unidad de rodamientos		5YKC 25 NTH

3.1.1.4 Selección de poleas

El motor seleccionado que proporcionará la velocidad requerida con un alto torque para lograr desmenuzar el queso es un motor asincrónico monofásico de cualquier marca de ½ hp. Con una velocidad de 1625rpm. Se decidió utilizar un sistema de poleas que no altere a la velocidad y que proporcione el movimiento del motor al eje, sin embargo existirán algunas pérdidas. Las poleas seleccionadas son de tipo V al igual que la banda. Se seleccionó esta polea y banda porque son las más utilizadas en la industria y se adaptan a

cualquier tipo de transmisión. Una de sus ventajas es que permiten altas relaciones de velocidad y son de larga duración, siendo esta característica muy beneficiosa para la máquina.

Los datos que se tienen son la velocidad del motor de 1625 rpm y la velocidad óptima de 2003rpm. Por lo que se debe dimensionar las poleas para obtener esta velocidad en el eje. Se han adquirido dos poleas, con los siguientes diámetros: $D_1=160\text{mm}$, $D_2=100\text{mm}$. Colocando la polea 2 directamente en el motor y la polea 1 en el eje podemos calcular la velocidad en el eje con la siguiente fórmula (E_5):

$$D_1 n_1 = D_2 n_2 \quad (E_5)$$

Donde:

D_1 , Diámetro polea 1

D_2 , Diámetro polea 2

n_1 , Velocidad polea 1

n_2 , Velocidad polea 2

Reemplazando los valores se obtiene lo siguiente:

$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

$$(160\text{mm}) * (n_1) = (100\text{mm})(1625\text{rpm})$$

$$n_1 = \frac{100 * 1625}{160} = 1015.625\text{rpm}$$

De esta manera se conoce que la velocidad con que girará el eje y desmenuzará el queso es de 1015.625rpm.

3.1.1.5 Eje desmenuzador

El eje desmenuzador (figura 3.3) consta de tres partes, la primera es el eje principal el cual se posiciona junto con el motor, la segunda un eje de mayor diámetro que va sujeto al eje principal mediante dos prisioneros con lo que se traslada el movimiento del eje principal. La tercera parte constituirían las denominadas aspas.

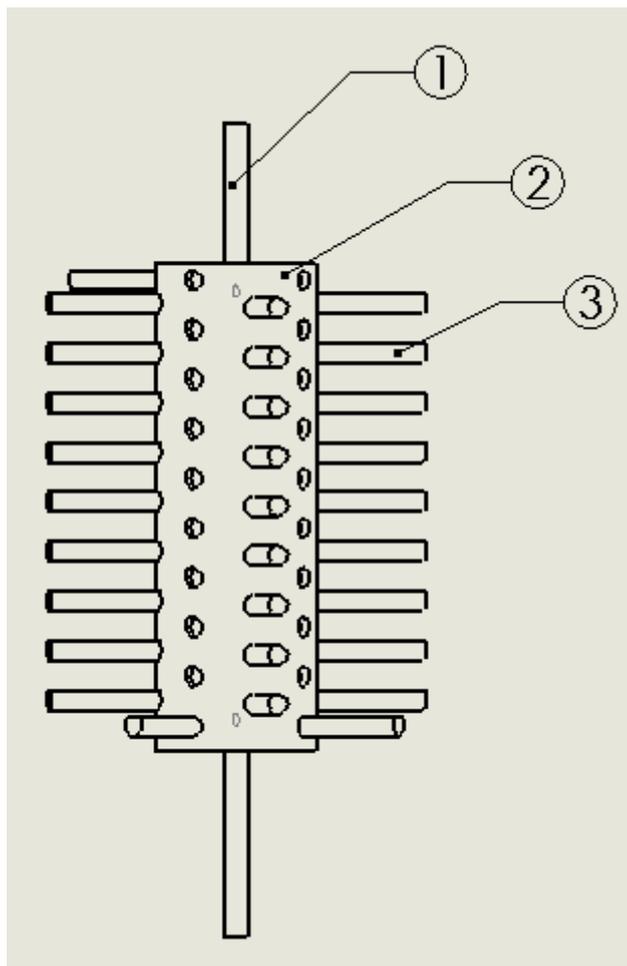


Figura 3.3: Eje desmenuzador

En el eje de mayor diámetro se realizaron en forma alternada las perforaciones entre cada fila para evitar que existan sectores donde el queso atraviese sin ser desmenuzado. Se puede ver la imagen de dicha pieza en la figura 3.4 y sus dimensiones se encuentran en el plano D03-402.

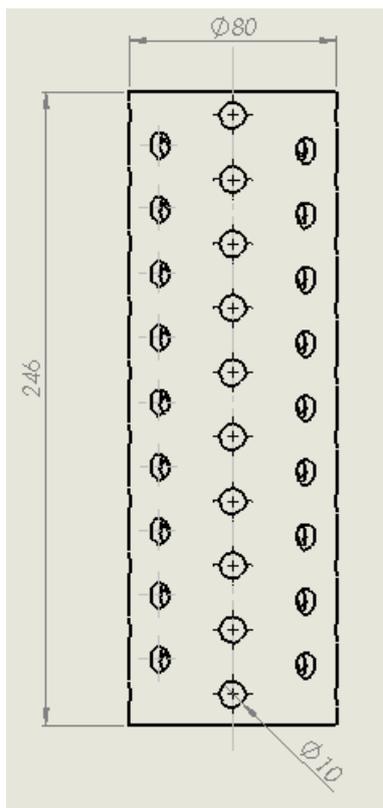


Figura 3.4: Eje exterior

El elemento principal del eje desmenuzador son las aspas, las cuales están encargadas de desmenuzar el queso fresco dependiendo de la velocidad de giro del eje principal.

Al ser queso la materia prima que será desmenuzada no se requiere de cuchillas o algo con filo, el queso fresco fácilmente se desmenuza por lo que las aspas cilíndricas funcionan de la manera deseada y a la velocidad indicada anteriormente en la sección.

Se analizaron algunas opciones para unir el eje con las aspas, las principales se detallan a continuación:

a. Soldadura

La primera opción analizada fue soldar una por una las aspas, en el eje exterior, se deberá utilizar electrodos que sean adecuados para trabajar con aceros inoxidable y que no causen

descomposición al queso fresco. El cordón de soldadura deberá ser de tipo filete alrededor de toda el aspa, ya que esta forma evitaría posibles vértices donde se pueda quedar acumulado queso y de igual manera facilitaría la limpieza (figura 3.5).

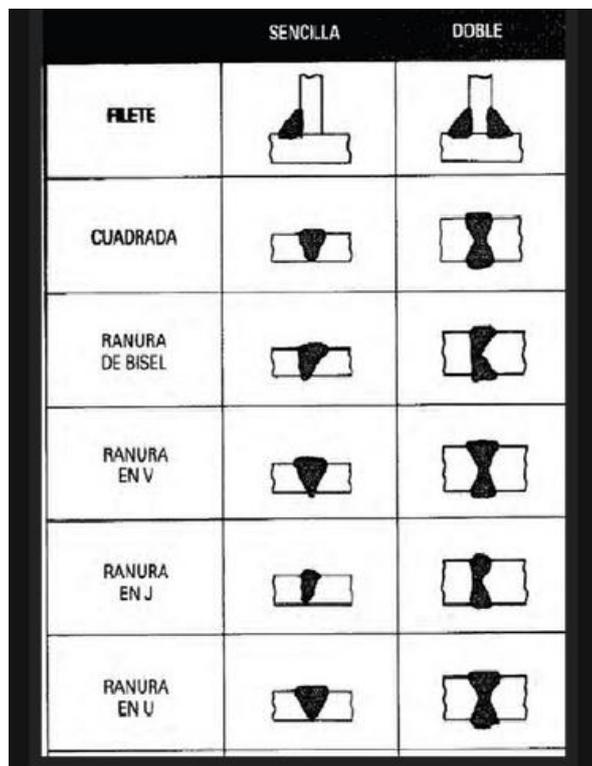


Figura 3.5: Tipos de soldadura

Fuente <http://iris-procesosdefabricacion.blogspot.com/2011/11/introduccion-en-este-trabajo-se.html>

b. Ajuste

La segunda opción fue realizar la unión de las dos partes mediante ajuste. Existen tres tipos de ajuste (figura 3.6):

- Con juego
- Con apriete
- Indeterminados

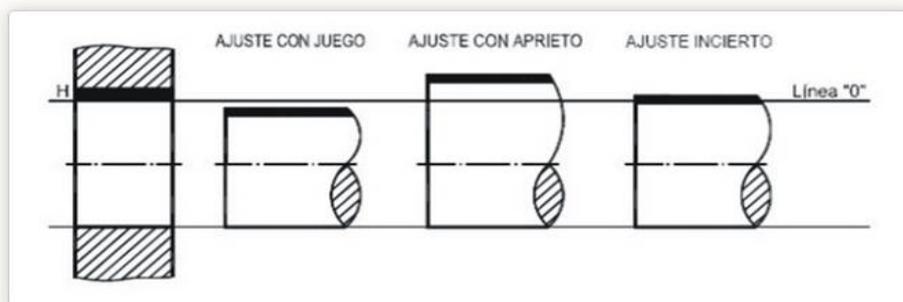


Figura 3.6 Tipos de ajuste

Fuente: <http://forjadoresdeideas.blogspot.com/search?q=ajustes++tolerancias>

En este caso, se requiere que las aspas queden totalmente firmes con respecto del eje exterior por lo tanto se utilizará un ajuste con apriete. Para realizar este ajuste se requiere que el diámetro del eje sea siempre mayor que el diámetro del agujero.

Como se puede observar en la figura 3.6, el diámetro del eje debe ser mayor que la línea "0", por lo tanto, en la figura 3.7, se puede determinar las tolerancias sobre la línea "0".

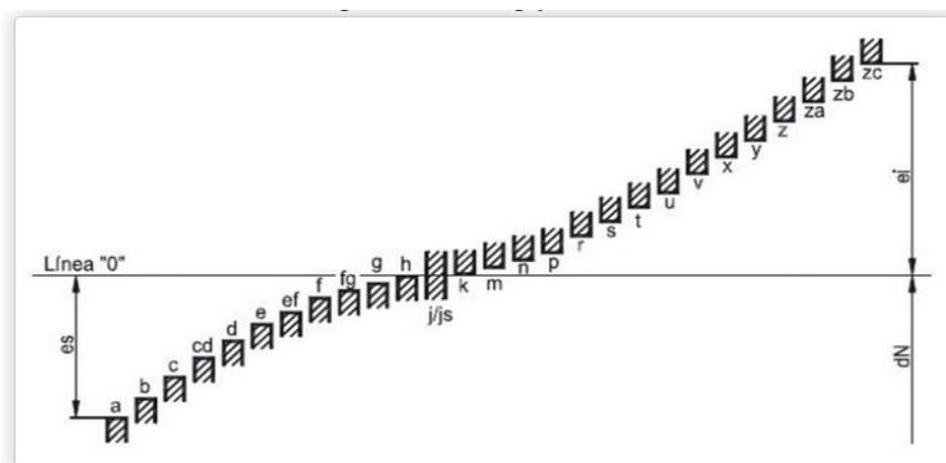


Figura 3.7 Sistema de agujero único

Fuente: <http://forjadoresdeideas.blogspot.com/search?q=ajustes++tolerancias>

En la imagen 3.7 se observa los grupos de desviaciones seleccionadas DIN 7.157, allí se determinan las tolerancias tanto para el agujero como para el eje. El eje es de 10mm, por tanto, como se observa en la imagen, para ejes de 6mm a 10mm el H7 indica una tolerancia de $0+0,015$, esto quiere decir que el agujero puede medir

entre 10,000mm y 10,015mm de diámetro. Para el eje se seleccionará el ajuste con apriete (tolerancias). En la tabla FEW del anexo D4, se observa que para un eje de entre 6mm y 10 mm la tolerancia es de $0,023+0,032$, esto quiere decir que el agujero puede medir entre 10,023mm y 10,032mm.

Por lo tanto, la simbología para realizar el ajuste con apriete en este caso será: 10 H7s6

c. Rosca

La tercera opción fue realizar una rosca en las perforaciones del eje exterior usando un machuelo (M10) y en las aspas realizar un roscado utilizando una terraja (M10) para que estas ingresen.

Estas roscas deberán ser izquierdas, contrarias al movimiento del eje para evitar que se afloje.

Cada una de estas opciones posee ventajas y desventajas que se indican en la tabla 3.1:

Tabla 3.2: Opciones unión de aspas

	Soldadura	Presión	Rosca
Ventajas	Fijación segura	Fácil acoplamiento	Aspas intercambiables
	Estabilidad	Aspas intercambiables	Fácil limpieza
		Fácil limpieza	Fijación segura
Desventajas	Precio de electrodos	Puede deformar el eje exterior si no se toman las debidas precauciones	El diámetro interior del eje exterior debe ser más pequeño para que la longitud de rosca sea mayor
	Deformación del eje		
	Tiempo de soldadura	Con mucho trabajo las aspas pueden deformarse	
	Aspas no intercambiables		

Como se puede observar la opción menos adecuada es la de unir las aspas con el eje exterior mediante soldadura. Las otras dos opciones son muy buenas y recomendables cualquiera de ellas.

En conclusión, las aspas son cilíndricas y su material deberá ser de acero AISI 304.

En este caso al ser un prototipo de fin demostrativo se utilizó la opción de soldadura que es el método de menor costo.

3.1.2 DIMENSIONAMIENTO BANDA TRANSPORTADORA

La Velocidad de la banda transportadora deberá estar regulada de tal forma que cumpla el tiempo requerido para así evitar retrasos o sobreproducción.

A continuación se presenta el diseño detallado del sistema de alimentación de queso fresco. Los cálculos siguientes son hechos en base a la capacidad de producción requerida por el cliente.

3.1.2.1 Cálculo de velocidad de ejes

Según datos brindados por el cliente, la capacidad de producción de queso mozzarella en su empresa es de 50 kg por día aproximadamente, trabajando en una sola jornada de 8 horas. Se utilizan 60 kg de queso fresco, el cual es desmenuzado y posteriormente tratado para convertirlo en mozzarella.

En los 2 min/kg se incluye el tiempo de traslado y el de desmenuzado, debido a sugerencias del cliente se optó por dividir este tiempo en 60 segundos para el traslado y 60 segundos para el desmenuzado por kilogramo de queso fresco.

Como se indica en la figura 3.1, la distancia desde la primera área de salida de queso fresco hasta el área de desmenuzado es de 4.20 metros. Para determinar la velocidad de transporte se utilizará la siguiente fórmula (E_6):

$$V_t = \frac{d_1}{t_2} \quad (E_6)$$

Tomando en cuenta este dato y el tiempo obtenido anteriormente, se obtiene que la velocidad de la banda transportadora es:

Donde:

V_t , velocidad de traslado [$\frac{m}{min}$]

d_1 , distancia recorrida

t_2 , tiempo de traslado]

Reemplazando los valores se obtiene el dato deseado:

$$V_t = \frac{4.20 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0.07 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4.2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

3.1.2.2 Cálculo de velocidad del motor secundario

El movimiento de la banda transportadora se logra mediante el movimiento de dos ejes, siendo uno de ellos impulsado por un motor. Los ejes utilizados son de acero inoxidable de $\frac{1}{2}$ in de diámetro

D_{eje} , Diámetro eje

$$D_{eje} = \frac{1}{2} \text{ in} \left(\frac{0.0254 \text{ m}}{\text{in}} \right) = 0.0127 \text{ m}$$

Con el D_{eje} (0,0127m), se procede a calcular el perímetro (E_7) para encontrar las revoluciones por minuto (E_8) requeridas por el motor para así adquirir el indicado para la máquina.

$$P_{eje} = D_{eje} \pi \quad (E_7)$$

$$rps = \frac{V_t}{P_{eje}} \quad (E_8)$$

Donde:

P_{eje} , Perímetro de eje

D_{eje} , Diámetro de eje

V_t , Velocidad de traslado

Reemplazando los valores en las ecuaciones, se obtiene las revoluciones por minuto deseadas:

$$P_{eje} = 0.0127 \text{ m} (3.1416) = 0.0398 \text{ m}$$

$$1 \text{ rev} = 0.0398 \text{ m}$$

$$rps = \frac{0.07 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.0398 \text{ m}} = 1.759 \text{ rps}$$

$$rpm = 60(rps) = 60(1.759) = 105.53 \text{ rpm}$$

Con dicho cálculo se determina que es necesario un motor que proporcione una velocidad promedio de 105.53rpm.

Con las revoluciones por minuto que debe transmitir el motor al eje, se puede encontrar un motor adecuado para la máquina.

En este caso, se utilizó un motor DC de marca Shinko Electric Co. Ltda (tabla 3.3). El modelo preciso para la máquina es el TT775245000-151K Las características del motor se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 3.3: Opciones de motores

Fuente: http://es.made-in-china.com/co_leisonmotor/product_24V-12V-High-Torque-Low-Rpm-DC-Geared-Motor_herghiiey.html

Nombre del motor	Voltaje nominal	Sin carga		Par de carga				Par de ahogo	
		Voltaje	Velocidad	Corriente	Velocidad	Torque	Poder de salida	Torque	Trenes de engranaje
		mA	r/min	A	r/min	kg.cm	W	kg.cm	mm
TT775245000-36K	24	≤250	135	≤2	100	17,6	17,8	60	3
TT775245000-66K	24	≤250	75	≤2	56	31,8	17,8	106	3
TT775245000-95K	24	≤250	54	≤2	39	45,1	17,8	135	3
TT775245000-151K	24	≤250	33	≤1,6	24	60	14,1	180	4
TT775245000-196K	24	≤250	25	≤1,4	19	60	11,4	180	4
TT775245000-277K	24	≤250	18	≤1,1	13,5	60	8,1	180	4

La máquina requiere un motor que proporcione un torque de 60kg.cm y una velocidad de 105.53rpm pero los motores en su mayoría proporcionan velocidades mayores a la requerida para la banda transportadora de la máquina. El motor seleccionado adicionalmente posee un reductor incluido, de esta manera se puede regular la velocidad sin perder el torque, según indica la figura 3.8.



Figura 3.8 Motor DC seleccionado

Fuente: http://es.made-in-china.com/co_leisonmotor/product_24V-12V-High-Torque-Low-Rpm-DC-Geared-Motor_herghiiey.html

3.1.2.3 Selección de chumaceras

Como se mencionó en la sección 3.1.1.3 la chumacera seleccionada es de la marca SKF con designación SYKC 25NTH de ½ in. De la serie Y-TECH.

3.1.2.4 Cálculo de esfuerzos y dimensionamiento de la bancada

La bancada soporta el peso de las chumaceras, el motor, los ejes, la banda y demás elementos como la materia prima a procesar. En la tabla 3.4 se puede observar todos los elementos que soportará la bancada y posteriormente se realizará el análisis estructural para determinar los perfiles adecuados para su construcción.

Para el análisis estructural de la bancada es necesario determinar el peso de todos los elementos que irá sobre ella. A continuación, en la tabla 3.4, se detalla el peso de cada una de los elementos que van sobre la bancada.

Tabla 3.4: Pesos de elementos sobre la bancada

ELEMENTO	CANTIDAD	MASA (kg)	PESO (Newton)
Chumacera	4	0,7	6,86
Motor eléctrico	1	0,8	7,84
Eje	2	0,5	4,9
Banda	1	0,3	2,94
Queso fresco	2	0,5	4,9

3.1.2.4.1 Análisis de resistencia de la bancada

El proceso de selección de un perfil adecuado y seguro para la construcción de la bancada que soporte todo el peso mencionado anteriormente incluyendo una tolerancia para casos fuera de lo común. El primer paso es determinar el peso total aproximado que soportará la bancada utilizando la siguiente ecuación (E_9).

$$W_T = (4 \times W_c + W_m + 2 \times W_e + W_b + 2 \times W_q + W_p) \times F_c \quad (E_9)$$

Dónde:

W_t , *Peso Total [N]*

W_c , *Peso de las chumaceras*

W_m , *Peso del motor eléctrico*

W_e , *Peso de los ejes*

W_b , *Peso de la banda*

W_q , *Peso del queso*

W_p , *Peso de una persona promedio de 70 kg = 686.46 [N]*

F_c , *Factor de carga (Factor de seguridad)*

Los valores de $W_t, W_c, W_m, W_e, W_b, W_p$ son obtenidos de la tabla 3.4. Para el desarrollo de este trabajo se definió el peso promedio de una persona adulta el cual es 70kg (686.46 [N]) y se determinó un factor de seguridad de 2.

Una vez obtenida esta ecuación, se reemplazan los valores y se obtiene el peso total.

$$W_T = (4 \times 6.86 \text{ N} + 7.84 \text{ N} + 2 \times 4.90 \text{ N} + 2.94 \text{ N} + 2 \times 4.90 + 686.46 \text{ N}) \times 2$$

$$W_T = 1488.6$$

En la figura 3.7 se puede observar que el peso total se encuentra distribuido y soportado por 2 segmentos principales, por esta razón la fuerza ejercida en los perfiles es la división del peso total entre 2 (E_{10}).

$$F = \frac{W_T}{2} = \frac{1488.6}{2} = 744.3 \text{ N} \quad (E_{10})$$

Además se puede observar el diagrama de cuerpo libre de la bancada, así como el esfuerzo cortante y momento flexionante de los perfiles que se encuentran con doble empotramiento. Obteniendo así las reacciones R_a y R_b y el momento M_a y M_b producido por la rotación del eje. El cálculo de estos valores se lo encontró utilizando el programa Force Effect de Autodesk, como se indica en la figura 3.9

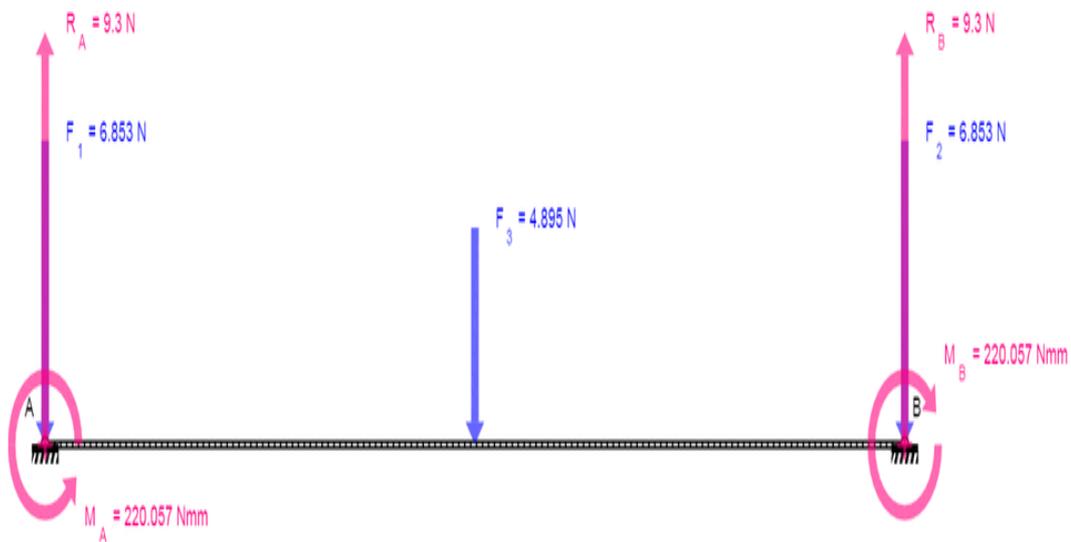


Figura 3.9: Diagrama de cuerpo libre

Y se obtienen la figura 3.10 y 3.11 los resultados:

Reaction Forces

Force	Direction	Size	Angle
R_A	\uparrow	9.300 N	90.0°
R_B	\uparrow	9.300 N	90.0°

Reaction Moments

Moment	Direction	Size
M_A	\curvearrowright	220.057 Nmm
M_B	\curvearrowleft	220.057 Nmm

Figura 3.10: Reacción y torsión



Figura 3.11: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzo flexionante y momento cortante.

Una vez encontrados estos valores se procede con la selección adecuada del perfil. Para esto se necesita el módulo de resistencia el cual se obtiene con la siguiente fórmula (E_{11}):

$$W = \frac{M \cdot n}{S_y} \quad (E_{11})$$

Donde:

W , Módulo de resistencia

N , Factor de seguridad (se contempló en la primera ecuación)

M , momento flector (Figura 3.10)

S_y , Resistencia a la fluencia

La resistencia a la fluencia del acero inoxidable AISE 304 es de 170Mpa.

Aplicando los datos obtenidos a la ecuación anterior, se obtiene:

$$W = \frac{0.220057 \text{ Nm} \cdot 1}{170 * 10^6 \text{ MPa}} = 1.2944 \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 0.0013 \text{ cm}^3$$

Con el módulo de resistencia obtenido se procede a buscar en la tabla de acero inoxidable AISI 304 para elegir las dimensiones mínimas requeridas, las mismas que se deberán cumplir. A continuación, en la figura 3.12 se indica el perfil de la bancada y en la tabla 3.5 los valores del perfil adecuados.

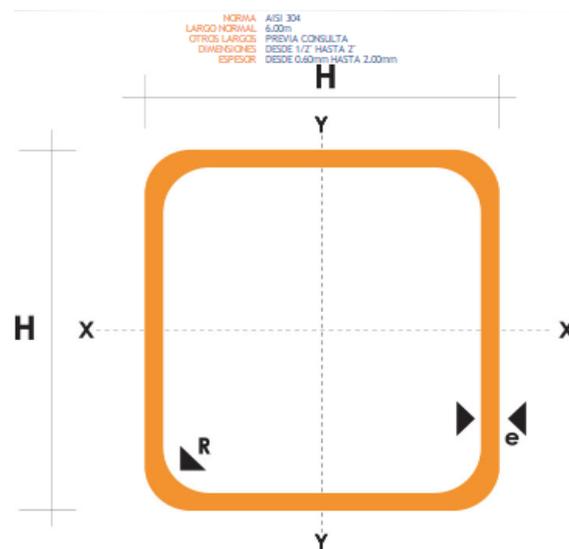


Figura 3.12: Perfil para la bancada.
Fuente: Diseñado en Force Effect Autodesk

Tabla 3.5: Valores para perfil de la bancada.
Fuente: Diseñado en Force Effect Autodesk

Pulgadas	DIMENSIONES		PESO	EJES X-X E Y-Y			
	H	e	P	AREA	I	W	I
	mm	mm	Kg/6m	A	cm4	cm3	cm
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
5/8	15	0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.28	0.40	0.08	0.13	0.45
		0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.59
3/4	20	0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.58
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.56
		0.60	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
1	25	0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.78
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
1 1/4	30	1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
		0.75	3.60	0.71	0.69	0.55	0.99
		0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
1 1/2	40	1.10	5.22	1.02	0.95	0.76	0.97
		1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
		0.95	5.40	1.08	1.50	1.00	1.18
2	50	1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
		1.50	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
		0.95	7.20	1.46	3.68	1.84	1.59
2	50	1.10	4.34	1.68	4.20	2.10	1.58
		1.50	11.28	2.25	5.48	2.74	1.56
2	50	1.50	14.04	2.85	11.06	4.42	1.97

El perfil óptimo y mínimo para la construcción de la bancada es un perfil cuadrado de 12 mm de lado y 0.6 mm de espesor.

3.1.2.5 Selección de banda transportadora

Las bandas transportadoras desempeñan un rol muy importante en los diferentes procesos industriales debido a varias razones entre las que se destacan las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte, la posibilidad de transporte diversos materiales entre otras.

La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga.

Existen diferentes tipos maneras de clasificar las bandas, una de ellas es según el tipo de tejido y se dividen en tres:

- De algodón
- De tejidos sintéticos
- De cables de acero

Para la máquina desmenuzadora de queso fresco se debe utilizar una banda de 25 centímetros de ancho y 8.43 metros de largo que cumpla con el *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 131 "SEGURIDAD E HIGIENE DE MÁQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS"* (anexo D2). Las bandas que cumplen con este reglamento son de cables de acero y de tejidos sintéticos.

Las más comunes dentro del medio son las de tejidos sintéticos donde sobresalen dos tipos de bandas, las de PVC grado alimenticio y las de poliuretano grado alimenticio.

Las bandas transportadoras de PVC (figura 3.13) son bandas ligeras resistentes a los aceites y aptas para la industria alimentaria. Soportan temperaturas desde -15° hasta 80° grados centígrados. Mientras que las bandas transportadoras de poliuretanos (figura 3.14) son bandas ligeras muy antiadherentes y resistentes a los aceites y productos químicos, aptas para la industria alimentaria, soportan temperaturas desde -15° hasta 100° grados centígrados.

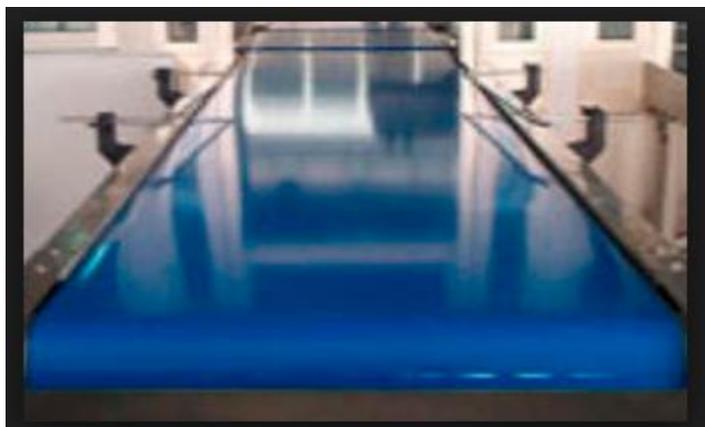


Figura 3.13: Banda de PVC
Fuente: <http://www.bandasybandas.com/>



Figura 3.14: Banda de poliuretano
Fuente: <http://www.bandasybandas.com/>

La banda seleccionada para esta máquina será de poliuretano con las siguientes características: código C10 UF, grado alimenticio, color blanco, acabado liso, El presupuesto se puede encontrar en el anexo D5.

3.1.3 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

En la siguiente sección se realizará un análisis de los elementos que incluyen la estructura de la máquina, tomando en cuenta normas y reglas para el trato de alimentos. Se tomará en cuenta el REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 131 “SEGURIDAD E HIGIENE DE MÁQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS” (Anexo D2). Según la norma europea EN 1672-2 “Máquinaria para procesado de alimentos. Conceptos básicos”, existen tres zonas de producción: (Anexo A3)

- Zona de contacto con los alimentos.

Zona donde los alimentos circulan y están en constante contacto con las partes de la maquinaria, por lo que el material debe ser el adecuado, caso contrario, puede resultar afectado y contaminado. Todas las partes y piezas de esta zona deben ser lavadas y desinfectadas con facilidad. Si es que estas partes necesitan lubricación, debe ser una que sea apta

para el contacto con alimentos. Aquí los materiales deben no ser corrosivos, tóxicos ni absorbentes.

- Zona de desmenuzado.

En esta zona existe un contacto ocasional con los alimentos, y generalmente no ingresa nuevamente al flujo de producción. Pese a esto, los componentes y partes deben cumplir y aplicar los mismos criterios que se toman en la zona de contacto con los alimentos.

- Zona de no contacto con alimentos.

En esta zona, las partes de la máquina no entran en contacto con los alimentos; sin embargo debe cumplir con los mismos criterios indicados en la parte superior, ya que en un largo período si no se lava o desinfecta de una manera adecuada pueden aparecer focos de infección que altere el producto.

En la figura 3.15 se observan las zonas de producción de la máquina:

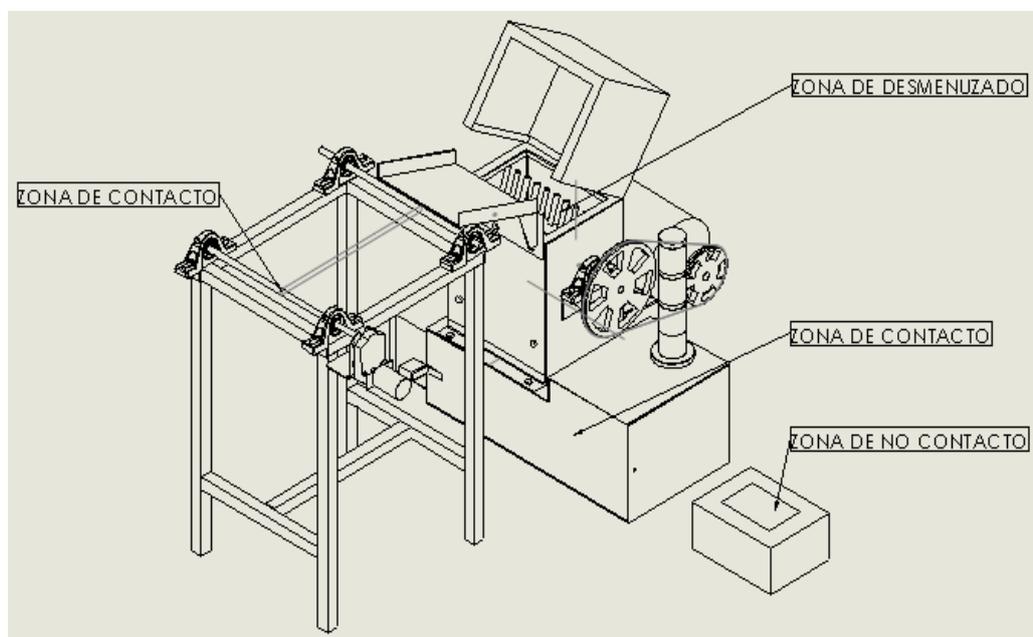


Figura 3.15: Zonas de la máquina

3.1.3.1 Materiales de fabricación

Toda maquinaria para procesamiento de alimentos debe cumplir ciertas normas, evitando contacto con elementos que afecten sus propiedades o las

contaminen. Con respecto a los materiales de fabricación, se debe cumplir la norma FDA. Estos componentes que están en contacto con los alimentos no deben desprender ningún tipo de sustancia que altere las propiedades del producto tanto por contacto directo como indirecto.

Los principales materiales utilizados para la fabricación de maquinaria para alimentos son:

- Acero inoxidable
- Materiales de aluminio
- Materiales sintéticos
- Lubricantes

Esta máquina deberá ser construida en acero inoxidable 304 2B, éste no es corrosivo, ni se altera al ser lavado y desinfectado. No desprende ninguna sustancia que cambie la composición de los alimentos y principalmente no se oxida, por lo que cumple todo lo necesario según la norma antes mencionada. En este caso, al ser un prototipo y por motivo de costos se la construirá en Tol negro.

Algunas características del acero inoxidable son:

- Buena resistencia a tensiones mecánicas.
- Su superficie es poco rugosa.
- No posee un recubrimiento protector de fácil deterioro.
- Posee una elevada resistencia a la corrosión.
- Entre otras.

3.1.3.3 Soldadura

La American Welding Society es una de las organizaciones más importantes en el mundo de la soldadura, Establecen normas y guías para todo tipo de procesos donde se debe soldar. Las series 309, 310 y 312 son electrodos inoxidables, los cuales se pueden utilizar a la hora de la fabricación de maquinaria para alimentos. A continuación en la figura 3.16, se indica la composición de los electrodos con los que se debe soldar.

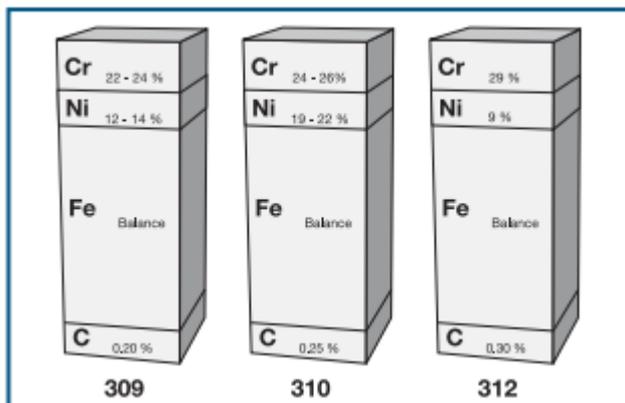


Figura 3.16: Composición de electrodos

Fuente: http://www.indura.com.ec/_file/file_1774_manualdeacerosinoxidableparasoldadores%20indura.pdf

Para la soldadura de acero inoxidable, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Usar electrodos con composición de carbono de máximo 0.30%
- Limpiar con mucho cuidado el área y las partes a soldar para evitar la inclusión de partículas de carbono en la soldadura.
- Los electrodos deben ser almacenados cuidadosamente, en lugares donde no exista humedad, ya que la absorción de esta provocaría grietas y porosidad en el cordón de soldadura.
- Usar el menor diámetro posible de electrodo.

3.1.3.4 Higiene, limpieza y mantenimiento

La norma *ISO 14159 (anexo D3)* es muy importante en el diseño de maquinaria para la industria alimentaria, incluye aspectos de higiene y limpieza muy importantes a la hora del diseño.

Los radios y esquinas (cantos vivos) de muy pequeñas dimensiones son muy difíciles de limpiar y generalmente allí es donde existen focos infecciosos, por lo que en el diseño se debe pensar en la limpieza. Los radios mínimos en las esquinas de la máquina deben ser mayores a 3mm. En la imagen 3,13 se puede observar lo indicado. En la figura 3.17 se indica la soldadura correcta he incorrecta para esta máquina.

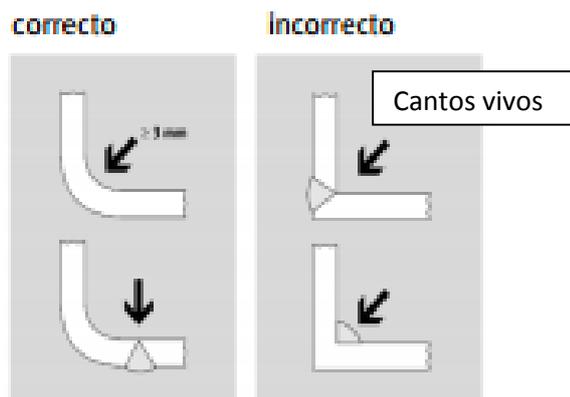


Figura 3.17. Soldadura

Fuente: http://www.indura.com.ec/_file/file_1774_manualdeacerosinoxidableparasoldadores%20indura.pdf

Los pernos, tornillos, roscas, y toda pieza de conexión generalmente son muy problemáticos al momento de la limpieza e higiene, en cuya periferia se acumulan restos de alimentos, se descomponen y producen la infección y la alteración del producto. Por lo que todos los elementos deben ser de acero inoxidable.

Si algún elemento necesita ser lubricado, deberá utilizar grasas o aceites que cumplan con las normas de la *FDA (anexo D1)*. Si el contacto de estos lubricantes con el alimento es inevitable, estos deberán contar obligatoriamente con la certificación *NSF—H1 la cual acredita que los productos homologados con esta certificación pueden tener un contacto accidental con los alimentos.*

3.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN

La tolva que utiliza la máquina sirve únicamente para llevar el queso fresco sin desmenuzarse desde la banda transportadora hasta la zona de desmenuzamiento, por ello no se requiere que tenga una capacidad elevada. La capacidad de esta tolva depende de su geometría y del ángulo necesario para que el queso se deslice naturalmente con ayuda de la gravedad.

La distancia que existe entre la banda de alimentación y la zona de desmenuzado de la máquina es de 220mm y el ancho de la banda transportadora es de 300mm. La altura máxima de queso que se desliza a través de la tolva es de 115mm. Como se indica en la figura 3.20, la tolva tiene forma de trapecio por lo que su área se calcula con la siguiente fórmula (E_{12}):

$$A_t = \frac{(B+b)h}{2} \quad (E_{12})$$

Dónde:

A_t , área de la tolva

B , ancho de la banda transportadora

b , distancia entre banda y zona de desmenuzado

h , altura máxima de queso

Reemplazando los datos en (E_{12}) se obtiene el área de la tolva:

$$A_t = \frac{(300\text{mm} + 220\text{mm})115\text{mm}}{2}$$

$$A_t = \frac{59.800\text{mm}^2}{2}$$

$$A_t = 29900\text{mm}^2$$

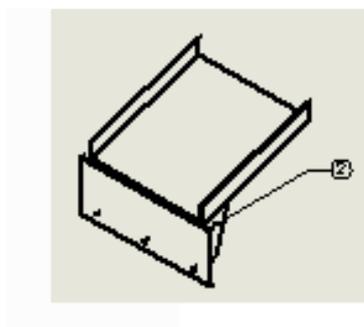


Figura 3.18: Tolva

Conociendo el área, se puede encontrar el volumen de la tolva con la fórmula (E₁₃):

$$V_t = A_t * h \quad (E_{13})$$

Donde:

V_t , Volumen de la tolva

A_t , Área de la tolva

h , altura máxima de queso

por consiguiente el volumen de la tolva es:

$$V_t = 29900mm^2 * 115mm$$

$$V_t = 3438500mm^3 = 3438,5cm^3$$

El queso fresco tiene una humedad de 55% y su densidad es de $1.034 \frac{gr}{cm^3}$.

La capacidad de la tolva se la calcula tomando en cuenta la densidad del queso y su porcentaje de humedad y para ello se utiliza la siguiente fórmula (E₁₄):

$$C_t = V_t * \rho_q * \%_h \quad (E_{14})$$

Donde:

C_t , Capacidad de la tolva

V_t , Volumen de la tolva

$\%_h$, porcentaje de humedad del queso fresco

ρ_q , densidad del queso fresco

Reemplazando los valores en la fórmula se obtiene la capacidad total de la tolva:

$$C_t = 3438.5cm^3 * 1.034 \frac{gr}{cm^3} * 0.55$$

$$C_t = 1955.47 gr$$

Como conclusión se sabe que la cantidad máxima de queso que cabe dentro de la tolva es de 1955.47 gr.

3.2 DISEÑO ELECTRÓNICO Y DE CONTROL

3.2.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA

En las siguientes tablas se podrá encontrar los dispositivos de entrada y salida de la máquina, con su respectivo detalle.

3.2.1.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA

Los elementos de entrada de la máquina son los que dan una señal para ejecutar o no ejecutar, dependiendo de las condiciones dadas en la programación. En la tabla 3.6 se indica el elemento de entrada de la máquina.

Tabla 3.6: Dispositivos de entrada

Ítem	Capacidad	Cantidad	Descripción
Galga extensiométrica	2 - 8 kg	1	Elemento utilizado para determinar la cantidad de queso. Dependiendo de su deformación se genera un voltaje, el cual se lo amplifica y mediante un cálculo matemático se obtiene el peso.

3.2.1.2 DISPOSITIVOS DE SALIDA

A continuación en la tabla 3.7, se indica todos los elementos de salida que están conectados en la máquina, estos elementos son actuadores, los cuales funcionan únicamente cuando la programación de la máquina lo indica.

Tabla 3.7: Dispositivos de salida

Ítem	Marca	Modelo	Cantidad	Datos	Descripción
ATmega 328P	Atmel	328 P	1	6 entradas/ salidas análogas, 14 entradas/ salidas digitales	Elemento utilizado para controlar la máquina
Arduino Mega 2560	SainSmart	Mega 2560 Board	1	54 salidas/entradas digitales, 16 entradas análogas, 4 puertos seriales, cristal oscilador de 16 MHz, conexión USB, botón de reseteo	Elemento utilizado para controlar la máquina
TFT LCD Display	SainSmart	5" TFT LCD	1	Pantalla de 5 pulgadas	Pantalla touch a color
Shield para display Arduino	SainSmart	TFT LCD Extend Shield	1	Conexión directa Arduino - Shield - LCD	Evitar conectar gran cantidad de cables
Solenoide DC electromagnético	Amico	s130410am0079	1	10 mm de recorrido, 1 kg de fuerza	Solenoide DC con retorno por muelle
Módulo Relay	SainSmart	4 Channel DC 5v Relay Module	2	Leds indicadores, Relays SRD-05VDC-SL-C hasta 10 amperios	Módulos relays para accionamiento de actuadores
Cable	-----	N. 16	3 metros	-----	Cable para dispositivos electrónicos
Baliza	Skoda	SPT5-T-5	1	12V DC, Material plástico, luces color rojo, amarillo y verde. 8x25x5 cm	Baliza de 3 colores que indica el estado del proceso
Motor principal	flexible	3/4 hp	1	110V	Motor para activa la máquina desmenuzadora
Fuente	flexible	100V	2	-----	Fuente de computadora
Motor banda transportadora	flexible	24V - 12V con caja reductora	1	24V - 12V	Motor para activar la banda transportadora

3.2.2 CONTROL DE CANTIDAD DE QUESO DESMENUZADO

El cliente desea controlar la cantidad de queso desmenuzado, para ello se utilizará un módulo de pesaje hx711, el cual va conectado entre la galga extensiométrica y la placa Arduino.

La galga extensiométrica utilizada es de 5kg debido a que las cantidades a pesar no serán superiores a ese valor.

El dispositivo de pesaje hx711 es un módulo electrónico a escala. Su principal función es identificar el voltaje mínimo que produce la galga extensiométrica al ser sometida a fuerza externas. Este voltaje es amplificado y decodificado por la placa la cual entrega su equivalente en gramos.

Posee muchas ventajas, por ejemplo, es de fácil uso, muy estable y tiene un desempeño correcto. Su sensibilidad es muy alta y sus mediciones muy precisas. Puede ser utilizado para muchas aplicaciones dependiendo el uso que se le vaya a dar. En la figura 3.19 se puede observar el elemento.



Figura 3.19: Módulo de pesaje hx711

Fuente: <http://imall.iteadstudio.com/hx711-dual-channel-weighing-sensor-module.html>

Especificaciones técnicas del dispositivo Hx711:

- Voltaje de entrada diferencial: $\pm 40\text{mV}$.
- Precisión de datos: 24 bit
- Frecuencia: 80 Hz
- Voltaje de operación: 5V DC
- Corriente de operación: $< 10\text{mA}$
- Tamaño: 21x10mm

3.2.3 DISEÑO PLACA ALIMENTADORA DE ENERGÍA

Esta placa proporcionará la alimentación de electricidad a los distintos actuadores de la máquina mejorando la presentación visual de la máquina y evitando cantidades excesivas de largos cables.

La placa consta de 7 borneras, para la entrada de las fuentes y las salidas correspondientes para tierra, 5V y 12V.

A continuación, en la figura 3.20 se observa el diseño realizado en Proteus.

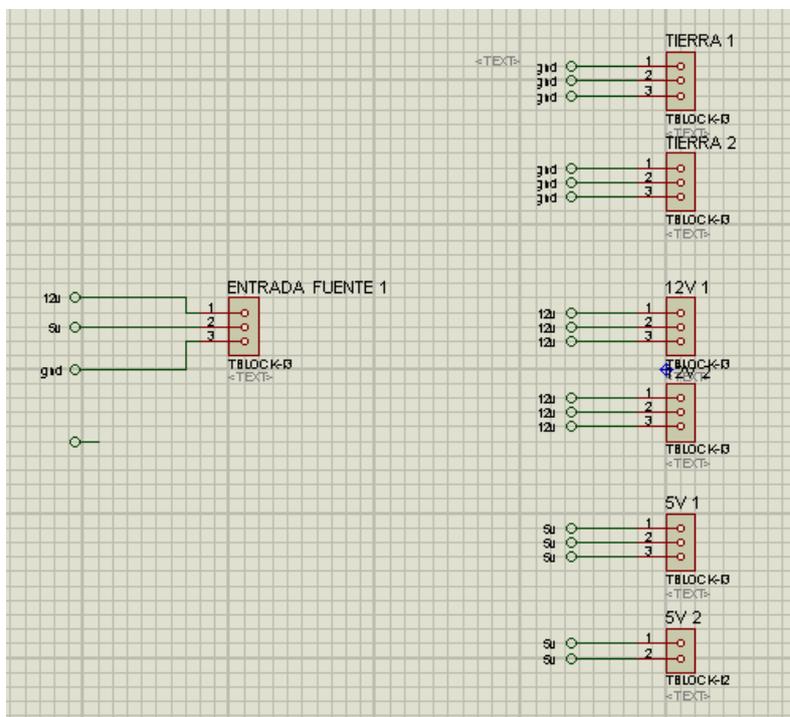


Figura 3.20: Diagrama Proteus

3.2.4 DISEÑO PLACA PARA MICROCONTROLADOR 328P

La siguiente placa se encarga de conectar tanto los dispositivos de entrada como los de salida con el microcontrolador, posee resistencias para evitar el ruido y asegurar su correcto funcionamiento. Los elementos de la placa son:

- 11 borneras de 2 entradas
- 1 cristal
- 1 CONSIL de 18 pines
- 1 porta ATmega
- 2 capacitores de 22pF
- 7 resistencias 10 K
- 1 potenciómetro de precisión

El circuito de la placa se puede observar en la figura 3.21:

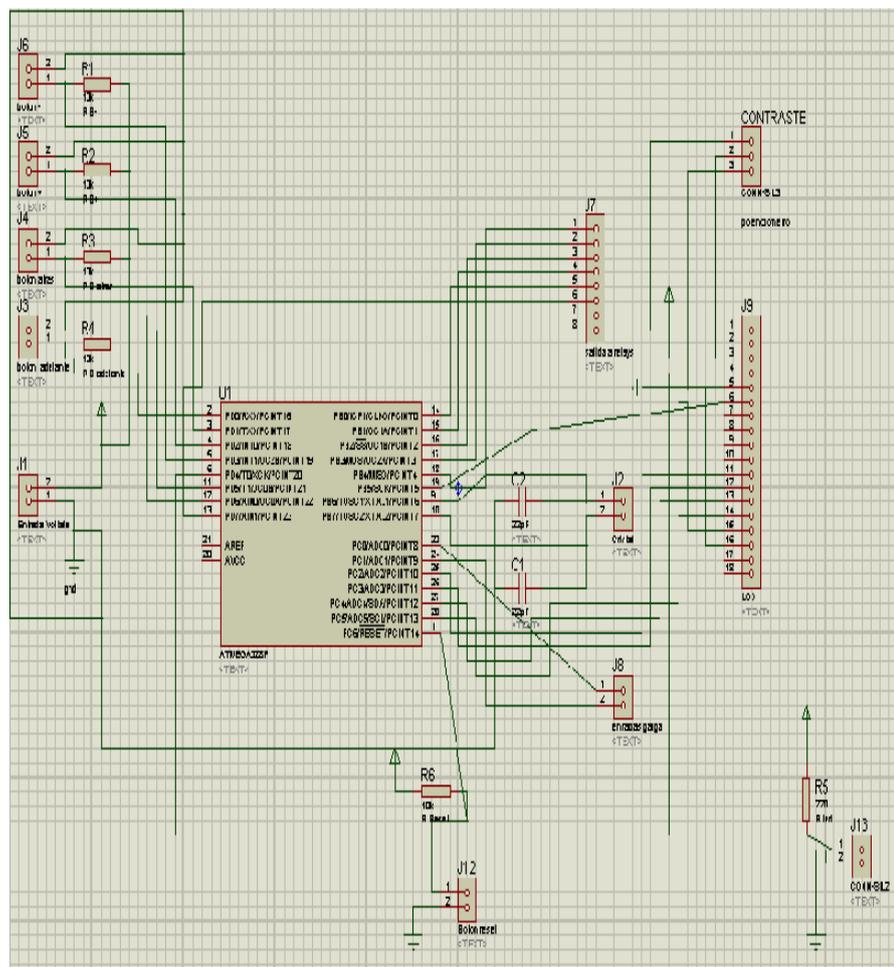


Figura 3.21: Diagrama Proteus placa para ATmega 328P

Los elementos que van en las borneras son:

- 1 LCD de 16X4
- 4 pulsadores medianos
- 1 pulsador pequeño (reset)
- 1 led
- Salidas hacia la máquina

Una vez puestos estos elementos en la placa la misma queda como se indica en la figura 3.22.



Figura 3.22: Placa para ATmega 328P con elementos

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD

4.1 DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN

En esta sección se realizará un análisis de la máquina y su proceso de operación para explicar su funcionamiento y entenderlo de una mejor manera.

4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO

En el siguiente gráfico (figura 4.1), se puede observar el diagrama de flujo para la máquina semi - automática para desmenuzar queso fresco:

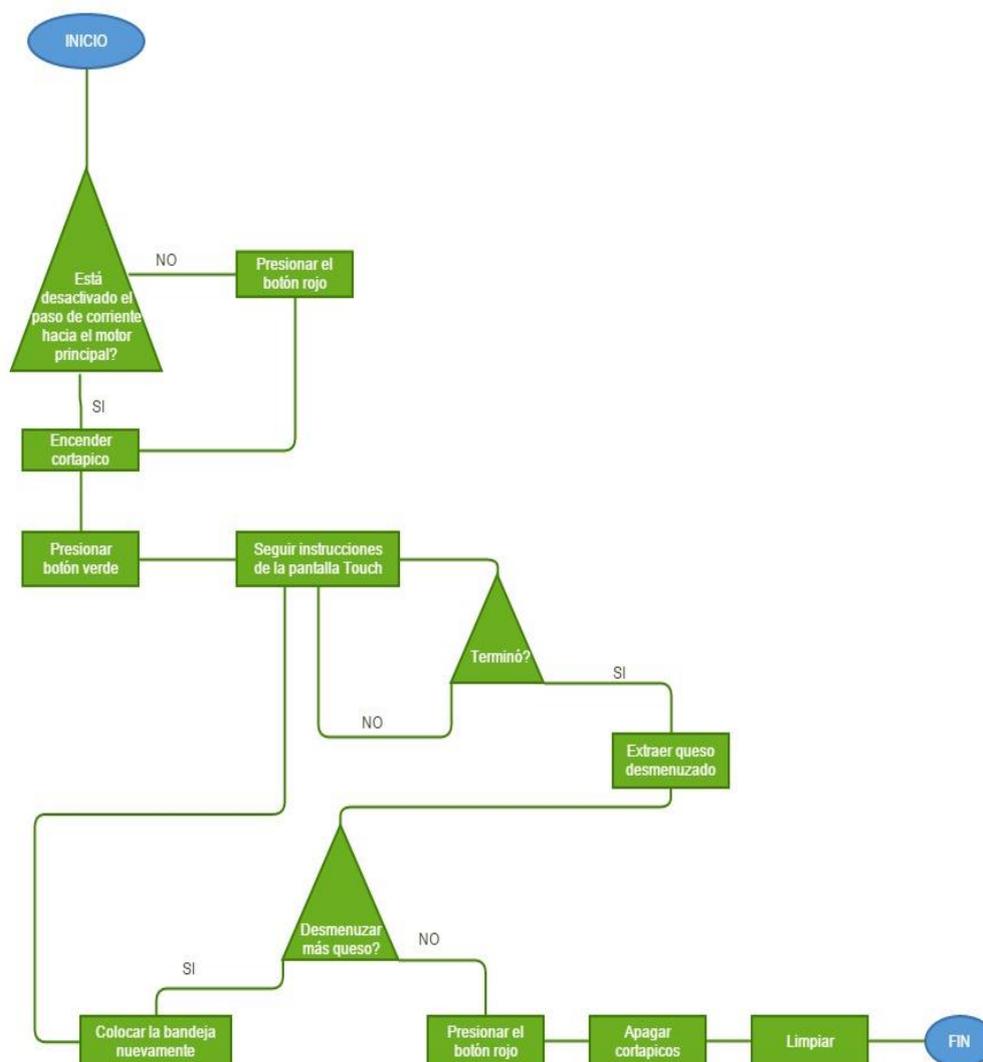


Figura 4.1: Diagrama de flujo

4.1.2 ESTADOS DEL PROCESO EN LA MÁQUINA

Los estados del proceso se pueden identificar en el HIM ya que allí se indican las instrucciones, o mediante dos dispositivos de fácil distinción ubicados en la máquina, el seguro y la baliza. En la siguiente tabla se indican los estados y las acciones que se deben o no realizar en cada uno de ellos.

Tabla 4.1: Estados de la máquina

			Estado	Permitido	Prohibido
ELEMENTOS	BALIZA	Luz Amarilla	La máquina se encuentra en estado de reposo esperando indicaciones.	Seguir instrucciones de HMI	-----
				Extraer zona de almacenamiento	
				Levantar la cabeza de la máquina	
		Luz amarilla y roja	La máquina se encuentra desmenuzando queso fresco.	Seguir instrucciones de HMI	Extraer zona de almacenamiento
					Desconectar alguna elemento de la máquina.
					Levanta la cabeza de la máquina
	Luz amarilla y verde	La máquina ha terminado de desmenuzar	Seguir instrucciones de HMI	-----	
				Levantar la cabecera de la máquina	
				Extraer zona de almacenamiento	
	SEGURO	Activado	El seguro se encuentra levantado	Extraer zona de almacenamiento	-----
Desactivado		El seguro se encuentra obstruyendo el paso a la zona de almacenamiento	-----	Extraer zona de almacenamiento	
ELECTROIMÁN	Activado	El electroimán se encuentra cargado eléctricamente, pegado contra el metal	-----	Abrir cabecera	
	Desactivado	El imán no se encuentra cargado eléctricamente	Abrir cabecera	-----	

4.2 ACCESORIOS DE SEGURIDAD

Dentro del diseño de la máquina se toma en cuenta la seguridad para el operador y la empresa, ya que de existir accidentes, sería un gran problema para todos los afectados, incluyendo los dueños de la empresa, por lo que se han desarrollado implementos para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina y reducir el peligro de accidentes al operar la máquina.

4.2.1 CABECERA

La parte superior de la máquina se ha diseñado de manera tal que es posible abrirla y cerrarla para remover cualquier tipo de elemento que impida el correcto funcionamiento de la máquina, en caso de que por error ingrese algún tipo de objeto extraño. Igualmente facilitará la limpieza rápida y superficial de la máquina.

También se usa como dispositivo de seguridad ya que protege al operario o personas que pasen cerca de la máquina, cubriendo la zona de peligro de la máquina que es donde están las aspas desmenuzando el queso, en esta zona de la máquina el eje conjuntamente con aspas que giran a una velocidad considerable ($1015.625rpm$). En esta zona, existe un electroimán que se activa cuando la máquina comienza a desmenuzar e impide que una persona mueva la cabecera (figura 4.2).

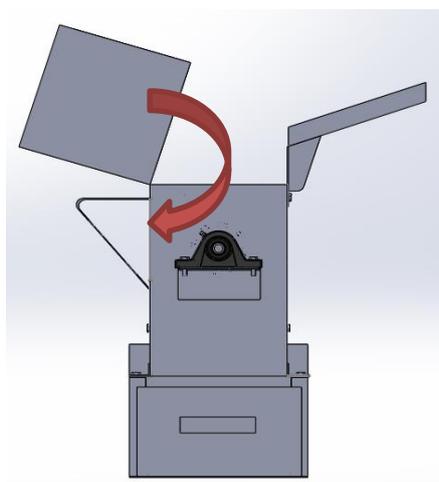


Figura 4.2: Cabecera

4.2.2.1 ELECTROIMÁN

Un electroimán pertenece al grupo de imanes, con la diferencia que en este tipo el campo magnético se produce únicamente cuando existe flujo de corriente eléctrica a través del mismo. Utilizando un electroimán en la cabecera de la máquina se obtiene mayor seguridad para el operario. El momento que el operario de la señal de inicio, circulará corriente a través del electroimán evitando que la cabecera por algún motivo se abra. En caso de que una persona fuerce la cabecera y la abra, el electroimán se separará y el flujo de corriente se cortará, enviando una señal al panel de control para que la máquina se detenga automáticamente. Para esta máquina se utilizará un electroimán de 54.5 kg.

4.2.2 BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA DIRECTA AL MOTOR PRINCIPAL

Se ha incluido en la máquina un botón que permite o corta el flujo de electricidad hacia el motor principal de la máquina, esto ha sido pensado en caso de existir algún problema o inconveniente durante su funcionamiento normal. De esta manera se detendrá el movimiento instantáneamente del motor y posteriormente hay como detener toda la máquina desde la pantalla touch, que es el lugar donde se opera la máquina. Está ubicado en una zona de fácil acceso. Tiene dos colores para una identificación más rápida sin necesidad de leer los botones. El color verde es para permitir el paso de electricidad y el rojo para detenerlo. En la figura 4.3 se puede observar esta parte de la máquina.



Figura 4.3: Paro de emergencia

4.2.3 EXTRACCIÓN SEGURA DE ZONA DE ALMACENAMIENTO DE QUESO DESMENUZADO

En la zona exterior, lugar donde se deposita el queso desmenuzado se ha instalado un seguro, que se activa y desactiva electrónicamente dependiendo la parte del proceso en la que se esté. Se tomó esta medida de seguridad para que mientras la máquina esté desmenuzando queso no sea posible la extracción de la bandeja de almacenamiento ya que ocasionaría varias pérdidas.

Para esto, se seleccionó un solenoide electromagnético con retorno por muelle, por su tamaño y facilidad de conexión y uso. Es muy fuerte y brindará seguridad al no permitir extraer el cajón si el proceso no ha terminado.

A continuación en la figura 4.4 se puede ver una imagen de la pieza seleccionada:



Figura 4.4: Solenoide electromagnético

CAPÍTULO V. PROTOCOLO DE PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se reportarán los resultados obtenidos al realizar varias pruebas de funcionamiento a la máquina. Se analizarán estos resultados y serán evaluados para determinar si la máquina funciona de manera deseada y cumple con los requerimientos y objetivos mencionados anteriormente.

5.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Las pruebas de funcionamiento se encuentran detalladas a continuación y detalla cada elemento de la máquina y finalmente al conjunto completo. Los procedimientos deberán ser realizados una vez a la semana como mínimo para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina y prevenir problemas, en caso de que una de las pruebas fracase, se deberá realizar un mantenimiento de la máquina.

5.1.1 PRUEBA DE MOTOR PRINCIPAL

El motor principal es la base de la máquina, si este no tiene un correcto funcionamiento, el queso se acumularía en la máquina sin ser desmenuzado. Para realizar la prueba de funcionamiento del motor principal, no es necesario conectar todo lo de la máquina, basta con realizar los siguientes pasos:

1. Aplastar el botón rojo de la máquina como indica la figura 5.1.



Figura 5.1: Botón rojo

2. Conectar al cortapicos o a un enchufe únicamente el cable del motor.
3. Presionar el botón verde de la máquina, como indica la figura 5.2.



Figura 5.2: Botón verde

4. Dejarlo en movimiento por 20 segundos para asegurarse que no exista algún objeto que obstruya el eje que va conectado al motor.
5. Presionar nuevamente el botón rojo.
6. Desconectar el cable del motor.

Una vez realizado este proceso, se puede proceder a la siguiente parte del protocolo de pruebas que es asegurarse el funcionamiento de la pantalla touch.

5.1.2 PRUEBA DE PANTALLA TOUCH

La pantalla touch es la encargada de la comunicación entre el usuario y la máquina, si esta no funciona correctamente, no se la puede operar por eso hay que cerciorarse que la pantalla funcione correctamente y que sirva el touch, respondiendo a la señal que indique la pantalla. Para realizar la prueba hay que realizar el siguiente procedimiento:

1. Conectar al enchufe o cortapicos únicamente el cable que alimenta la pantalla touch.
2. Verificar que lo siguiente aparezca en la pantalla, como indica la figura 5.3.

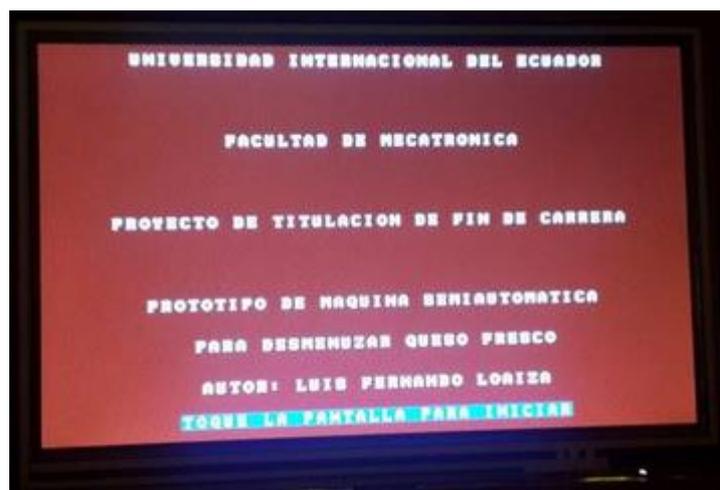


Figura 5.3: Pantalla principal pantalla touch

3. Presionar la pantalla en cualquier lugar.
4. Verificar que lo siguiente aparezca en la pantalla, como indica la figura 5.4.



Figura 5.4: Menú de selección pantalla touch

5. Presionar la pantalla en el botón denominado 300gr.
6. Verificar que lo siguiente aparezca en la pantalla como indica la figura 5.5.

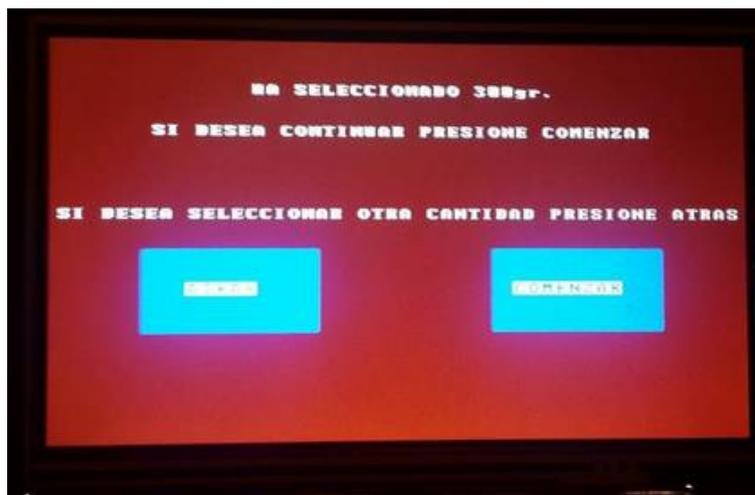


Figura 5.5: Verificación pantalla touch

7. Presionar el botón atrás.
8. Realizar nuevamente los pasos del 4 al 6.
9. Presionar el botón comenzar.
10. Verificar que lo siguiente aparezca en la pantalla, como indica la figura 5.6.

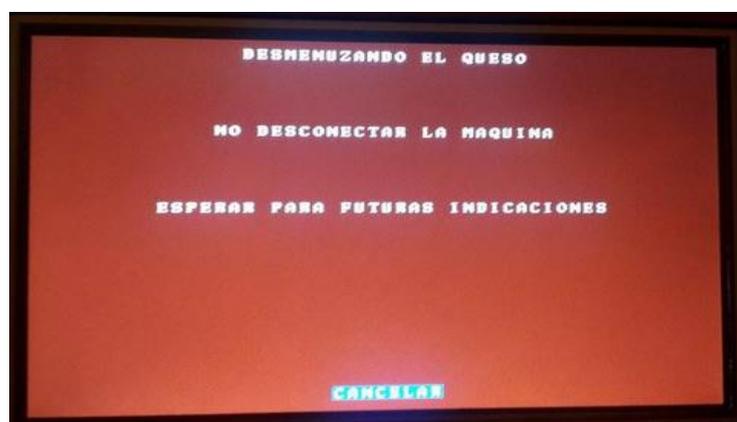


Figura 5.6: Desmenuzando, pantalla touch

11. Presionar el botón cancelar.
12. Realizar el paso 10 nuevamente.
13. Desconectar el cable del enchufe.

5.1.3 PRUEBA DE DISPOSITIVOS DE SALIDA

Los dispositivos de salida en la máquina son encargados del funcionamiento de la misma, y de la seguridad. Es necesaria la realización de esta prueba para estar seguros de que todos los dispositivos electrónicos y eléctricos estén funcionando correctamente antes de proceder a desmenuzar el queso. A continuación se explican los siguientes pasos:

1. Conectar al enchufe la fuente número 1 y la pantalla touch.
2. Verificar que la luz amarilla de la baliza se haya encendido, como indica la figura 5.7.



Figura 5.7: Luz amarilla baliza

3. Verificar que el seguro del área de almacenamiento esté levantado, como indica la figura 5.8.



Figura 5.8: Seguro levantado

4. Realizar los pasos 3, 4, 5, 6, 9 y 10 de la prueba de pantalla touch.
5. Verificar que el foco rojo y amarillo de la baliza estén encendidos, como indica la figura 5.9.



Figura 5.9: Luz roja y amarilla baliza

6. Verificar que el seguro del área de almacenamiento no esté levantado, como indica la figura 5.10.



Figura 5.10: Seguro activado

7. Presionar la zona de almacenamiento, simulando que el queso está siendo depositado allí.
8. Verificar que los focos amarillo y verde estén encendidos en la baliza, como indica la figura 5.11.



Figura 5.11: Luz amarilla y verde baliza

9. Realizar nuevamente el paso 3.
10. Desconectar los cables del enchufe.

5.1.4 PRUEBA DE PANTALLA LCD

La pantalla LCD es la encargada de desplegar las indicaciones necesarias para que el usuario opere la máquina. Para realizar la prueba hay que realizar el siguiente procedimiento:

1. Conectar al enchufe o cortapicos únicamente el cable que alimenta la placa para el microcontrolador.
2. Verificar que lo siguiente aparezca en la pantalla, como indica la figura 5.12.



Figura 5.12: Pantalla inicial LCD

3. Presionar el botón "aceptar" y verificar que en la pantalla se despliegue lo que indica la figura 5.13



Figura 5.13: Desmenuzar 10gr. LCD

4. Presionar el botón "más" y verificar que en la pantalla se despliegue lo que indica la figura 5.14



Figura 5.14: Desmenuzar 50 gr. LCD

5. Presionar el botón "menos" y verificar que en la pantalla se despliegue lo que indica la figura 5.13
6. Presionar el botón "aceptar" y verificar que en la pantalla se despliegue lo que indica la figura 5.15



Figura 5.15: Pantalla desmenuzando LCD

7. Presionar el botón "cancelar" y verificar que en la pantalla se despliegue lo que indica la figura 5.13

5.1.5 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO

Para comprobar el correcto funcionamiento de la máquina se realizaron pruebas aleatorias durante el día de trabajo para cada uno de las nueve opciones que ofrece la máquina. En esta prueba se revisará que todos los dispositivos funcionen conjuntamente y solo en los momentos indicados. Así mismo se comprobará la cantidad de queso desmenuzado utilizando una balanza externa, para comprobar los pesos y verificar que sean los correctos. Los resultados se pueden observar a continuación.

5.2 RESULTADOS

Los resultados de las pruebas sirven para determinar si la máquina funciona correctamente o si se deben realizar cambios para un mejor desempeño. Los resultados son los siguientes:

5.2.1 RESULTADOS PRUEBA DE MOTOR PRINCIPAL.

Esta prueba fue realizada 20 veces siendo sus resultados los indicados en la tabla 5.1:

Tabla 5.1: Resultados prueba de motor principal

PRUEBA	# DE PRUEBA	VOLTAJE (V)	CORRECTO
MOTOR PRINCIPAL	1	123,4	✓
	2	123,3	✓
	3	123,4	✓
	4	123,2	✓
	5	123,5	✓
	6	123,5.	✓
	7	123,3	✓
	8	123,3	✓
	9	123,5	✓
	10	123,4	✓
	11	123,3	✓
	12	123,4	✓
	13	123,2	✓
	14	123,3	✓
	15	123,3	✓
	16	123,5	✓
	17	123,4	✓
	18	1235	✓
	19	123,4	✓
	20	123,3	✓
		TOTAL	20

Como se puede observar en la tabla, el motor funcionó bajo los estándares permitidos en las 20 pruebas realizadas.

5.2.2 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE PANTALLA TOUCH.

Esta prueba fue realizada 20 veces siendo sus resultados los indicados en la tabla 5.2:

Tabla5.2: Resultados prueba de pantalla touch

PRUEBA	# de Prueba	VOLTAJE (V)	CORRECTO
PANTALLA TOUCH	1	5	✓
	2	5	✓
	3	5	✓
	4	5	✓
	5	5	✓
	6	5	✓
	7	5	✓
	8	5	✓
	9	5	✓
	10	5	✓
	11	5	✓
	12	5	✓
	13	5	✓
	14	5	✓
	15	5	✓
	16	5	✓
	17	5	✓
	18	5	✓
	19	5	✓
	20	5	✓
		TOTAL	20

Como se puede observar en la tabla, la pantalla funcionó correctamente en las 20 pruebas realizadas.

5.2.3 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE PANTALLA LCD.

Esta prueba fue realizada 20 veces siendo los resultados los indicados en la tabla 5.3

Tabla 5.3: Resultados prueba de pantalla lcd

PRUEBA	# de Prueba	VOLTAJE (V)	CORRECTO
PANTALLA LCD	1	5	✓
	2	5	✓
	3	5	✓
	4	5	✓
	5	5	✓
	6	5	✓
	7	5	✓
	8	5	✓
	9	5	✓
	10	5	✓
	11	5	✓
	12	5	✓
	13	5	✓
	14	5	✓
	15	5	✓
	16	5	✓
	17	5	✓
	18	5	✓
	19	5	✓
	20	5	✓
		TOTAL	20

Como se puede observar, la pantalla LCD funcionó correctamente las 20 veces que se realizó la prueba.

5.2.4 RESULTADOS PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO CON ARDUINO.

Estos resultados muestran la cantidad de queso desmenuzado cada vez que se programó la producción. Los resultados se encuentran en las tablas de la 5.4 a la 5.12.

Tabla 5.10: Prueba 300gr.

PRUEBA	# de Prueba	LUZ ROJA	LUZ AMARILLA	LUZ VERDE	Seguro	Galga	Motor principal	Banda transportadora	Pantalla Touch	Peso balanza externa (300gr)
FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO 300 gr.	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,5
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,8
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,3
	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,6
	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,2
	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,5
	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,4
	8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	301,1
	9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,3
	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	300,8
TOTAL		10	10	10	10	10	10	10	10	

Tabla 5.11: Prueba 350gr.

PRUEBA	# de Prueba	LUZ ROJA	LUZ AMARILLA	LUZ VERDE	Seguro	Galga	Motor principal	Banda transportadora	Pantalla Touch	Peso balanza externa (350gr)
FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO 350 gr.	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,3
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,7
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,5
	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,4
	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,8
	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,3
	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,6
	8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,9
	9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,4
	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	350,7
TOTAL		10	10	10	10	10	10	10	10	

Tabla 5.12: Prueba 400gr.

PRUEBA	# de Prueba	LUZ ROJA	LUZ AMARILLA	LUZ VERDE	Seguro	Galga	Motor principal	Banda transportadora	Pantalla Touch	Peso balanza externa (400gr)
FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO 400 gr.	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,7
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,9
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,4
	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,3
	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,6
	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,6
	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,8
	8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,5
	9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,7
	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,4
TOTAL		10	10	10	10	10	10	10	10	

Para determinar si el proceso de desmenuzado de queso está dentro de control se desarrolló una carta de control X-R. Los gráficos de control son diagramas

especialmente preparados, donde se registran valores sucesivos de la característica de calidad que se desee controlar. Estos datos son procesados durante el desarrollo de fabricación y tomados al azar.

Estos gráficos indicarán si el proceso está dentro o fuera de control. Si se obtiene un resultado negativo se deberá hacer modificaciones en el proceso para evitar que esto suceda, esto significa que existe un mal desempeño en el proceso. Un sistema está dentro de control cuando su variabilidad es debida únicamente por causas comunes.

Para este proceso, se hicieron 4 pruebas diarias durante 20 días consecutivos de desmenuzado de 300 gr. de queso fresco obteniendo los resultados de la tabla 5.13:

Tabla 5.13: Prueba para cartas de control.

Dia	Pesos Obtenidos			
	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4
1	300,4	300,5	300,8	300,6
2	300,6	300,4	300,8	301,2
3	300,3	300,3	300,9	300,4
4	300,5	300,4	300,6	300,8
5	300,5	300,6	300,3	300,7
6	301,1	300,5	300,4	300,8
7	300,5	300,8	300,3	300,6
8	300,9	300,4	300,8	300,7
9	300,6	300,5	300,7	300,2
10	300,4	300,5	300,8	300,4
11	300,8	300,6	300,4	300,5
12	300,7	300,4	300,9	300,3
13	300,2	300,5	300,4	300,8
14	300,4	300,8	300,5	300,9
15	300,6	300,7	300,6	300,4
16	300,3	300,8	300,6	300,9
17	301,3	300,9	300,4	300,8
18	300,6	300,4	300,7	300,9
19	300,5	301,2	300,8	300,7
20	300,6	300,3	300,5	300,8

Una vez obtenidos estos datos, se procede a encontrar el promedio de las muestras y el rango de amplitud de las mismas. El promedio de muestra es obtenido realizando la sumatoria de todos los subgrupos divididos entre el número de

muestras (E_{15}), y el rango es el valor máximo menos el mínimo dentro de cada subgrupo (E_{16}), a continuación un ejemplo para los datos del día uno de la tabla 5.14:

$$X' = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{n} \quad (E_{15})$$

$$R' = P_{m\acute{a}x} - P_{m\acute{i}n} \quad (E_{16})$$

Donde:

X' , promedio de la muestra

R' , amplitud de rango

P_1 , peso 1

P_2 , peso 2

P_3 , peso 3

P_4 , peso 4

n , número de muestras

$P_{m\acute{a}x}$, peso máximo

$P_{m\acute{i}n}$, peso mínimo

P_1, P_2, P_3, P_4, n , son los pesos de queso desmenuzado obtenidos el día uno de pruebas, los cuales se encuentran en la tabla 5.13. $P_{m\acute{a}x}$ y $P_{m\acute{i}n}$ son el peso máximo y mínimo entre los 4 pesos de la prueba

Reemplazando los datos en las fórmulas, se obtiene los valores X' y R' :

$$X' = \frac{300.4 + 300.5 + 300.8 + 300.6}{4}$$

$$X' = 300.575$$

$$R' = 300.8 - 300.4$$

$$R' = 0.4$$

En la tabla 5.14 se observa el promedio de muestra y amplitud de rango para el resto de días.

Tabla 5.14 Promedio y amplitud de rango.

Día	Pesos Obtenidos				Promedio de muestra	Amplitud de Rango
1	300,4	300,5	300,8	300,6	300,575	0,4
2	300,6	300,4	300,8	301,2	300,75	0,8
3	300,3	300,3	300,9	300,4	300,475	0,6
4	300,5	300,4	300,6	300,8	300,575	0,4
5	300,5	300,6	300,3	300,7	300,525	0,4
6	301,1	300,5	300,4	300,8	300,7	0,7
7	300,5	300,8	300,3	300,6	300,55	0,5
8	300,9	300,4	300,8	300,7	300,7	0,5
9	300,6	300,5	300,7	300,2	300,5	0,5
10	300,4	300,5	300,8	300,4	300,525	0,4
11	300,8	300,6	300,4	300,5	300,575	0,4
12	300,7	300,4	300,9	300,3	300,575	0,6
13	300,2	300,5	300,4	300,8	300,475	0,6
14	300,4	300,8	300,5	300,9	300,65	0,5
15	300,6	300,7	300,6	300,4	300,575	0,3
16	300,3	300,8	300,6	300,9	300,65	0,6
17	301,3	300,9	300,4	300,8	300,85	0,9
18	300,6	300,4	300,7	300,9	300,65	0,5
19	300,5	301,2	300,8	300,7	300,8	0,7
20	300,6	300,3	300,5	300,8	300,55	0,5
	PROMEDIOS				300,61125	0,54

Una vez realizada la tabla 5.14, se utilizará los datos para encontrar los límites de control seleccionando el valor adecuado de la tabla 5.15.

Tabla 5.15: Valores para cartas de control.

n	A2	D4	D3
2	1.880	3.267	
3	1.023	2.575	
4	0.729	2.282	0.076
5	0.577	2.115	
6	0.483	2.004	
7	0.419	1.924	

En este caso se realizaron 4 muestras diarias por lo que n sería 4, con esto se procede a encontrar los límites de control utilizando las siguientes fórmulas:

- Gráfica \bar{X} '
 - Línea central (LC), \bar{X}' (E_{17})
 - Límite control superior (LCS), $\bar{X}' + A_2 R'$ (E_{18})
 - Límite control inferior (LCI), $\bar{X}' - A_2 R'$ (E_{19})
- Gráfica de R
 - Línea central (LC), R' (E_{20})

- Límite control superior (LCS), D_4R' (E_{21})
- Límite control inferior (LCI), D_3R' (E_{22})

Utilizando estas ecuaciones se determinaron los valores para el promedio y para el rango como se indica en la tabla 5.16, los cuales serán graficados y analizados bajo los límites superior e inferior (imagen 5.16) adecuados para determinar si el proceso está bajo control o no.

Primero se desarrollará el gráfico para el promedio de la muestra:

Tabla 5.16: Promedio de la muestra

Promedio de la Muestra	LCI	LC	LCS
300,6	300,2	300,6	301,0
300,8	300,2	300,6	301,0
300,5	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0
300,5	300,2	300,6	301,0
300,7	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0
300,7	300,2	300,6	301,0
300,5	300,2	300,6	301,0
300,5	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0
300,5	300,2	300,6	301,0
300,7	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0
300,7	300,2	300,6	301,0
300,9	300,2	300,6	301,0
300,7	300,2	300,6	301,0
300,8	300,2	300,6	301,0
300,6	300,2	300,6	301,0

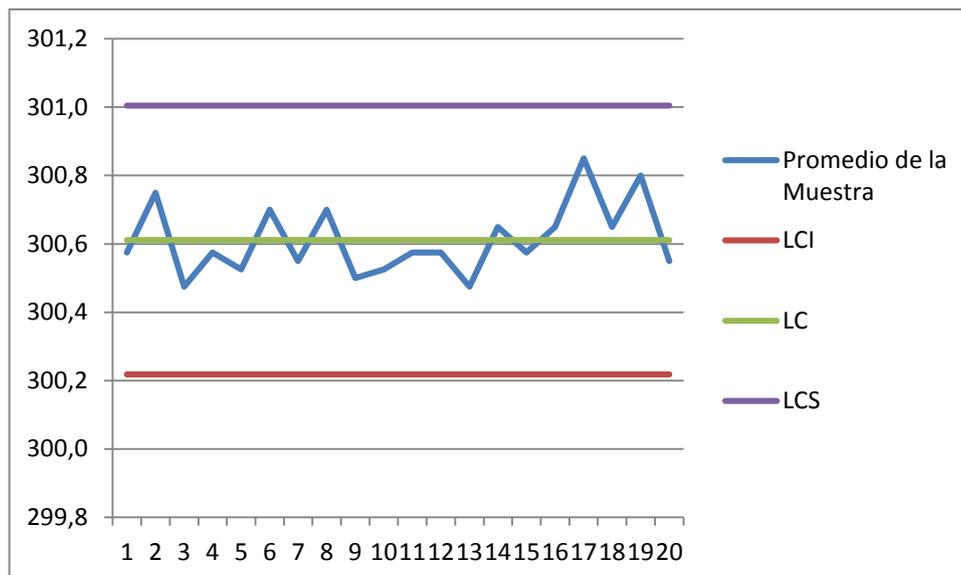


Figura 5.16: Límites de control para promedio

A continuación los límites de control y el gráfico (figura 5.17, tabla 5.17) para la amplitud del rango:

Tabla 5.17: Amplitud de rango.

Amplitud de Rango	LCI	LC	LCS
0,4	0,04104	0,54	1,23228
0,8	0,04104	0,54	1,23228
0,6	0,04104	0,54	1,23228
0,4	0,04104	0,54	1,23228
0,4	0,04104	0,54	1,23228
0,7	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228
0,4	0,04104	0,54	1,23228
0,4	0,04104	0,54	1,23228
0,6	0,04104	0,54	1,23228
0,6	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228
0,3	0,04104	0,54	1,23228
0,6	0,04104	0,54	1,23228
0,9	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228
0,7	0,04104	0,54	1,23228
0,5	0,04104	0,54	1,23228

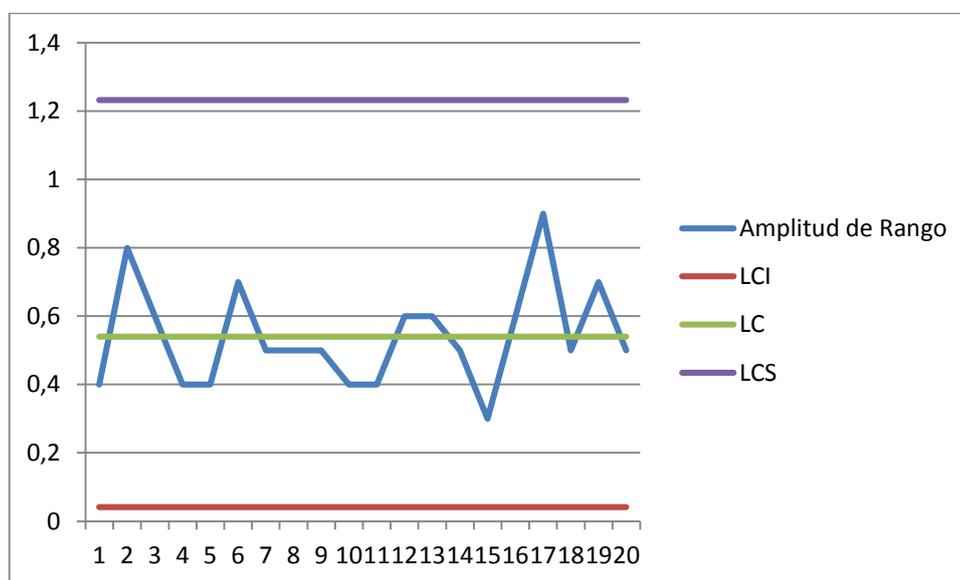


Figura 5.17: Límites de control para rango

Tabla 5.26: Prueba 400gr. ATmega

PRUEBA	# de Prueba	LUZ ROJA	LUZ AMARILLA	LUZ VERDE	Seguro	Galga	Motor principal	Banda transportadora	Pantalla Touch	Peso balanza externa (400gr)
FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO 400 gr.	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	402,5
	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	401,3
	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,8
	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	402,1
	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	401,6
	6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,9
	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,4
	8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	401,2
	9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	400,9
	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	402,2
TOTAL		10	10	10	10	10	10	10	10	

Para este proceso, se hicieron 4 pruebas diarias durante 20 días consecutivos de desmenuzado de 400 gr. de queso fresco obteniendo los siguientes resultados de la tabla 5.27:

Tabla 5.27: Prueba para cartas de control. ATmega

Día	Pesos Obtenidos			
	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4
1	401,3	402,5	400,8	400,3
2	400,8	400,4	401,2	400,7
3	400,7	401,5	401,6	400,9
4	400,5	401,3	400,9	400,6
5	400,8	400,9	401,1	401,9
6	402,3	400,4	402,2	400,5
7	401,4	401,5	400,9	402,2
8	400,5	401,3	400,3	400,7
9	400,7	400,5	400,2	400,4
10	402,1	400,2	401,7	401,7
11	401,9	400,7	401,9	400,3
12	401,3	401,4	400,8	401,2
13	400,6	401,2	400,7	400,5
14	401,4	400,7	400,9	402,3
15	401,3	400,9	401,5	400,6
16	400,6	401,4	401,6	400,7
17	400,9	400,2	400,6	401,2
18	400,4	402,3	401,2	400,3
19	401,8	400,2	402,1	401,4
20	401,1	401,9	400,3	401,5

Como se indicó anteriormente, se procede a encontrar X' y R' utilizando las ecuaciones (E_{15}) y (E_{16}):

Donde:

X' , promedio de la muestra

R' , amplitud de rango

P_1 , peso 1

P_2 , peso 2

P_3 , peso 3

P_4 , peso 4

n , número de muestras

$P_{m\acute{a}x}$, peso máximo

$P_{m\acute{i}n}$, peso mínimo

P_1, P_2, P_3, P_4, n , son los pesos de queso desmenuzado obtenidos el día uno de pruebas, los cuales se encuentran en la tabla 5.27. $P_{m\acute{a}x}$ y $P_{m\acute{i}n}$ son el peso máximo y mínimo entre los 4 pesos de la prueba

Reemplazando los valores en las fórmulas se obtiene los valores para X' y R' :

$$X' = \frac{401,3 + 402,5 + 400,8 + 400,3}{4}$$

$$X' = 401,225$$

$$R' = 402,5 - 400,3$$

$$R' = 2,2$$

En la tabla 5.28 se observa el promedio de muestra y amplitud de rango para el resto de días.

Tabla 5.28 Promedio y amplitud de rango. ATmega

Día	Pesos Obtenidos				Promedio de muestra	Amplitud de Rango
1	401,3	402,5	400,8	400,3	401,225	2,2
2	400,8	400,4	401,2	400,7	400,775	0,8
3	400,7	401,5	401,6	400,9	401,175	0,9
4	400,5	401,3	400,9	400,6	400,825	0,8
5	400,8	400,9	401,1	401,9	401,175	1,1
6	402,3	400,4	402,2	400,5	401,35	1,9
7	401,4	401,5	400,9	402,2	401,5	1,3
8	400,5	401,3	400,3	400,7	400,7	1
9	400,7	400,5	400,2	400,4	400,45	0,5
10	402,1	400,2	401,7	401,7	401,425	1,9
11	401,9	400,7	401,9	400,3	401,2	1,6
12	401,3	401,4	400,8	401,2	401,175	0,6
13	400,6	401,2	400,7	400,5	400,75	0,7
14	401,4	400,7	400,9	402,3	401,325	1,6
15	401,3	400,9	401,5	400,6	401,075	0,9
16	400,6	401,4	401,6	400,7	401,075	1
17	400,9	400,2	400,6	401,2	400,725	1
18	400,4	402,3	401,2	400,3	401,05	2
19	401,8	400,2	402,1	401,4	401,375	1,9
20	401,1	401,9	400,3	401,5	401,2	1,6
PROMEDIOS					401,0775	1,265

Una vez realizada la tabla 5.28, se utilizará las fórmulas (E_{17}) , (E_{18}) , (E_{19}) , (E_{20}) , (E_{21}) y (E_{22}) para determinar los límites de control (tabla 5.29) y proceder a realizar los gráficos de control.

Primero se desarrollará el gráfico para el promedio de la muestra (figura 5.18):

Tabla 5.29: Promedio de la muestra ATmega

Promedio de la Muestra	LCI	LC	LCS
401,2	400,2	401,1	402,0
400,8	400,2	401,1	402,0
401,2	400,2	401,1	402,0
400,8	400,2	401,1	402,0
401,2	400,2	401,1	402,0
401,4	400,2	401,1	402,0
401,5	400,2	401,1	402,0
400,7	400,2	401,1	402,0
400,5	400,2	401,1	402,0
401,4	400,2	401,1	402,0
401,2	400,2	401,1	402,0
401,2	400,2	401,1	402,0
400,8	400,2	401,1	402,0
401,3	400,2	401,1	402,0
401,1	400,2	401,1	402,0
401,1	400,2	401,1	402,0
400,7	400,2	401,1	402,0
401,1	400,2	401,1	402,0
401,4	400,2	401,1	402,0
401,2	400,2	401,1	402,0

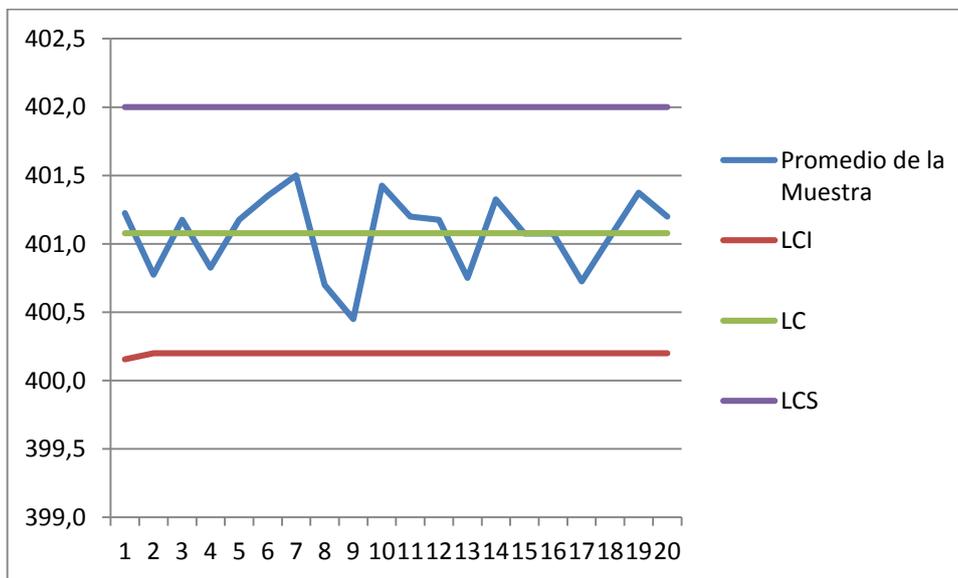


Figura 5.18: Límites de control para promedio ATmega

A continuación los límites de control (tabla 5.30) y el gráfico (figura 5.19) para la amplitud del rango:

Tabla 5.30: Amplitud de rango. ATmega

Amplitud de Rango	LCI	LC	LCS
2,2	0,09614	1,265	2,88673
0,8	0,09614	1,265	2,88673
0,9	0,09614	1,265	2,88673
0,8	0,09614	1,265	2,88673
1,1	0,09614	1,265	2,88673
1,9	0,09614	1,265	2,88673
1,3	0,09614	1,265	2,88673
1	0,09614	1,265	2,88673
0,5	0,09614	1,265	2,88673
1,9	0,09614	1,265	2,88673
1,6	0,09614	1,265	2,88673
0,6	0,09614	1,265	2,88673
0,7	0,09614	1,265	2,88673
1,6	0,09614	1,265	2,88673
0,9	0,09614	1,265	2,88673
1	0,09614	1,265	2,88673
1	0,09614	1,265	2,88673
2	0,09614	1,265	2,88673
1,9	0,09614	1,265	2,88673
1,6	0,09614	1,265	2,88673

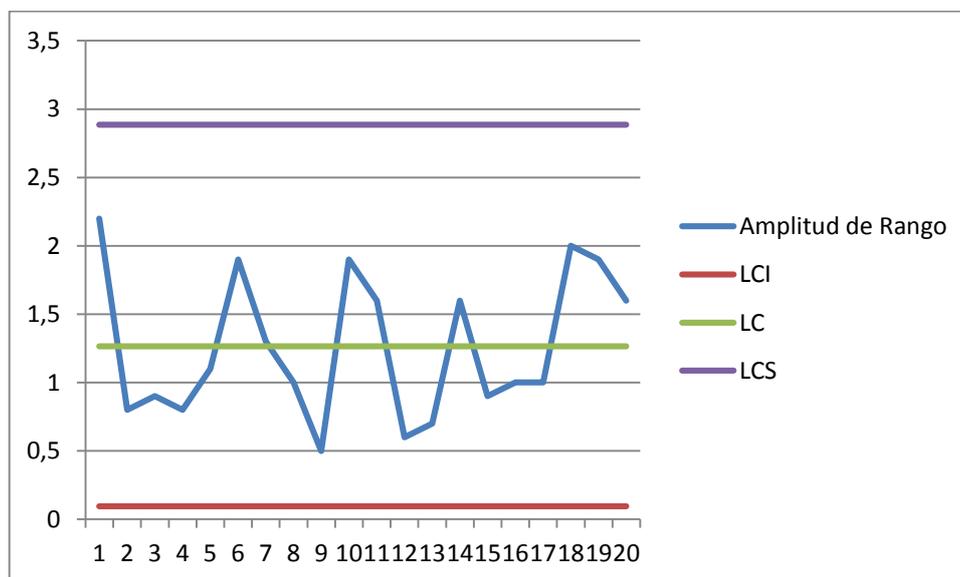


Figura 5.19: Límites de control para rango ATmega

Como se puede observar, este proceso, al igual que el anterior, se encuentra bajo control.

Conclusiones

- El diseño de la máquina se realizó teniendo en cuenta las especificaciones del cliente, desde las más elementales como luces y seguros, hasta las más complejas como sensor de peso y pantalla touch para el control de la máquina.
- El dimensionamiento, diseño y selección de los componentes, materiales y partes mecánicas están basados bajo la norma *ISO 14159 (anexo D3)*.
- El diseño del sistema de alimentación de queso fresco consta de una bancada y un sistema de banda transportadora que se mueve mediante un motor eléctrico. La bancada tiene en su diseño un factor de seguridad de 2, lo cual indica que es estable, segura y soportaría extra peso en caso de mal uso de la misma.
- El control de la cantidad queso procesado se realiza mediante el módulo de pesaje HX711, el cual envía una señal al dispositivo de control de la máquina especificando la cantidad de queso procesado y compararlo con la ordenada por el usuario para determinar si debe seguir trabajando o cumplió con la cantidad de queso deseada.
- La interfaz usuario - máquina se realiza a través de una pantalla TFT touch que incluye un programa sencillo e intuitivo, por lo que no se requiere capacitación previa para operar la máquina.
- Se desarrolló un protocolo de pruebas detallada para determinar que todo el sistema se encuentra en perfecto estado y la máquina funcionará de la manera que ha sido diseñada.
- Las cartas de control realizadas teniendo en cuenta las tablas de resultados indican que la máquina se encuentra bajo control, esto se puede observar en los gráficos X y R donde ninguno de los puntos se encuentran fuera de los límites tanto superior como inferior.
- Por seguridad se implementó una baliza para saber el estado de la máquina, un seguro para evitar que la zona de almacenamiento de queso sea retirada mientras la máquina se encuentra en funcionamiento y un switch externo para desactivar directamente el motor principal en caso de emergencia.

Recomendaciones

- Es necesario realizar el protocolo de prueba al menos una vez al mes para controlar el estado de la máquina y cerciorarse de que todo funcione correctamente.
- Al finalizar la jornada de trabajo se deberá realizar la respectiva limpieza de la máquina para evitar que residuos de queso en la máquina se descompongan y sean incorporados accidentalmente en futuras producciones.
- La máquina debe ser utilizada únicamente para desmenuzar el queso. Otros tipos de alimentos pueden afectar al eje desmenuzador o sus aspas.
- Aplicar un sistema de mejora continua para incrementar la precisión en la cantidad de queso desmenuzado.
- Realizar mantenimientos preventivos cada tres meses para evitar el mal funcionamiento de la máquina.
- Se recomienda evitar cantos vivos al momento de soldar y de doblar piezas.

Bibliografía

- [1] «XSM,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.trituradorasdemandibula.com/Trituradora-o-molino-de-mineral-metalico/Trituradora-de-Ladrillo.html>. [Último acceso: 17 10 2015].
- [2] «Universidad del País Vasco,» 12 2001. [En línea]. Available: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>. [Último acceso: 17 10 2015].
- [3] «Electro Industria,» 11 2007. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=837..> [Último acceso: 21 01 2015].
- [4] «Quiminet,» Abril 2010. [En línea]. Available: <http://www.quiminet.com/articulos/que-son-los-interruptores-finales-de-carrera-7838.htm>. [Último acceso: 13 12 2014].
- [5] «Microcontroladores Galeón,» 02 2008. [En línea]. Available: <http://microcontroladores-e.galeon.com/>. [Último acceso: 29 01 2015].
- [6] 01 2012. [En línea]. Available: http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/apuntes/Strain_Gages_1.pdf. [Último acceso: 04 12 2014].
- [7] «Arduino.cc,» 04 2013. [En línea]. Available: .: <http://Arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardMega>. [Último acceso: 25 11 2014].
- [8] Fitzgerald, Electric Machinery, sexta edición ed., 2013. Editorial Mc Graw Hill
- [9] C. R. i. Romeva, Diseño concurrente, Calaluña, enero 2002, p. 85.
- [10] C. R. i. Romeva, Diseño concurrente, Calaluña, enero 2002, pp. 85-91.
- [11] C. R. i. Romeva, Diseño concurrente, Calaluña, enero 2002, p. 178.

ANEXOS

ANEXO A

IMÁGENES

Imagen A1: Módulo relays

Imagen A2: Prueba de funcionamiento Arduino

Imagen A3: Eje desmenuzador

Imagen A4: Máquina para desmenuzar queso fresco

Imagen A5: Queso fresco desmenuzado

Imagen A6: Queso fresco desmenuzado



Imagen A1: Módulo relays

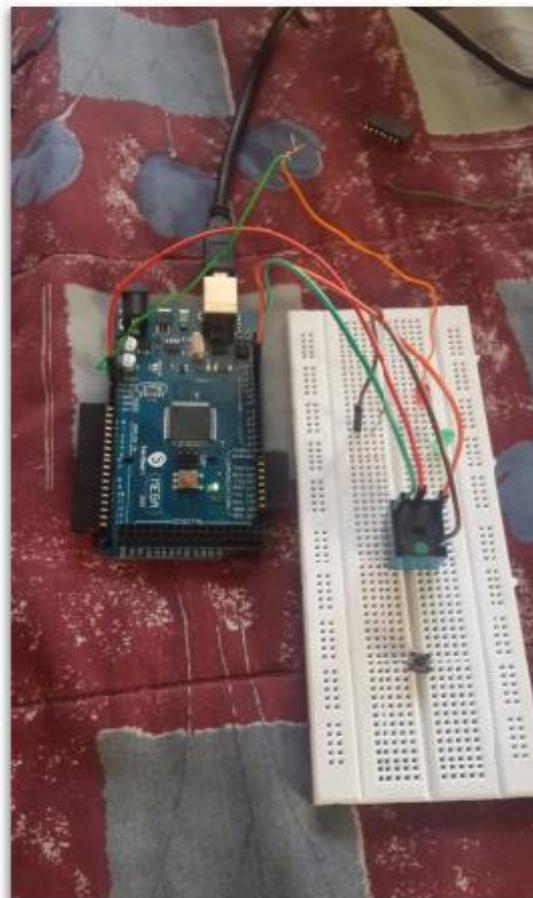


Imagen A2: Prueba de funcionamiento Arduino



Imagen A3: Eje desmenuzador



Imagen A4: Máquina para desmenuzar queso fresco



Imagen A5: Queso fresco desmenuzado



Imagen A6: Queso fresco desmenuzado

ANEXO B

MANUALES

CONTENIDO

DESCRIPCIÓN GENERAL.....	3
CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	3
DIAGRAMA DE ENSAMBLAJE.....	3
INFORMACIÓN DE SEGURIDAD	4
IDENTIFICACIÓN DE PARTES.....	5
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PANTALLA TOUCH.....	6
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PANTALLA LCD	11
ESTADOS DEL PROCESO EN LA MÁQUINA	13
LIMPIEZA	14
MANTENIMIENTO	15
POSIBLES ERRORES Y SOLUCIONES	15
ADVERTENCIA.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de ensamblaje	3
Figura 2. Identificación de partes	5
Figura 3. Botón rojo.....	7
Figura 4. Pantalla de inicio	7
Figura 5. Baliza luz amarilla	7
Figura 6. Solenoide activado	8
Figura 7. Botón verde.....	8
Figura 8. Selección de alternativas.....	8
Figura 9. Pantalla pre inicio.....	9
Figura 10. Pantalla desmenuzando	9
Figura 11. Baliza luz roja y amarilla	9
Figura 12. Solenoide desactivado.....	10
Figura 13 Baliza luz amarilla y verde	10
Figura 14. Pantalla de inicio LCD	13
Figura 15. Desmenuzar 10gr.	14
Figura 16. Desmenuzar 50gr.	14
Figura 17. Pantalla desmenuzando	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estados del proceso de la máquina	9
Tabla 2. Posibles errores y soluciones.....	14

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

- La máquina sólo deberá ser utilizada según lo establecido en este manual de usuario.
- La cubierta de la máquina sólo deberá levantarse si la máquina se encuentra apagada.
- El mantenimiento, limpieza y extracción de los dispositivos de la máquina sólo deberá llevarse a cabo una vez que la máquina esté apagada y la regleta haya sido desconectada del enchufe.
- Antes de comenzar a utilizar la máquina, eliminar cualquier tipo de elemento extraño que se encuentre en la banda transportadora o en la zona de desmenuzado y almacenamiento.
- La desmenuzadora deberá usarse en interiores para evitar la contaminación del queso.
- El usuario de la máquina será responsable de cuidar el área de trabajo.
- La desmenuzadora sólo puede ser usada por personas mayores de 18 años.
- Se recomienda utilizar mandil y guantes para evitar contaminar el queso.
- Para transportar la desmenuzadora ésta deberá estar desconectada del enchufe y se debe realizar el traslado con precaución para evitar daños en su parte electrónica.
- Antes de empezar a usar la desmenuzadora, asegúrese de nivelar la máquina. (bajo norma de empotramiento)
- No retirar la zona de almacenamiento de queso desmenuzado mientras la máquina esté en funcionamiento.
- Es necesario realizar la limpieza de la máquina al inicio y al final de la jornada de trabajo.
- Cada día, antes de empezar a utilizar la máquina es necesario hacer una comprobación funcional de las partes de la máquina.
- No desatender la máquina mientras esté en funcionamiento.
- Evitar el contacto de la máquina con agua ya que esta tiene dispositivos eléctricos y electrónicos y podrían resultar afectados.

IDENTIFICACIÓN DE PARTES

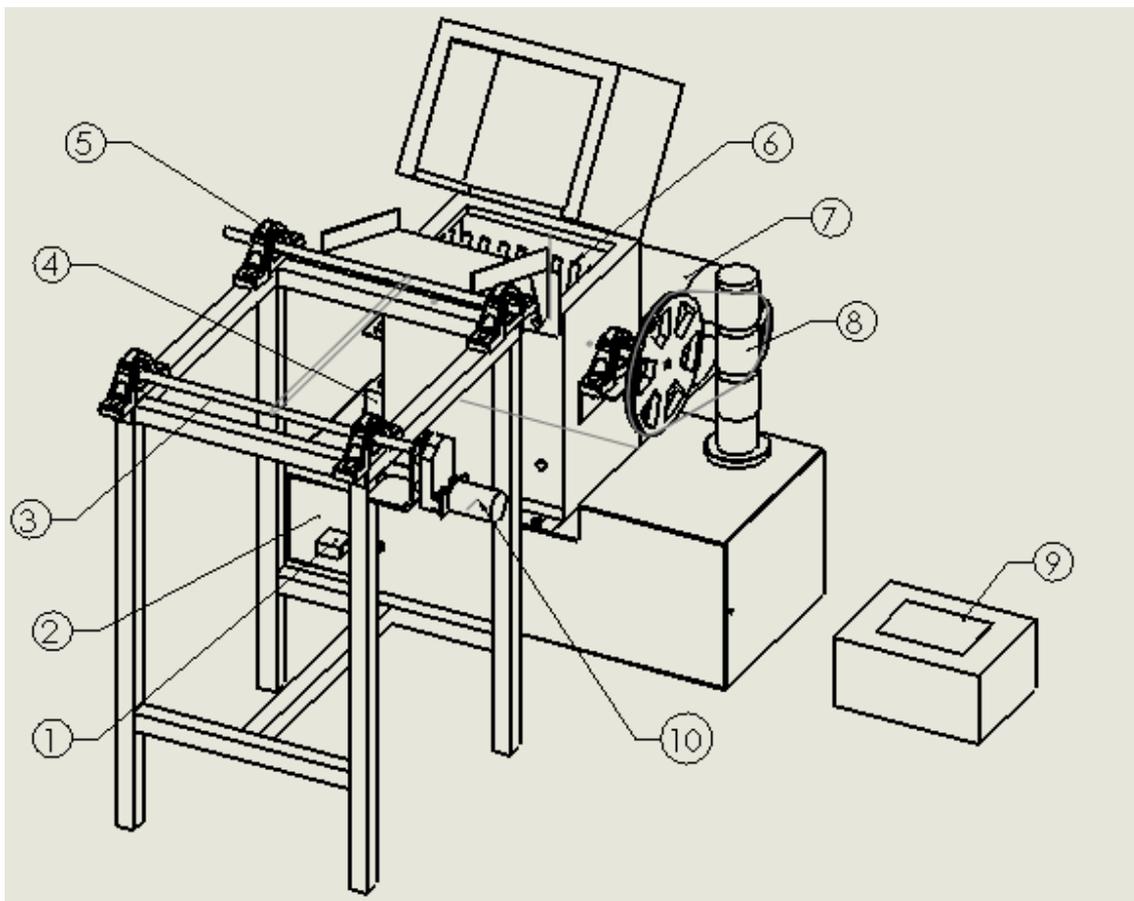


Figura 2. Identificación de partes

1. Seguro zona de almacenamiento

Este seguro se activará mientras la máquina esté en funcionamiento. Esto quiere decir que si los motores se han activado y la máquina está desmenuzando queso, se impide la extracción de la zona de almacenamiento mediante este seguro.

2. Zona de almacenamiento y pesado

Este es el lugar de la máquina donde se almacena el queso que ya ha sido desmenuzado y es pesado mientras la máquina esté en funcionamiento.

3. Banda transportadora

La banda transportadora es la encargada de alimentar automáticamente el queso fresco a la máquina para que sea desmenuzado.

4. Switch

Este switch está puesto en la máquina por seguridad para activar y desactivar el motor principal directamente en caso de una emergencia.

5. Chumaceras

Las chumaceras son las encargadas de facilitar el movimiento de los ejes.

6. Eje desmenuzador

El eje desmenuzador es el encargado de desmenuzar el queso fresco.

7. Motor principal

El motor principal es el que mueve el eje desmenuzador para que éste cumpla su trabajo.

8. Baliza

La baliza sirve para identificar el estado en el que se encuentra el proceso.

9. HMI

Mediante el HMI se generan las instrucciones para la máquina y se la controla.

10. Motor banda transportadora

El motor de la banda transportadora es el encargado de mover sus ejes para que el queso se desplace hacia la máquina.

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PANTALLA TOUCH

El procedimiento de operación de la máquina utilizando la pantalla touch es muy sencillo e intuitivo ya que en el HMI se detallan los pasos y se indica lo que se debe realizar, sin embargo se presenta en este documento el proceso de una manera más detallada. Los pasos para operar la máquina son los siguientes:

1. Aplastar el botón rojo del switch de la máquina



Figura 3. Botón rojo

2. Conectar los cables de las fuentes, del motor y del HMI al cortapicos y encenderlo.
3. Esperar a que en el HMI aparezca lo siguiente:

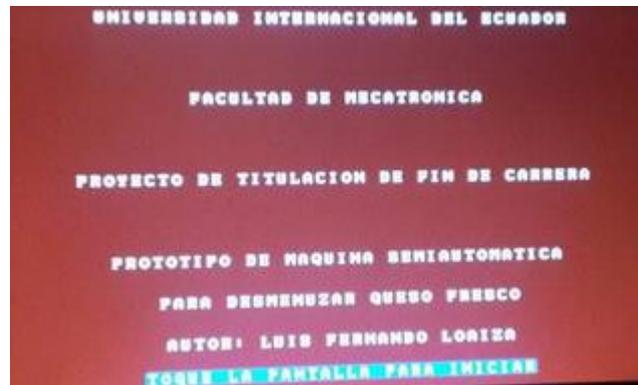


Figura 4. Pantalla de inicio

4. En la baliza se prenderá la luz amarilla.



Figura 5. Baliza luz amarilla

5. El seguro se activará permitiendo la extracción de la zona de almacenamiento.



Figura 6. Solenoide activado

6. Presionar el botón verde del switch



Figura 7. Botón verde

7. Presionar la pantalla en cualquier lugar. Lo siguiente aparecerá:



Figura 8. Selección de alternativas

8. Presionar la cantidad de queso que desea desmenuzar y aparecerá lo siguiente:

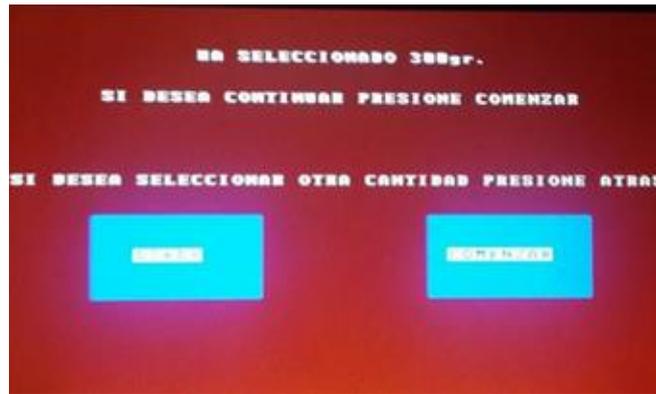


Figura 9. Pantalla pre inicio

9. Presionar el botón comenzar

10. Lo siguiente aparecerá en la pantalla:

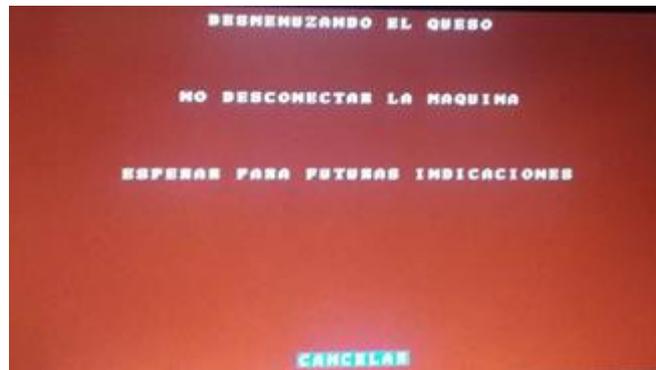


Figura 10. Pantalla desmenuzando

11. La luz roja se encenderá y permanecerá encendida al igual que la amarilla



Figura 11. Baliza luz roja y amarilla

12. El seguro se desactivará impidiendo la extracción de la zona de almacenamiento.



Figura 12. Solenoide desactivado

13. Cuando la cantidad de queso desmenuzado esté lista, la luz verde se encenderá junto con la amarilla y la roja se apagará.



Figura 13. Baliza luz amarilla y verde

14. El seguro de la zona de almacenamiento se activará para poder extraer el queso desmenuzado
15. En la pantalla aparecerá lo que indica la figura 8.
16. Si desea realizar el proceso nuevamente dar clic donde dice atrás y seleccionar nuevamente la cantidad de queso deseada.

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PANTALLA LCD

El procedimiento de operación de la máquina utilizando la pantalla LCD es muy sencillo e intuitivo ya que en ella se detalla los pasos y se indica lo que se debe realizar, sin embargo se presenta en este documento el proceso de una manera más detallada. Los pasos para operar la máquina son los siguientes:

1. Aplastar el botón rojo del switch de la máquina
2. Conectar los cables de las fuentes, del motor y de la placa al cortapicos y encenderlo.
3. Esperar a que en la LCD aparezca lo siguiente (figura 13):



Figura 14. Pantalla de inicio LCD

4. En la baliza se prenderá la luz amarilla (figura 4).
5. El seguro se activará permitiendo la extracción de la zona de almacenamiento (figura 5).
6. Presionar el botón verde del switch (figura 6).
7. Presionar el botón aceptar y verificar que aparezca en el LCD lo siguiente (figura 14):



Figura 15. Selección 10gr. LCD

8. Presionar el botón más y en la pantalla aparecerá lo siguiente (figura 15):



Figura 16. Seleccionar 50gr.

9. Presionar el botón aceptar.
10. Lo siguiente aparecerá en la pantalla (figura 16):



Figura 17. Pantalla desmenuzando

11. La luz roja se encenderá y permanecerá encendida al igual que la amarilla (figura 10).
12. El seguro se desactivará impidiendo la extracción de la zona de almacenamiento. (figura 11).
13. Cuando la cantidad de queso desmenuzado esté lista la luz verde se encenderá junto con la amarilla y la roja se apagará. (figura 12).
14. El seguro de la zona de almacenamiento se activará para poder extraer el queso desmenuzado
15. Si desea realizar el proceso nuevamente presione el botón más o el botón menos para seleccionar la cantidad deseada y realice el proceso nuevamente.

ESTADOS DEL PROCESO EN LA MÁQUINA

Los estados del proceso se pueden identificar desde el HMI ya que ahí se indican las instrucciones, o mediante dos dispositivos de fácil distinción ubicados en la máquina los cuales son el seguro y la baliza. En la siguiente tabla se indican los estados y las acciones que se deben o no realizar en cada uno de ellos.

Tabla 1 Estados del proceso en la máquina

			Estado	Permitido	Prohibido
ELEMENTOS	BALIZA	Luz Amarilla	La máquina se encuentra en estado de reposo esperando indicaciones.	Seguir instrucciones de HMI	-----
				Extraer zona de almacenamiento	
				Levantar la cabeza de la máquina	
		Luz amarilla y roja	La máquina se encuentra desmenuzando queso fresco.	Seguir instrucciones de HMI	Extraer zona de almacenamiento
					Desconectar alguna elemento de la máquina.
					Levanta la cabeza de la máquina
	Luz amarilla y verde	La máquina ha terminado de desmenuzar	Seguir instrucciones de HMI	-----	
				Levantar la cabeza de la máquina	
				Extraer zona de almacenamiento	
	SEGURO	Activado	El seguro se encuentra levantado	Extraer zona de almacenamiento	-----
Desactivado		El seguro se encuentra obstruyendo el paso a la zona de almacenamiento	-----	Extraer zona de almacenamiento	
ELECTROIMÁN	Activado	El electroimán se encuentra cargado eléctricamente, pegado contra el metal	-----	Abrir cabecera	
	Desactivado	El imán no se encuentra cargado eléctricamente	Abrir cabecera	-----	

LIMPIEZA

La limpieza de la máquina se la deberá realizar dos veces por jornada, una antes de comenzar el trabajo y otra cuando ya no se desea utilizar la máquina por ese día.

Para ello se recomienda utilizar productos que cumplan con las normas de calidad para la industria alimenticia.

Las principales zonas donde se recomienda una minuciosa limpieza son:

- Zona de almacenamiento
- Banda transportadora
- Eje desmenuzador
- Tolva

Para realizar una limpieza adecuada del eje desmenuzador se recomienda desarmar la parte central de la máquina para acceder a los lugares de mayor dificultad. Para ello se requiere únicamente de una llave de corona o mixta #12.

MANTENIMIENTO

Para realizar un mantenimiento adecuado de la máquina y que la misma funcione correctamente se recomienda lo siguiente:

- Una vez al mes poner grasa en las chumaceras (grasa SKF LGFP 2).
- Verificar que en el motor principal no se generen chispas o ruidos extraños.
- Una vez a la semana ajustar todos los pernos.
- Limpiar la pantalla touch con un trapo seco y un líquido adecuado para esta función.
- Si la máquina no está siendo utilizada, desenchufar la regleta o mantenerla apagada.

Siguiendo estas recomendaciones, el tiempo de vida de las chumaceras será de alrededor de 2 años. Después de este tiempo se recomienda cambiarlas.

Si el motor principal dejase de funcionar, es recomendable llevarlo a una persona capacitada para que lo revise y determine si es necesario rebobinarlo o cambiar de motor.

POSIBLES ERRORES Y SOLUCIONES

Algunos errores y soluciones que pueden presentarse en la máquina se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2 Posibles errores y soluciones

ERROR	ERROR	SOLUCIONES	
1	No aparece nada en el HMI	Verificar que el cable que sale del HMI se encuentre conectado correctamente	En caso que alguno de los errores no hayan sido solucionados, llamar a servicio técnico.
		Verificar que los cables que salen de las fuentes se encuentren conectadas correctamente	
2	La baliza no se enciende	Verificar que los cables que salen de las fuentes se encuentren conectadas correctamente	
		Verificar que los focos de la baliza no se encuentren quemados	
3	El motor de la banda transportadora funciona pero la banda no se mueve	Regular la posición de las chumaceras para que la banda quede bien extendida	
4	El queso no se desliza por la tolva	Lubricar la tolva con el líquido que sale del queso fresco.	
5	Los ejes no giran correctamente	Poner aceite en las chumaceras	

ADVERTENCIA

Antes de conectar la máquina asegúrese que el botón verde del switch no esté activado. Si lo está, aplastar el botón rojo y continuar con el proceso normalmente.

ANEXO C

OTROS

Anexo C1: Proforma banda transportadora y chumaceras

Anexo C2: Norma ISO 14159 "Safety of Machinery – requirements for the design of machinery"

Anexo C3: norma RTE 131

Anexo C4: Norma FDA

ANEXO C1

**Proforma banda transportadora y
chumaceras**

ANEXO C2

Norma ISO 14159 "Safety of
Machinery – requirements for the design of
machinery"

Safety of machinery — Hygiene requirements for the design of machinery

1 Scope

This International Standard specifies hygiene requirements of machines and provides information for the intended use to be provided by the manufacturer. It applies to all types of machines and associated equipment used in applications where hygiene risks to the consumer of the product can occur.

This International Standard does not cover requirements relative to the uncontrolled egress of microbiological agents from the machine.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 4287:1997, *Geometrical Product Specifications (GP) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 12100-1:—¹⁾, *Safety of machinery — Basic concepts and general principles for design — Part 1: Basic terminology and methodology*

ISO 12100-2:—²⁾, *Safety of machinery — Basic concepts and general principles for design — Part 2: Technical principles*

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the following terms and definitions apply.

3.1

associated equipment

all equipment associated with a machine, not defined as machinery (3.13), that is essential to the functioning of the machine for it to hygienically process a product (e.g. fittings, piping, tubing)

3.2

bond

joining of materials with an adhesive

1) To be published. (Revision of ISO/TR 12100-1:1992)

2) To be published. (Revision of ISO/TR 12100-2:1992)

3.3

cleaning in place

cleaning (3.4) of equipment by impingement or circulation of flowing chemical solutions, cleaning liquids and water rinses into, onto and over surfaces in equipment or systems without dismantling and designed for the purpose

3.4

cleaning

removal of soil (see 3.31)

3.5

cleanable

(equipment) designed to be freed from soil

3.6

consumer

end user of the product (including domestic animals)

3.7

corrosion resistant material

material having the property to maintain its original surface characteristics for its intended life time when exposed to the conditions encountered in the environment of intended use, including exposed contact with product, cleaning, disinfection, pasteurization or sterilization conditions

3.8

crevice

sharp, cleft-like, irregular opening of small depth which adversely affects cleanability

3.9

dead space

space wherein a product, cleaning or disinfecting agents, or soils can be trapped, retained, or not completely removed during the operation of cleaning

3.10

disinfection

process applied to a clean surface which is capable of reducing the numbers of vegetative micro-organisms, but not necessarily their spores, to a level considered safe for product production

3.11

hygiene

taking of all measures during product handling, preparation and processing to ensure its suitability for use by humans or domestic animals

3.12

joint

junction of two or more pieces of material

3.13

machinery

assembly of linked parts or components, at least one of which moves, with appropriate machine actuators, control and power circuits, joined together for a specific application, in particular for the processing, treatment, moving or packaging of a material

NOTE The term machinery also covers an assembly of machines.

[ISO 12100-1:—, 3.1]

3.14

manual cleaning

cleaning by manual means when the machinery is open, or partially or totally disassembled

3.15**micro-organism (relevant)**

bacteria, fungi, yeasts, moulds, spores and viruses that are able to contaminate, multiply or survive in the product and are able to be harmful or adversely affect product quality

3.16**non-toxic materials**

materials which, under the intended conditions of their use, will not cause the product to be harmful to humans or domestic animals

3.17**non-absorbant materials**

materials which, under the intended conditions of their use, do not retain substances with which they come into contact, so as to have no adverse affect on the hygiene of the product

3.18**pasteurization**

process that inactivates all relevant micro-organisms except some microbial spores

3.19**pasteurizable**

(equipment) designed to be capable of being pasteurized

3.20**pest**

mammals, birds, reptiles, vermin and insects which can adversely influence the product

3.21**practical test**

documented set of procedures and parameters used to determine an evaluation

3.22**product**

any substance intended to be applied or taken into humans or domestic animals (e.g. by ingestion, injection, topical application, insertion)

3.23**product contact surface**

machinery surfaces which are exposed to the product and from which the product or other materials can drain, drip, diffuse or be drawn into (self-returned) the product or product container

3.24**non-product contact surface**

all other exposed machinery surfaces including, where applicable, the splash area (3.32)

3.25**readily accessible**

location which can be reached by an employee from the floor, a platform or other permanent work area

3.26**readily removable**

designed to be separated from the machine with or without the use of simple hand tools

3.27**seal**

closure of an aperture so as to effectively prevent the entry or passage of unwanted matter

3.28

self-draining

combination of design, construction, installation and surface finish so as to prevent the retention of liquid except for normal surface wetting

3.29

sensors

devices or instrumentation attached to machinery for process monitoring/control

3.30

smooth

condition of a surface which satisfies hygienic requirements and is without surface defects (e.g. crevices) capable of retaining soil

3.31

soil

any unwanted matter

3.32

splash area

area composed of surfaces where product may come into contact and does not return to the product

3.33

sterilization

process that inactivates all micro-organisms and relevant microbial spores

3.34

sterilizability

(equipment) designed to be capable of being sterilized

4 Hazards

The hazards that can be associated with product handling, preparation and processing can arise from:

- biological causes such as pathogens, spoilage micro-organisms or toxins (e.g. ingress or retention of bacteria, spores, viruses, yeasts/moulds);
- chemical causes including those from cleaning and disinfection substances (e.g. lubricants, cleaning fluids, allergens);
- physical causes such as foreign materials arising from raw materials, equipment or other sources (e.g. allergens, pests, metals, materials used in the construction of the machine/equipment).

5 Hygiene requirements and/or measures

5.1 Strategy for selecting hygiene measures

5.1.1 General

The risk assessment strategy for selecting hygiene measures is applicable to both product and non-product contact areas.

5.1.2 Basic strategy for selecting hygiene measures

The basic strategy for selecting hygiene measures for the design of machinery and equipment shall be consistent with ISO 12100-1:—, clause 5. This includes the following:

- identification of the process for which the machine is intended;
- hazards associated with the product(s) produced (see clause 4);
- risk assessment associated with each hazard identified (see 5.1.3);
- design methods/measures which can eliminate hazards or reduce risks associated with these hazards (see 5.2);
- identification of any other hazards (either safety or hygienic) which can be introduced by methods used to reduce the risk associated with the hazard under analysis;
- means of verification of the effectiveness of the hazard elimination or the risk reduction method (see clause 6);
- description of residual risks and any additional precautions necessary in the information for use where applicable (see clauses 7 and 8).

This process is schematically represented in Figure 1. After this process has been undertaken for all hazards identified, it may be applicable to define the item of machinery according to one of the hygiene levels described in annex A in order to help clarify the intended use.

5.1.3 Elements of risk assessment

When undertaking the elements of the risk assessment, the following parameters are presented as guidance to the range and type of factors that shall be considered for the machine and its associated equipment.

- a) The intended use of the machine: Will the machine be used for one specific purpose only, for which the hazards are readily identifiable, or could the machine be used for a wide range of products in many industries (e.g. a pump)?
- b) The product type to be processed by the machine: Will the product be already contaminated (e.g. a raw material) or will it be “preserved” or aseptic?
- c) The degree of further processing: Will the product processed by the machinery subsequently undergo a further process which functions as a hazard elimination step (e.g. a heat treatment) or is the process for which the machine is intended the final process?
- d) Specific application of the product:
 - 1) Is the product to be used by the consumer immediately after processing or is there a product shelf-life in which the severity of the hazard could increase (e.g. relevant microbial growth)?
 - 2) Will the product be used by a specific consumer group to whom the hazard may present a more serious risk (e.g. a baby, elderly or infirm person)?
- e) The degree of cleaning, disinfection, pasteurization, sterilization and/or inspection: Is the machine to be cleaned, disinfected, pasteurized, sterilized and/or inspected after every use, routinely during the day, every day, or every week, etc.?
- f) The use of the machine: Is the machine likely to be well maintained or used infrequently, is it designed for high or continuous use or is misuse foreseeable?

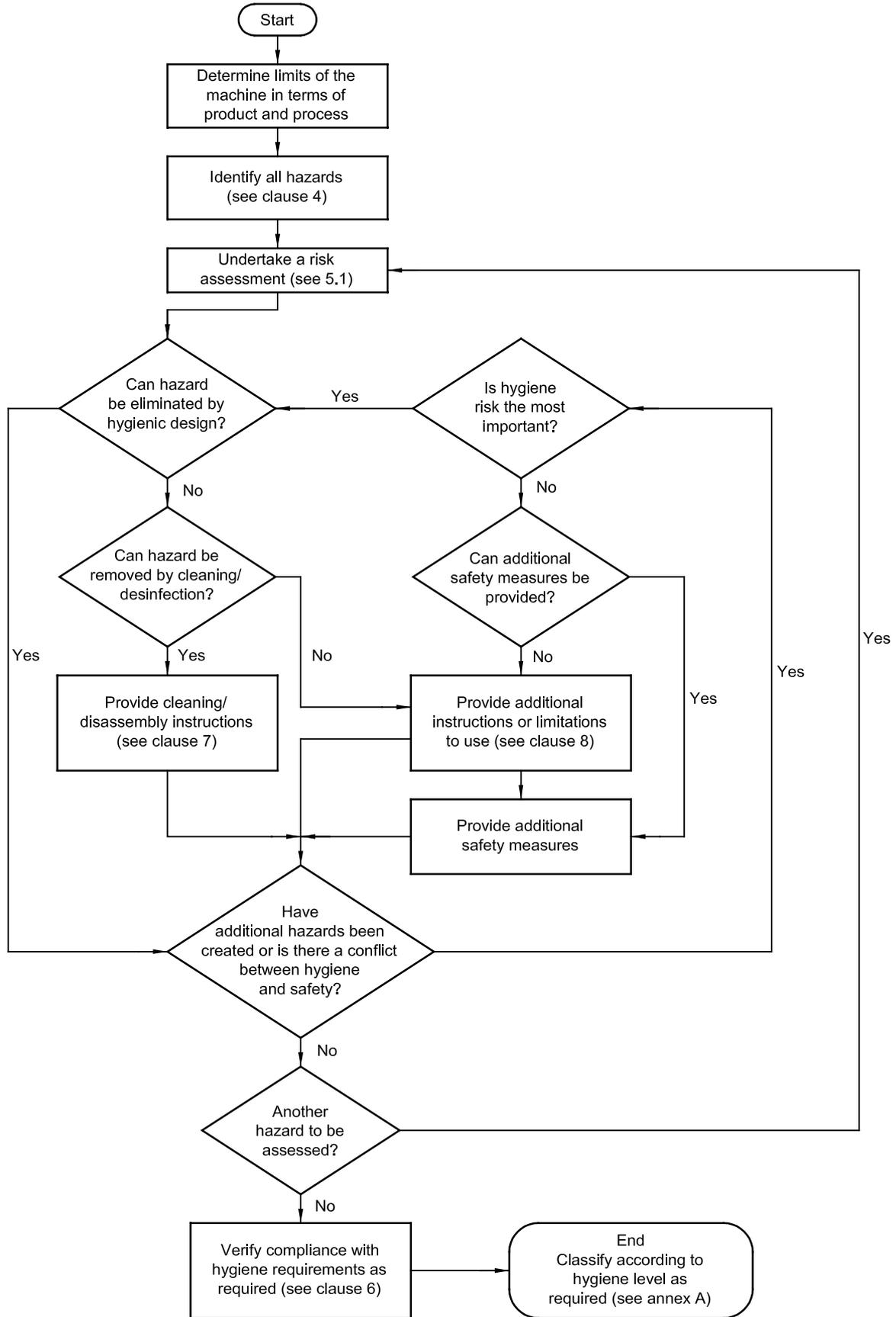


Figure 1 — Schematic risk assessment procedure

5.2 Hygienic design

5.2.1 Materials of construction

5.2.1.1 General

Materials shall be suitable for their intended use.

Surfaces of materials and coatings shall be durable, cleanable and, if necessary, capable of being disinfected, without breaks, resistant to cracking, chipping, flaking, erosion, corrosion and abrasion and prevent penetration of unwanted matter under intended use.

5.2.1.2 Product contact surfaces

In addition to the general requirements (see 5.2.1.1), materials used for product contact surfaces shall:

- be corrosion resistant to both product and cleaning/disinfection materials;
- be non-toxic;
- not contaminate or otherwise have any adverse effect on the product;
- be non-absorbent (except where technically or functionally unavoidable);
- be temperature resistant to processing and heat treatments where necessary (e.g. freezing, pasteurization, sterilization).

5.2.1.3 Metals

Product contact surfaces shall be:

- of stainless steel of a type appropriate for the application; or
- other metals (including solder) suitable for the conditions of intended use.

Product contact surfaces may be modified by surface treatment or coating(s).

5.2.1.4 Non-metals

Elastomers (e.g. rubber and rubber-like materials) and other polymers (e.g. plastic materials) may be used in product contact applications and shall conform with the appropriate requirements for the application.

Elastomers and other polymers having product contact surfaces shall be of such composition as to retain their surface and conformational characteristics when exposed to the conditions encountered in the environment of intended use and in cleaning, disinfection, pasteurization or sterilization.

Adhesives and the bonds created by their use shall be compatible with the surfaces, products and cleaning/disinfectant materials in which they are in contact. All bonds shall be continuous and mechanically sound so that the adhesives do not separate from the base materials to which they are bonded.

Where materials having certain inherent functional purposes are required for specific applications, product contact surfaces may be made of these materials (i.e. carbon, glass, ceramic materials).

Product contact surfaces may be modified by surface treatment or coating(s).

5.2.1.5 Non-product contact surfaces

In addition to the general requirements (see 5.2.1.1), materials used for non-product contact surfaces (including splash areas), under the conditions of intended use, shall:

- be of corrosion-resistant material or material that is treated (e.g. coating, painting) so as to be corrosion resistant to both product and cleaning/disinfection materials. When coated, the coating shall adhere;
- be non-absorbent (except where technically or functionally unavoidable);
- not contaminate or otherwise have any adverse effect on the product.

Parts removable for cleaning having both product contact and non-product contact surfaces shall be designed to ensure that hygiene risks are eliminated.

5.2.2 Design and fabrication of product contact surfaces

5.2.2.1 Surface texture

Surfaces shall be free of imperfections such as pits, folds, cracks and crevices. Technical requirements for surface finish according to ISO 4287, shall be given in the specific standards, if appropriate.

5.2.2.2 Cleaning and inspection

Surfaces shall be cleanable. For machinery intended to be disassembled, the design shall ensure that relevant areas are readily accessible for cleaning and inspection and the demountable parts shall be readily removable. Alternatively, machinery may be designed to be cleaned in place. Some machinery cleaned in place may need to be designed to allow ready access for inspection after cleaning.

5.2.2.3 Disinfection, pasteurization and sterilization

Machinery shall be designed such that surfaces can attain the required disinfection, pasteurization or sterilization conditions.

5.2.2.4 Microbial ingress

Where appropriate (e.g. aseptic process), machinery shall be designed to prevent micro-organisms migrating from the external environment onto product contact surfaces, either directly or via soils.

5.2.2.5 Draining

Surfaces of machinery intended to drain shall be self-draining or be drainable, except for normal wetting (see Figures B.1 and B.2).

5.2.2.6 Dead spaces

Dead spaces shall be avoided (see Figure B.3).

5.2.2.7 Joints

Permanent metal to metal joints shall be continuously welded. Permanent metal to non-metal or non-metal to non-metal joints shall be continuously welded or bonded. Jointed surfaces shall be flush (see Figure B.4).

Dismountable joints shall be flush and hygienically sealed at the product contact surface (see Figure B.5).

Only in cases where welding or bonding is impractical, soldering, press-fitting or shrink-fitting may be employed where necessary for essential technical reasons.

Silver-bearing solder may be used for flushing joints and producing fillets for minimum radii requirements.

Welding, press-fitting, shrink-fitting or soldering shall produce surfaces with a smooth finish free of imperfections such as pits, folds, inclusions, cracks and crevices.

5.2.2.8 Coatings

Where used, coatings shall be free from surface delamination, pitting, flaking, spalling, blistering and distortion.

5.2.2.9 Internal angles, corners and grooves

Internal angles and corners shall be designed using fillets and radii wherever practicable so that they are effectively cleanable (see Figure B.6).

Where used, grooves shall be wider than their depth.

5.2.2.10 Seals, gaskets, O-rings and joint-rings

Seals, gaskets, O-rings and joint-rings shall be designed to minimize product contact and be cleanable.

Thermal expansion and contraction shall be considered during design (see Figure B.7).

Where an elastomer is used as a seal between solid surfaces, the compression of the elastomer shall be considered during design (see Figure B.7).

5.2.2.11 Fasteners

Fasteners (e.g. screws, bolts, rivets) shall be avoided. Where technically unavoidable, fasteners shall be cleanable (see Figure B.8). There shall be no exposed screw threads or recesses.

Threads which may become product contact surfaces during dismantling operations should be designed to be cleanable.

5.2.2.12 Process flow disruption caused by intrusions

Intrusions (e.g. springs, openings, perforations) shall be avoided except where functionally necessary.

Where necessary, such process flow intrusions shall be cleanable in place or readily accessible for cleaning, disinfection and inspection.

5.2.2.13 Shafts and bearings

Where shaft seals are required, they shall be hygienic in design (i.e. packless) and shall be cleanable in place or readily accessible for cleaning, disinfection and inspection.

Where a shaft passes through a product contact surface, the portion of the opening surrounding the shaft shall be protected to prevent the entrance of contaminants (see Figure B.9)

Wherever possible, lubricated bearings, including the permanent sealed type, shall be located outside the product contact surface with adequate clearance open for inspection between the bearing and any product contact surface (see Figure B.9).

Bearings having a product contact surface shall be avoided. When technically necessary, these bearings shall be of a non-lubricated or product lubricated type (see Figure B.10) and cleanable. When a bottom support bearing is used, it shall not interfere with drainage of the equipment.

When provided, a shaft driving mechanism shall be securely mounted in a position that ensures a physical separation from product contact surfaces for cleaning and inspection.

5.2.2.14 Sensor and sensor connections

All sensors and sensor connections having product contact surfaces shall be installed to avoid crevices, dead spaces, and shall be drainable (see Figure B.3).

5.2.2.15 Other connections

All pipelines and other appendages entering the equipment shall be hygienically sealed and designed to prevent the ingress of soil.

5.2.2.16 Openings and covers

Panels, covers and doors shall be so designed that they avoid any adverse influence (e.g. entry and/or accumulation of soil) and shall be cleanable (see Figure B.11).

Where an opening is intended to provide human access, it shall meet the appropriate requirements for size and shape. If any exterior flange is incorporated in the opening, it shall slope and drain away from the opening.

Covers shall be sloped to an outside edge(s).

5.2.3 Design and fabrication of non-product contact surfaces

5.2.3.1 General

All machinery shall be designed and constructed in such a manner as to prevent the retention of moisture, ingress and harbourage of pests and soils, and to facilitate cleaning, inspection, servicing and maintenance. Where appropriate, equipment shall be designed such that non-product surfaces (including splash areas) can attain the required disinfection, pasteurization or sterilization conditions.

Permanent metal to metal joints shall be continuously welded wherever possible. Permanent metal to non-metal or non-metal to non-metal joints shall be continuously bonded.

Equipment to be mounted without supports shall be flush mounted and sealed (see Figure B.13).

5.2.3.2 Insulation

The insulation material shall be properly mounted and suitably sealed to prevent the ingress of contaminants (e.g. moisture or pests).

5.2.3.3 Supports

Supports shall be designed, fabricated and installed such that no water or soil can remain on the surface or within the supports. The possibility of adverse galvanic reactions between dissimilar materials shall be taken into consideration (see Figure B.12).

Sufficient clearance for cleaning and inspection shall be provided (see Figure B.13).

Where castors are used, they shall be of sufficient size to provide adequate clearance between the lowest part of the base and the floor for easy cleaning and inspection. Castors shall be easily cleanable, durable and of a size that permits easy movement of the equipment.

Where the machinery is to be floor- or wall-mounted, supports shall be designed for sealing to the mounting surface.

5.2.3.4 Product contact with machinery fluids

Machinery shall be designed, fabricated and installed to prevent the ingress of unwanted fluids (e.g. lubricating and hydraulic fluids, and signal transfer liquids) into the product. Where machinery failure can result in these fluids coming into contact with the product, these fluids shall be non-toxic and compatible with the product.

6 Verification of hygiene measures and test methods

Verification of compliance with hygiene requirements is undertaken using one or more of the following:

- examination of the functional specifications and drawings;
- examination of the fabricated machine; and/or
- undertaking of specific practical tests (if available).

The methods of verification of hygienic design depend on both the original risk analysis (see 5.1) and the specific purpose for which the machine was designed.

The majority of open product processing machinery is considered to be cleanable if its design complies with the requirements of clause 5 and of the specific standards. More complicated machinery may require assessment by means of a practical cleanability test.

The majority of closed product processing machinery is considered cleanable if the cleaning procedure can be verified by means of a practical test of the entire plant or its individual components. Some closed product processing machinery may be considered to be cleanable if its design complies with the requirements of clause 5.

Machines designed to be pasteurized, sterilized or for aseptic production, usually for closed product processing, shall require practical testing.

7 Instruction handbook, maintenance and cleaning

7.1 Instruction handbook

The instruction handbook shall include the following items:

a) Installation of the machinery and associated equipment

Information shall be provided so that, after the machinery is installed, it maintains its hygienic integrity (e.g. drainability) and there is adequate access for servicing and cleaning (see Figure B.14).

Measures shall be described on the use of the machinery so that, when installed correctly, the product is not exposed to factors that can lead to contamination.

b) Instruction for use

Measures shall be described on the use of the machinery so that, when used correctly, the product is not exposed to factors that can lead to contamination. Requirements for monitoring and control of critical hygiene parts shall be identified.

7.2 Maintenance and cleaning

7.2.1 Maintenance

A system of measures shall be recommended to ensure that the hygienic integrity of the machinery is maintained during its intended lifetime.

7.2.2 Cleaning

The instructions shall specify typical routine procedures for cleaning, disinfection, rinsing and inspection for cleanliness. Where appropriate, recommended cleaning materials (especially related to fabrication material chemical resistance) shall be specified. Where dismantling is required, specific instructions shall be provided.

8 Additional information (limitations of use)

In the event of the hygienic design (see 5.2) of the machinery being unable to control the risk associated with a specific hazard identified (see clause 4), or in the event of a product/operative safety compromise, additional information shall be required. Additional information could include, for example:

- further monitoring, cleaning and disassembly instructions;
- specific processing conditions (e.g. controlled temperature environment);
- limitations to the range of products that can be safely processed;
- the requirements for special machine guarding.

ANEXO C3

Norma RTE 131

RESOLUCIÓN No. 14346

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD

SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, *“Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”*;

Que el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Registro Oficial Suplemento No. 853 del 2 de enero de 1996;

Que el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC, en su Artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

Que se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

Que el Anexo 3 del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

Que la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó el “Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología”, modificado por la Decisión 419 del 30 de julio de 1997;

Que la Decisión 562 de 25 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina establece las “Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario”;

Que mediante Ley No. 2007-76, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero de 2007, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, constituye el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: *“i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana”*;

Que el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, de acuerdo a las funciones determinadas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 inciso primero de la misma Ley, en donde manifiesta que: *“La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas”* ha formulado el Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 131 “SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS”**;

Que en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.9.2 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC y el Artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este proyecto de Reglamento Técnico fue notificado a la CAN el 26 de febrero de 2014 y a la OMC fue

notificado el 05 de marzo de 2014, a través del Punto de Contacto y a la fecha se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto y no se han recibido observaciones;

Que mediante Informe Técnico-Jurídico contenido en la Matriz de Revisión No. de fecha de , se sugirió proceder a la aprobación y oficialización del Reglamento materia de esta Resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 131 “**SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**”;

Que de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, el Ministerio de Industrias y Productividad es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 131 “**SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**”; mediante su promulgación en el Registro Oficial, a fin de que exista un justo equilibrio de intereses entre proveedores y consumidores;

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 11446 del 25 de noviembre de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 599 del 19 de diciembre de 2011, se delega a la Subsecretaría de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar los proyectos de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar y **oficializar** con el carácter de OBLIGATORIO el siguiente:

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 131 “SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS”

1. OBJETO

1.1 Este Reglamento Técnico establece los requisitos de seguridad e higiene, que debe cumplir la maquinaria para procesamiento de alimentos, con la finalidad de proteger la seguridad, la vida y la salud de las personas, el medio ambiente, y prevenir prácticas engañosas que puedan inducir a error a los usuarios.

2. CAMPO DE APLICACION

2.1 Este Reglamento Técnico se aplica a las siguientes maquinarias para procesamiento de alimentos, que se comercialice en el Ecuador, sean estos, de fabricación nacional o importadas.

2.1.1 Maquinaria para panadería, pastelería, galletería o la fabricación de pastas alimenticias

2.1.2 Maquinaria y aparatos para confitería, elaboración de cacao o la fabricación de chocolate

2.1.3 Maquinaria para el procesado de cereales y alimentos para animales

2.1.4 Maquinaria para mataderos y para el procesado de productos cárnicos.

2.1.5 Máquinas para el procesado de productos del mar

2.1.6 Maquinaria para el procesado de frutas y vegetales

2.1.7 Maquinaria para catering y cocinas industriales

2.1.8 Maquinaria para bebidas alcohólicas y no alcohólicas

2.1.9 Maquinaria para la industria láctea

2.1.10 Máquinas para batidos y máquinas para helados;

2.1.11 Máquinas para el procesado de aceites y grasas comestibles;

2.1.12 Máquinas para café y máquinas para torrefacción

2.1.13 Maquinaria e instalaciones para la industria azucarera

2.1.14 Maquinaria para la industria cervecera.

2.1.15 Máquinas para el procesado del tabaco

2.1.16 Maquinaria para la clasificación de huevos.

2.2 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
8419.81.00	- - Para la preparación de bebidas calientes o la cocción o calentamiento de alimentos
84.20	Calandrias y laminadores, excepto para metal o vidrio, y cilindros para estas máquinas.
8420.10	- Calandrias y laminadores:
8420.10.10	- - Para las industrias panadera, pastelera y galletera
8420.10.90	- - Las demás
8210.00	Aparatos mecánicos accionados a mano, de peso inferior o igual a 10 kg, utilizados para preparar, acondicionar o servir alimentos o bebidas.
8210.00.10	- Molinillos
8210.00.90	- Los demás
8433.60	- Máquinas para limpieza o clasificación de huevos, frutos o demás productos agrícolas:
8433.60.10	- - De huevos
8433.60.90	- - Las demás
84.34	Máquinas de ordeñar y máquinas y aparatos para la industria lechera.
8434.10.00	- Máquinas de ordeñar
8434.20.00	- Máquinas y aparatos para la industria lechera
84.35	Prensas, estrujadoras y máquinas y aparatos análogos para la producción de vino, sidra, jugos de frutos o bebidas similares.
8435.10.00	- Máquinas y aparatos
84.36	Las demás máquinas y aparatos para la agricultura, horticultura, silvicultura, avicultura o apicultura, incluidos los germinadores con dispositivos mecánicos o térmicos incorporados y las incubadoras y criadoras avícolas.
8436.10.00	- Máquinas y aparatos para preparar alimentos o piensos para animales
	- Máquinas y aparatos para la avicultura, incluidas las incubadoras y criadoras:
8436.21.00	- - Incubadoras y criadoras
8436.29	- - Los demás:
8436.29.10	- - - Comederos y bebederos automáticos
8436.29.20	- - - Batería automática de puesta y recolección de huevos
8436.29.90	- - - Los demás
8436.80	- Las demás máquinas y aparatos:
8436.80.10	- - Trituradoras y mezcladoras de abonos
8436.80.90	- - Los demás
84.37	Máquinas para limpieza, clasificación o cribado de

	semillas, granos u hortalizas de vaina secas; máquinas y aparatos para molienda o tratamiento de cereales u hortalizas de vaina secas, excepto las de tipo rural.
8437.10	- Máquinas para limpieza, clasificación o cribado de semillas, granos u hortalizas de vaina secas:
	- - Clasificadoras de café:
8437.10.11	- - - Por color
8437.10.19	- - - Los demás
8437.10.90	- - Las demás
8437.80	- Las demás máquinas y aparatos:
	- - Para molienda:
8437.80.11	- - - De cereales
8437.80.19	- - - Las demás
	- - Los demás:
8437.80.91	- - - Para tratamiento de arroz
8437.80.92	- - - Para la clasificación y separación de las harinas y demás productos de la molienda
8437.80.93	- - - Para pulir granos
8437.80.99	- - - Los demás
84.38	Máquinas y aparatos, no expresados ni comprendidos en otra parte de este Capítulo, para la preparación o fabricación industrial de alimentos o bebidas, excepto las máquinas y aparatos para extracción o preparación de aceites o grasas, animales o vegetales fijos.
8438.10	- Máquinas y aparatos para panadería, pastelería, galletería o la fabricación de pastas alimenticias:
8438.10.10	- - Para panadería, pastelería o galletería
8438.10.20	- - Para la fabricación de pastas alimenticias
8438.20	- Máquinas y aparatos para confitería, elaboración de cacao o la fabricación de chocolate:
8438.20.10	- - Para confitería
8438.20.20	- - Para la elaboración del cacao o fabricación de chocolate
8438.30.00	- Máquinas y aparatos para la industria azucarera
8438.40.00	- Máquinas y aparatos para la industria cervecera
8438.50	- Máquinas y aparatos para la preparación de carne:
8438.50.10	- - Para procesamiento automático de aves
8438.50.90	- - Las demás
8438.60.00	- Máquinas y aparatos para la preparación de frutos u hortalizas
8438.80	- Las demás máquinas y aparatos:
8438.80.10	- - Descascarilladoras y despulpadoras de café
8438.80.20	- - Máquinas y aparatos para la preparación de pescado o de crustáceos, moluscos y demás invertebrados acuáticos
8438.80.90	- - Las demás
84.78	Máquinas y aparatos para preparar o elaborar tabaco, no expresados ni comprendidos en otra parte de este Capítulo.
8478.10	- Máquinas y aparatos:
8478.10.10	- - Para la aplicación de filtros en cigarrillos
8478.10.90	- - Los demás

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de este Reglamento Técnico, se adoptan las definiciones contempladas en la normas UNE-EN 1672-2 y UNE-EN ISO 12100 vigentes y las que a continuación se detallan:

3.1.1 Máquina. Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal.

3.1.2 Proveedor. Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

4. REQUISITOS DEL PRODUCTO

4.1 Diseño. La maquinaria para procesamiento de alimentos en su diseño debe cumplir lo establecido en la Norma UNE-EN 1672-2 vigente.

4.1.1 Dispositivos eléctricos de mando. Los dispositivos de actuación de mandos, señales y elementos de visualización, deben tener un grado de protección IP54, según la norma IEC 60529 vigente.

4.2 Información para la utilización. La información para utilizar la máquina, debe ser suministrada por el fabricante y debe cumplir lo especificado en la norma UNE-EN 1672-2.

4.2.1 Información relativa al mantenimiento de la máquina. Debe cumplir lo especificado en la norma UNE-EN 1672-2. Adicionalmente los elementos de las máquinas que requieren calibración y mantenimiento deben estar situados fuera de las zonas peligrosas. Las operaciones de calibración, mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la máquina deben efectuarse con la máquina apagada.

4.2.2 Las máquinas automatizadas, deben tener un dispositivo de conexión que permita montar un equipo de diagnóstico de averías.

4.2.3 Los elementos de una máquina automatizada que deban sustituirse con frecuencia, deben montarse y desmontarse con facilidad y con total seguridad. El acceso a estos elementos debe permitir que estas tareas se lleven a cabo con los medios técnicos necesarios siguiendo un procedimiento definido previamente.

4.2.4 Los fabricantes de las máquinas deben especificar en el manual de mantenimiento un procedimiento de rutina para el ensayo, mantenimiento reparación o renovación sistemática de todas las características de seguridad incorporadas en la máquina junto con directrices sobre la frecuencia de las inspecciones, mantenimiento. Debe estar redactado en español, pudiendo estar también en el idioma del país de origen.

4.2.5 Manual de instrucciones. Los manuales de instrucciones de maquinaria para procesamiento de alimentos, debe cumplir lo establecido en la norma UNE-EN 1672-2, adicionalmente este manual debe estar redactado en español.

4.3 Materiales de Fabricación. Deben cumplir lo contemplado en la norma UNE-EN 1672-2 vigente

4.4 Evaluación de riesgos para la higiene. La maquinaria para procesamiento de alimentos debe cumplir los requisitos de higiene establecidos en la norma UNE-EN 1672-2 vigente

4.5 Resguardos y dispositivos de protección. Si son requeridos para estas maquinarias, se debe cumplir con los criterios establecidos en la norma UNE-EN ISO 12100 vigente.

5. REQUISITOS DE ROTULADO

5.1 Las máquinas deben tener en forma visible, legible e indeleble, como mínimo la siguiente información:

5.1.1 Razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.

5.1.2 Designación de la máquina,

5.1.3 Designación de la serie o del modelo,

5.1.4 Número de serie, si existiera,

5.1.5 Año de fabricación; es decir, el año que finalizó el proceso de fabricación.

5.2 Cuando un elemento de la máquina, deba ser manipulado durante su utilización mediante aparatos de elevación, su masa debe estar inscrita de forma legible, duradera y no ambigua.

6. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD

6.1 Los métodos de ensayo para evaluar la conformidad de los elementos indicados en el presente reglamento técnico, deben ser los especificados en la norma UNE-EN 1672-2 vigente.

7. MUESTREO

7.1 El muestreo para verificar el cumplimiento de los requisitos señalados en el presente reglamento técnico, se debe realizar de acuerdo a los planes de muestreo establecidos en la norma NTE INEN-ISO 2859-1 vigente, y según los procedimientos establecidos por el organismo de certificación de productos, acreditado o designado.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Norma UNE-EN 1672-2 Maquinaria para procesamiento de alimentos. Conceptos básicos. Parte 2: Requisitos de higiene.

8.2 Norma UNE-EN ISO 12100 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

8.3 Directiva 2006/42/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de mayo de 2006.

8.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2859-1 *Parte 1 Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.*

8.5 Norma ISO/IEC 17067 *“Evaluación de la conformidad. Fundamentos de certificación de productos y directrices aplicables a los esquemas de certificación de producto”.*

8.6 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO/IEC 17050-1 *“Evaluación de la Conformidad – Declaración de la conformidad del proveedor. Parte 1: Requisitos Generales”.*

9. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

9.1 De conformidad con lo que establece la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, previamente a la comercialización de los productos nacionales e importados contemplados en este Reglamento Técnico, los fabricantes nacionales e importadores deberán demostrar su cumplimiento a través de un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo de certificación de producto acreditado o designado en el país, o por aquellos que se hayan emitido en relación a los acuerdos vigentes de reconocimiento mutuo con el país, de acuerdo a lo siguiente:

a) Para productos importados. Emitido por un organismo de certificación de producto acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE, o por un organismo de certificación de producto designado conforme lo establece la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

b) Para productos fabricados a nivel nacional. Emitido por un organismo de certificación de producto acreditado por el OAE o designado conforme lo establece la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

9.2 Para la demostración de la conformidad de los productos contemplados en este Reglamento Técnico, los fabricantes nacionales e importadores deberán demostrar su cumplimiento a través de la presentación del certificado de conformidad según las siguientes opciones:

9.2.1 Certificado de conformidad de producto según el Esquema de Certificación 1a establecido en la norma ISO/IEC 17067, emitido por un organismo de certificación de producto [ver numeral 9.1, literales a) y b) de este Reglamento Técnico].

9.2.2 Certificado de conformidad de producto según el Esquema de Certificación 5, establecido en la norma ISO/IEC 17067, emitido por un organismo de certificación de producto [ver numeral 9.1, literales a) y b) de este Reglamento Técnico], al que se debe adjuntar el Registro de Operadores, establecido mediante Acuerdo Ministerial No. 14114 del 24 de enero de 2014.

9.2.3 Certificado de Conformidad de Primera Parte según la norma NTE INEN–ISO/IEC 17050-1, debidamente legalizada por la Autoridad competente, al que se debe adjuntar lo siguiente:

a) Informe de ensayos del producto emitido por un laboratorio acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE, que demuestre la conformidad del producto con este Reglamento Técnico o su equivalente, o

b) Informe de ensayos del producto emitido por el laboratorio del fabricante que demuestre la conformidad del producto con este Reglamento Técnico o su equivalente, y que se encuentre debidamente legalizado por el responsable del laboratorio.

Para el numeral 9.2.3, el importador debe adjuntar el Registro de Operadores establecido mediante Acuerdo Ministerial No. 14114 del 24 de enero de 2014.

En este caso, previo a la nacionalización de la mercancía, el INEN o las Autoridades de Vigilancia y Control competentes, se reservan el derecho de realizar el muestreo, ensayos e inspección de rotulado, de conformidad con este Reglamento Técnico, en cualquier momento, a cuenta y a cargo del fabricante o importador del producto.

9.3 El certificado de conformidad de primera parte se aceptará hasta que existan organismos de certificación de producto y laboratorios de ensayo, acreditados o designados en el país de destino, o acreditado en el país de origen, cuya acreditación sea reconocida por el OAE.

9.4 Los productos de fabricación nacional que cuenten con Sello de Calidad INEN o Certificado de Conformidad INEN, Esquema 5, no están sujetos al requisito de certificado de conformidad para su comercialización.

10. AUTORIDAD DE VIGILANCIA Y CONTROL

10.1 De conformidad con lo que establece la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, el Ministerio de Industrias y Productividad y las instituciones del Estado que, en función de sus leyes constitutivas tengan facultades de fiscalización y supervisión, son las autoridades competentes para efectuar las labores de vigilancia y control del cumplimiento de los requisitos del presente reglamento técnico, y demandarán de los fabricantes nacionales e importadores de los productos contemplados en este reglamento técnico, la presentación de los certificados de conformidad respectivos.

10.2 Las autoridades de vigilancia del mercado ejercerán sus funciones de manera independiente, imparcial y objetiva, y dentro del ámbito de sus competencias.

11. RÉGIMEN DE SANCIONES

11.1 Los proveedores de estos productos que incumplan con lo establecido en este Reglamento Técnico Ecuatoriano recibirán las sanciones previstas en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento.

12. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

12.1 Los organismos de certificación, laboratorios o demás instancias que hayan extendido certificados de conformidad o informes de laboratorio erróneos o que hayan adulterado deliberadamente los datos de los ensayos de laboratorio o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil, penal y/o fiscal de acuerdo con lo establecido en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

13. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO

13.1 Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este Reglamento Técnico Ecuatoriano, el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, lo revisará en un plazo no mayor a cinco (5) años contados a partir de la fecha de su entrada en vigencia, para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales de seguridad para la protección de la salud, la vida y el ambiente, de conformidad con lo establecido en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

ARTÍCULO 2.- Disponer al Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, que de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 11 256 del 15 de julio de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 499 del 26 de julio de 2011, publique el reglamento técnico ecuatoriano **RTE INEN 131 “SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS”** en la página Web de esa Institución (www.normalizacion.gob.ec).

ARTÍCULO 3.- Este reglamento técnico entrará en vigencia transcurridos sesenta (60) días calendario desde la fecha de su promulgación en el Registro Oficial.

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE en el Registro Oficial.

Dado en Quito, Distrito Metropolitano, 2014-07-31

Mgs. Ana Elizabeth Cox Vásquez
SUBSECRETARIA DE LA CALIDAD

ANEXO C4

Norma FDA

Capítulo

4 Equipo, utensilios y mantelería

Partes

- 4-1 MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN
- 4-2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
- 4-3 NÚMEROS Y CAPACIDADES
- 4-4 UBICACIÓN E INSTALACIÓN
- 4-5 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN
- 4-6 LIMPIEZA DE EQUIPOS Y UTENSILIOS
- 4-7 DESINFECCIÓN DE EQUIPOS Y UTENSILIOS
- 4-8 LAVADO Y PLANCHADO
- 4-9 PROTECCIÓN DE ARTÍCULOS LIMPIOS

4-1 MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN

Subpartes

- 4-101 **Multiuso**
- 4-102 **Desechables**

Multiuso

4-101.11 Características.

Los materiales que se usan en la construcción de UTENSILIOS y SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS de EQUIPOS no pueden permitir la salida de sustancias nocivas, o la transferencia de colores, olores o sabores a los alimentos. En condiciones de uso normales, los materiales deben tener las siguientes características:^P

(A) Ser seguros.^P

(B) Ser durables, RESISTENTES A LA CORROSIÓN y no absorbentes.

(C) Tener el peso y el grosor suficientes para soportar el LAVADO frecuente.

(D) Tener terminaciones que permitan que su superficie sea LISA y FÁCIL DE LIMPIAR.

(E) Ser resistentes a picaduras, astillamiento, agrietamiento, raspaduras, rayado, deformación y descomposición.

4-101.12 Limitaciones de uso de hierro fundido.

(A) Salvo como se especifica en ¶¶ (B) y (C) de esta sección, el hierro fundido no se puede usar para UTENSILIOS o SUPERFICIES de EQUIPOS QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.

(B) *El hierro fundido se puede usar como superficie para cocinar.*

(C) *El hierro fundido se puede usar en UTENSILIOS para servir ALIMENTOS si dichos UTENSILIOS se usan sólo como parte de un proceso ininterrumpido desde la cocción hasta el servicio.*

4-101.13 Limitaciones de uso de plomo.

(A) Los UTENSILIOS de cerámica, porcelana y cristal así como los UTENSILIOS decorativos como cerámica o porcelana pintada a mano que tengan contacto con ALIMENTOS durante su uso, no deben tener plomo o pueden tenerlo en niveles que no excedan los límites de las siguientes categorías de UTENSILIOS:^P

Categoría de UTENSILIO	Descripción de artículo de cerámica	Cantidad máxima de plomo MG/L
Tazones, tazas y jarras para bebidas	Tazones para café	0.5
Recipientes cóncavos grandes (excepto jarras)	Cuencos \geq 1.1 litro (1.16 cuartos de galón)	1
Recipientes cóncavos (excepto tazas y tazones)	Cuencos $<$ 1.1 litro (1.16 cuartos de galón)	2.0
VAJILLA plana	Platos y platillos	3.0

(B) Las aleaciones de peltre que contengan más de un 0.05% de plomo no se pueden usar como una SUPERFICIE QUE TIENE CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.^P

(C) Las soldaduras y fundentes que contengan más de un 0.2% de plomo no se pueden usar como una SUPERFICIE QUE TIENE CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.

4-101.14 Limitaciones de uso de cobre.

(A) Salvo como se especifica en ¶ (B) de esta sección, el cobre y las aleaciones de cobre, como el latón, no se pueden usar en contacto con ALIMENTOS que tengan un pH menor que 6 como en el caso del vinagre, el JUGO de frutas o el vino, ni para una conexión o tuberías instaladas entre un dispositivo de prevención de reflujo y un carbonatador.^P

(B) El cobre y las aleaciones de este material se pueden usar en contacto con ingredientes de elaboración de cerveza que tengan un pH menor de 6, durante los procesos de prefermentación y fermentación de una empresa de elaboración de cerveza, tal como un bar que elabora su propia cerveza o una microcervecería.

4-101.15 Limitaciones de uso de metales galvanizados.

Los metales galvanizados no se pueden utilizar para UTENSILIOS O SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON ALIMENTOS de EQUIPOS que se usan en contacto con ALIMENTOS ácidos.^P

4-101.16 Limitaciones de uso de esponjas.

Durante su utilización, las esponjas no pueden tocar SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON ALIMENTOS que estén en USO, DESINFECTADAS o limpias.

4-101.17 Limitaciones de uso de madera.

(A) Salvo como se especifica en ¶¶ (B) y (C) de esta sección, la madera y el mimbre de origen vegetal no se pueden usar como SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.

(B) *El arce duro o una madera equivalente dura y de anillos apretados se puede usar para:*

(1) tablas y bloques para cortar, mesas para amasar y utensilios como rodillos para amasar, varas para rosquillas, cuencos para ensaladas y palillos chinos; y

(2) paletas de madera que se usan en procesos de confitería para el raspado a presión de los hervidores, cuando se elaboran confites manualmente a una temperatura igual o superior a 110 °C (230 °F).

(C) *Las frutas y verduras enteras, crudas y sin cortar, y los frutos secos con cáscara se pueden mantener en los contenedores de envío en los cuales se recibieron, hasta que las frutas, las verduras o los frutos secos se usen.*

(D) *Si por su naturaleza los ALIMENTOS requieren que se les quiten cáscaras, piel, cascarillas o conchas antes del consumo, los ALIMENTOS enteros, crudos y sin cortar se pueden mantener en los siguientes recipientes:*

(1) de madera sin tratar; o

(2) de madera tratada si el tratamiento de los recipientes se realizó con un conservante que cumple con los requisitos especificados en 21 CFR 178.3800, Preservatives for wood [Conservantes para madera].

4-101.18 Limitaciones de uso de recubrimientos antiadherentes.

Los ARTÍCULOS DE COCINA multiuso, tales como sartenes, planchas, cacerolas, bandejas para hornear galletas y gofreras que tienen un revestimiento de resina de perfluorocarbono se deben usar con UTENSILIOS y productos de limpieza que no rayen ni raspen la superficie.

4-101.19 Superficies que no tienen contacto con los alimentos.

Las SUPERFICIES QUE NO TIENEN CONTACTO con los ALIMENTOS de los EQUIPOS, que se encuentran expuestas a salpicaduras, derrames u otro tipo de suciedad proveniente de los ALIMENTOS o que requiere una limpieza frecuente, se deben construir de un material RESISTENTE A LA CORROSIÓN, no absorbente y LISO.

Desechables

4-102.11 Características.

Los materiales que se usan para elaborar ARTÍCULOS Y SERVICIOS DESECHABLES:

(A) No pueden:

- (1) permitir la salida de sustancias nocivas; ^P o
- (2) transferir colores, olores o sabores a los ALIMENTOS.

(B) Deben ser:

- (1) seguros; ^P y
- (2) limpios.

4-2	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
	<i>Subpartes</i>
	4-201 Durabilidad y resistencia
	4-202 Limpieza
	4-203 Exactitud
	4-204 Funcionalidad
	4-205 Aceptabilidad

Durabilidad y resistencia

4-201.11 Equipos y utensilios.

Los EQUIPOS y UTENSILIOS se deben diseñar y construir con el fin de ser durables y de mantener sus cualidades características bajo condiciones normales de uso.

4-201.12 Dispositivos de medición de la temperatura de los alimentos.

LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LOS ALIMENTOS no pueden tener sensores o espigas hechos de vidrio, salvo los termómetros que tengan sensores o espigas de vidrio envueltos por un revestimiento inastillable, como los termómetros de caramelo.^P

Limpieza

4-202.11 Superficies que tienen contacto con los alimentos.

(A) Las SUPERFICIES multiuso QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS deben:

- (1) ser lisas;^{Pf}
- (2) carecer de roturas, juntas abiertas, grietas, astillas, inclusiones, agujeros e imperfecciones similares;^{Pf}
- (3) carecer de ángulos internos, esquinas y fisuras afilados;^{Pf}
- (4) estar terminadas de manera que tengan soldaduras y juntas ;^{Pf} y
- (5) salvo como se especifica en ¶ (B) de esta sección, deben ser accesibles a la limpieza y la inspección por medio de uno de los siguientes métodos:
 - (a) sin ser desmontadas;^{Pf}
 - (b) desmontar sin usar herramientas;^{Pf} o
 - (c) desmontar fácilmente mediante herramientas manuales que comúnmente se encuentran disponibles para el personal de mantenimiento y limpieza tales como destornilladores, pinzas, llaves españolas y llaves Allen.^{Pf}

(B) El subpárrafo (A) (5) de esta sección no se aplica a los tanques de almacenamiento de aceite de cocina, ductos de distribución de aceites de cocina, o ductos o tubos de jarabes de BEBIDAS.

4-202.12 Equipo de LIS.

(A) Los EQUIPOS de LIS deben cumplir con las características especificadas según § 4-202.11 y se deben diseñar y construir de modo que:

(1) las soluciones de limpieza y DESINFECTANTES circulen por un sistema fijo y tengan contacto con todas las SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS; ^{Pf} y

(2) el sistema sea de autodrenaje o las soluciones de limpieza y desinfectantes se puedan drenar completamente.

(B) Los EQUIPOS de LIS que no tengan un diseño que permita su desmontaje con el fin de limpiarlos, se deben diseñar con puntos de acceso para inspección. Esto es necesario para asegurar que todas las SUPERFICIES interiores QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS en todo el sistema fijo efectivamente se limpien.

4-202.13 Limitaciones de uso de roscas en "V" aguda.

Las roscas en "V" aguda no se pueden usar en *SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS, salvo para los EQUIPOS de filtración o cocción de aceite caliente.*

4-202.14 Equipos para filtrar aceite caliente.

Los EQUIPOS para filtrar aceite caliente deben cumplir con las características especificadas según § 4-202.11 o § 4-202.12 y el recambio y la limpieza del filtro deben ser muy accesibles.

4-202.15 Abrelatas.

Las piezas de corte y perforación de los abrelatas se deben poder quitar con facilidad para su limpieza y reemplazo.

4-202.16 Superficies que no tienen contacto con los alimentos.

Las SUPERFICIES QUE NO TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS no deben tener salientes, proyecciones ni fisuras innecesarias, y se deben designar y construir de manera que se puedan limpiar sencillamente y que se facilite el mantenimiento.

4-202.17 Placas desmontables de protección contra el roce de los pies.

Las placas de protección contra el roce de los pies se deben diseñar de manera que las zonas detrás de ellas sean accesibles a la limpieza e inspección mediante los siguientes métodos:

- (A) El desmontaje usando uno de los métodos especificados según el subpárrafo 4-202.11(A)(5) o la capacidad de abrirse.
- (B) El desmontaje o la capacidad de abrirse sin desbloquear las puertas del EQUIPO.

4-202.18 Filtros de sistemas de ventilación por medio de campanas.

En caso de no estar diseñados para la limpieza in situ, los filtros u otros EQUIPOS DE extracción de grasa se deben diseñar para ser desmontados fácilmente para su limpieza y reemplazo.

Precisión

4-203.11 Dispositivos de medición de la temperatura de los alimentos.

(A) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LOS ALIMENTOS que se gradúan sólo en Celsius o se encuentran doblemente graduados en Celsius y en Fahrenheit deben ser exactos en $\pm 1^{\circ}\text{C}$ en el rango de uso previsto.^{Pf}

(B) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LOS ALIMENTOS que están graduados sólo en Fahrenheit deben ser exactos en $\pm 2^{\circ}\text{F}$ en el rango de uso previsto.^{Pf}

4-203.12 Dispositivos de medición de la temperatura ambiente y del agua.

(A) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA ambiente y del agua que están graduados en Celsius o se encuentran doblemente graduados en Celsius y Fahrenheit se deben diseñar para ser fáciles de leer y exactos en $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ del rango de uso previsto.^{Pf}

(B) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA ambiente y del agua que están graduados sólo en Fahrenheit deben ser exactos en $\pm 3^{\circ}\text{F}$ en el rango de uso previsto.^{Pf}

4-203.13 Dispositivos de medición de la presión de equipos de lavado mecánico.

Los dispositivos de medición de presión que muestran las presiones que hay en el ducto de suministro de agua para el enjuague desinfectante, compuesto por agua caliente dulce, debe tener aumentos de 7 kilopascales (1 libra por pulgada cuadrada) o menos y debe ser exacto en ± 14 kilopascales (libras por pulgada cuadrada) en el rango indicado en la placa de datos del fabricante.

Funcionalidad

4-204.11 Prevención del goteo en sistemas de ventilación por medio de campanas.

Los sistemas de escape de la ventilación por campanas que se ubican en las áreas de preparación de ALIMENTOS y de LAVADO DE UTENSILIOS, entre los que se encuentran componentes como campanas, ventiladores, protecciones y canalización, se deben diseñar para evitar que la grasa o la condensación drenen o goteen en los ALIMENTOS, EQUIPOS, UTENSILIOS, MANTELERÍA, y ARTÍCULOS Y SERVICIOS DESECHABLES.

4-204.12 Aberturas, cierres y deflectores de los equipos.

(A) Una cubierta o tapa para EQUIPOS debe traslapar la abertura y estar inclinada para drenar.

(B) Una abertura ubicada en la parte superior de la unidad de un EQUIPO, que está diseñada para uso con cubierta o tapa, se debe embridar al menos 5 milímetros hacia arriba (dos décimos de una pulgada).

(C) Salvo como se especifica según ¶ (D) de esta sección, las tuberías fijas, los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA, los ejes rotativos y otras piezas del equipo deben poseer una junta impermeable en el lugar donde el artículo entra al EQUIPO.

(D) Si no posee una junta impermeable:

(1) las tuberías, los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA, los ejes rotativos y otras piezas que se ubican en las aberturas se deben equipar con una plataforma diseñada para desviar la condensación, gotas y polvo que se dirigen de las aberturas a los ALIMENTOS ; y

(2) la abertura se debe embridar como se especifica según ¶ (B) de esta sección.

4-204.13 Protección de equipos dispensadores y alimentos.

En los EQUIPOS que dispensan o expenden ALIMENTOS líquidos o hielo sin ENVASAR se debe cumplir con lo siguiente:

(A) Las superficies del tubo de alimentación, del conducto, del orificio y de las salpicaduras que se encuentran directamente sobre el envase que recibe los ALIMENTOS, se deben diseñar de manera que las gotas provenientes de la condensación y de las salpicaduras se desvíen de la abertura del envase que recibe los ALIMENTOS. Dicho diseño puede incluir barreras, deflectores o plataformas de goteo.

(B) El tubo de alimentación, el conducto y el orificio se deben proteger del contacto manual por medio de pausas, por ejemplo.

(C) El tubo de alimentación o conducto, y el orificio de los EQUIPOS que se usan para expender ALIMENTOS líquidos o hielo sin ENVASAR a CONSUMIDORES de un sistema de autoservicio, se deben diseñar de manera que se encuentren protegidos del polvo, los insectos, los roedores y otros tipos de contaminación. Esto se realiza mediante una puerta de cierre automático si el EQUIPO está:

(1) ubicado en una zona del exterior que no ofrece de ninguna otra manera la protección que entrega un recinto contra la lluvia, residuos llevados por el viento, insectos, roedores y otros contaminantes que se encuentran en el ambiente; o

(2) disponible para autoservicio durante horas en las que no se encuentra bajo la total supervisión de un empleado que manipula alimentos.

(D) Tanto la palanca accionadora del EQUIPO o mecanismo dispensador como el dispositivo de rellenado del EQUIPO dispensador de bebidas para el CONSUMIDOR de un sistema de autoservicio, se deben diseñar de manera que eviten tocar la zona de contacto labial de los vasos o tazas que se rellenan.

(E) Los EQUIPOS dispensadores en los que se mantienen ALIMENTOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS (CONTROL DE TIEMPO Y TEMPERATURA POR LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS) en forma de líquido homogéneo fuera de los requisitos de control de temperatura, como se especifica según §3-501.16(A), deben:

(1) estar específicamente diseñados y equipados para mantener la esterilidad comercial de los ALIMENTOS ENVASADOS de manera aséptica en forma de líquido homogéneo con una duración específica, desde el momento de abertura del ENVASE dentro del EQUIPO; ^P y

(2) cumplir con los requisitos de este equipo como se especifica en *NSF/ANSI 18-2006-Equipos manuales dispensadores de alimentos y bebidas (Manual Food and Beverage Dispensing Equipment)*. ^P

4-204.14 Plataforma de cierre de la máquina expendedora.

El compartimento dispensador de una MÁQUINA EXPENDEDORA, como por ejemplo una máquina que se diseñó para expender refrigerios ya ENVASADOS que no son POTENCIALMENTE PELIGROSOS (CONTROL DE TIEMPO Y TEMPERATURA POR LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS) tales como papas fritas, mezclas de cereales y frutos secos, y *pretzels*, debe estar equipado con una puerta de cierre automático o una cubierta si la máquina tiene las siguientes características:

(A) Está ubicada en una zona del exterior que no ofrece de ninguna otra manera la protección que entrega un recinto contra la lluvia, residuos llevados por el viento, insectos, roedores y otros contaminantes que se encuentran en el ambiente.

(B) Está disponible para autoservicio durante horas en las que no se encuentra bajo la total supervisión de un EMPLEADO QUE MANIPULA ALIMENTOS.

4-204.15 Cojinetes y cajas de cambio a prueba de filtraciones.

Los EQUIPOS que contienen cojinetes y cajas de cambios que necesitan lubricantes, se deben diseñar y construir de manera que el lubricante no se filtre, gotee ni se dirija obligatoriamente a los alimentos o a las SUPERFICIES QUE TIENEN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS.

4-204.16 Separación de las tuberías de las bebidas.

Salvo la placas frías que se construyen completamente con un depósito de almacenamiento de hielo, las tuberías de las bebidas y los dispositivos de enfriamiento de bebidas por medio de placas frías no se pueden instalar en contacto con hielo almacenado.

4-204.17 Separación de desagües de unidades de hielo.

Los ductos de desagüe de residuos líquidos no pueden pasar a través de una máquina de hielo o un depósito de almacenamiento de hielo.

4-204.18 Separación de la unidad condensadora.

Si una unidad condensadora es un componente integral de un EQUIPO, dicha unidad se debe separar de los ALIMENTOS y de la zona de almacenamiento de ALIMENTOS por medio de una barrera a prueba de polvo.

4-204.19 Abrelatas en máquinas expendedoras.

Las piezas cortantes o perforadoras de los abrelatas que se encuentran en MÁQUINAS EXPENDEDORAS se deben proteger del contacto manual, el polvo, los insectos, los roedores y otros tipos de contaminación.

4-204.110 Tanques de moluscos.

(A) Salvo como se especifica según ¶ (B) de esta sección, los tanques de exhibición con sistema de soporte vital para los MOLUSCOS no se pueden usar para almacenar ni exhibir mariscos que se ofrecen para el consumo humano; esto se debe marcar claramente de modo que sea obvio para el CONSUMIDOR que los mariscos se encuentran solo en exhibición.^P

(B) los acuarios con sistema de soporte vital para MOLUSCOS que se usan para almacenar o exhibir los mariscos que se ofrecen para consumo humano, se deben manejar y mantener de acuerdo con un PERMISO DE DESVIACIÓN otorgado por la AUTORIDAD REGULADORA como se especifica en § 8-103.10 y en un plan HACCP que:^{Pf}

(1) debe ser emitido por el TITULAR DEL PERMISO y APROBADO como se especifica según § 8103,11;^{Pf} y

(2) garantice que:

(a) el agua usada con los PESCADOS diferente a la de los MOLUSCOS, no entre al acuario;^{Pf}

(b) no se comprometa la seguridad y calidad original de los mariscos por el uso del acuario;^{Pf} y

(c) la identidad de la fuente de los MARISCOS CON CONCHAS se retenga como se especifica según § 3-203.12.^{Pf}

4-204.111 Apagado automático de máquinas expendedoras.

(A) Las máquinas que expenden ALIMENTOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS (CONTROL DE TIEMPO Y TEMPERATURA POR LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS) deben tener un control automático que evite que la máquina venda ALIMENTOS si:

(1) hay una interrupción en el suministro eléctrico, falla mecánica u otro problema que ocasione que la temperatura interna de la máquina no pueda mantener los ALIMENTOS como se especifica según el Capítulo 3;^P y

(2) si se produce algún problema que se especifica según el subpárrafo (A)(1) de esta sección, hasta que se repare y repongan con ALIMENTOS mantenidos a temperaturas que se especifican según el Capítulo 3.^P

(B) Cuando se activa el apagado automático de una máquina expendedora de ALIMENTOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS (CONTROL DE TIEMPO Y TEMPERATURA POR LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS):

(1) la temperatura ambiente en una máquina expendedora refrigerada no puede exceder los 5 °C (41 °F) por más de 30 minutos inmediatamente tras haberla repuesto, puesto en funcionamiento o abastecido;^P o

(2) la temperatura ambiente en una máquina expendedora de mantenimiento en caliente no puede exceder los 57 °C (135 °F) por más de 120 minutos inmediatamente tras haberla repuesto, puesto en funcionamiento o abastecido.^P

4-204.112 Dispositivos de medición de la temperatura.

(A) En una unidad refrigerada mecánicamente o de mantenimiento caliente de ALIMENTOS, se debe ubicar el sensor del DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA, para medir la temperatura ambiente o la temperatura simulada de un producto, en la parte de mayor temperatura de una unidad refrigerada mecánicamente y en la parte de menor temperatura de una unidad de mantenimiento caliente de ALIMENTOS.

(B) Salvo como se especifica en ¶ (C) de esta sección, los EQUIPOS de mantenimiento en caliente y frío usados para los ALIMENTOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS (CONTROL DE TIEMPO Y TEMPERATURA POR LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS), deben estar diseñados y equipados para incluir al menos un DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA incorporado o fijo permanentemente y ubicado en una posición de fácil visión de la pantalla de la temperatura del dispositivo.

(C) El párrafo (B) de esta sección no se aplica a EQUIPOS para los que la ubicación de un DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA no es un medio práctico para medir la temperatura ambiente que rodea los ALIMENTOS, ya sea por el diseño, tipo y uso de los EQUIPOS; tal como los alambres de gran resistencia eléctrica, lámparas caloríficas, placas frías, cacerolas para baño maría, tablas de vapor, armarios para transportar comidas por separado y barras de ensaladas.

(D) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA deben estar diseñados para leerse fácilmente.

(E) Los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA y los DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA del agua en las máquinas LAVAVAJILLAS deben tener una escala numérica, registros impresos o lector digital en incrementos no mayores a 1 °C o 2 °F en el rango previsto para usar.^{Pf}

4-204.113 Especificaciones del funcionamiento de la placa de datos de las máquinas lavavajillas.

Las máquinas LAVAVAJILLAS deben tener una placa de datos de fácil acceso y lectura, adherida al lavavajillas por el fabricante, y debe indicar el diseño y las especificaciones de funcionamiento, entre las que se incluye:

(A) la temperatura requerida para lavar, enjuagar, y DESINFECTAR;

(B) la presión requerida para el enjuague DESINFECTANTE con agua dulce, *salvo que la máquina esté diseñada para usar sólo un enjuague DESINFECTANTE ayudado por bomba*; y

(C) la velocidad de la cinta para las máquinas con cinta transportadora o la duración del ciclo para los lavavajillas de cesta fija.

4-204.114 Deflectores internos en las máquinas lavavajillas.

Los estanques de lavado y enjuague de las máquinas LAVAVAJILLAS deben tener deflectores, cortinas u otros medios para minimizar la contaminación cruzada de las soluciones en dichos estanques.

4-204.115 Dispositivos de medición de temperatura en las máquinas lavavajillas.

Los lavavajillas deben tener un DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA que indique la temperatura del agua:

(A) en cada estanque de lavado y enjuague;^{Pf} y

(B) a medida que el agua entra al colector de enjuague final de DESINFECCIÓN con agua caliente o al estanque de solución DESINFECTANTE química.^{Pf}

4-204.116 Cestas, calentadores y equipos para el lavado de utensilios manual.

Si se usa agua caliente para DESINFECTAR en las operaciones manuales de lavado de utensilios, el compartimiento de DESINFECCIÓN del fregadero debe:

(A) estar diseñado con un calentador incorporado que pueda mantener el agua con una temperatura no menor a los 77 °C (171 °F);^{Pf} y

(B) tener una cesta o canasta que permita una inmersión total de los equipos y utensilios en agua caliente. ^{Pf}

4-204.117 Dispensador automático de detergentes y desinfectantes en las máquinas lavavajillas.

Las máquinas LAVAVAJILLAS que se instalan tras la adopción del Código por parte de la AUTORIDAD REGULADORA, deben:

(A) dispensar automáticamente detergentes y DESINFECTANTES; ^{Pf} e

(B) incorporar un medio visual para verificar que los detergentes y DESINFECTANTES se dispensaron o una alarma visual o sonora que indique cuando los detergentes y DESINFECTANTES no se dispensan en los respectivos ciclos de lavado y DESINFECCIÓN. ^{Pf}

4-204.118 Dispositivo de presión de flujo en las máquinas lavavajillas.

(A) Las máquinas LAVAVAJILLAS que tienen un enjuague DESINFECTANTE de agua caliente deben poseer un manómetro o un dispositivo, tal como un transductor, que mida y muestre la presión del agua en el ducto de suministro justo antes de ingresar al LAVAVAJILLAS; y

(B) si el dispositivo de medición de presión del flujo está corriente arriba de la válvula de control del enjuague DESINFECTANTE con agua caliente, el dispositivo debe estar montado en una válvula del tamaño de tubería de hierro (IPS, por sus siglas en inglés) de 6.4 milímetros o ¼ pulgada.

(C) *Los párrafos (A) y (B) de esta sección no se aplican a las máquinas que usan sólo un enjuague DESINFECTANTE por recirculación o ayudado por bomba.*

4-204.119 Autodrenaje de los fregaderos y escurrideros.

Los fregaderos y escurrideros de los fregaderos para el lavado de utensilios y las máquinas lavavajillas deben tener autodrenaje.

4-204.120 Drenaje en los compartimientos de los equipos.

Los compartimientos de los EQUIPOS; que están expuestos a la acumulación de humedad debido a la condensación, goteos de ALIMENTOS o BEBIDAS, o el derretimiento de hielo; deben estar inclinados hacia un desagüe para que se realice un drenaje completo.

4-204.121 Desechos líquidos en las máquinas expendedoras.

(A) Las MÁQUINAS EXPENDEDORAS diseñadas para almacenar BEBIDAS en ENVASES hechos de productos de papel, deben tener dispositivos de desviación y bandejas o sumideros de retención para los goteos de los envases.

(B) Las MÁQUINAS DISPENSADORAS que dispensan ALIMENTOS a granel deben:

(1) tener un receptáculo para desechos montado en el interior y en el cual se acumulen los goteos, derrames, rebases u otros desechos internos; y

(2) tener un dispositivo de apagado automático que detenga el funcionamiento de la máquina antes de que se rebalse el receptáculo de desechos.

(C) Los dispositivos que se especifican según el subpárrafo (B)(2) de esta sección, deben evitar que siga corriendo agua o ALIMENTOS líquidos en caso de haber una falla en un dispositivo de control del flujo en el sistema de agua o ALIMENTOS líquidos o una acumulación de desechos que pueda provocar un rebalse en el receptáculo de desechos.

4-204.122 Movilidad de los aparatos transportadores de lotes.

Los aparatos como las plataformas rodantes, pálets, estantes y plataformas que se usan para almacenar y transportar grandes cantidades de ALIMENTOS ENVASADOS en un lote envuelto, deben estar diseñados para moverlos a mano o con aparatos como las carretillas de mano y montacargas dispuestos convenientemente.

4-204.123 Puertas y aberturas de las máquinas expendedoras.

(A) Las puertas y las tapas de las aberturas de acceso de las MÁQUINAS EXPENDEDORAS para los ALIMENTOS y almacenamientos de envases, deben ser muy apretadas, de tal manera que el espacio de toda la superficie de contacto entre las puertas o tapas y el gabinete de la máquina (cuando las puertas o cubiertas estén cerradas) no sea mayor a 1.5 milímetro o 1/16 pulgada; lo que se logra:

(1) cubriendo con persianas, pantallas o materiales que proporcionen una abertura equivalente no mayor a 1.5 milímetro o 1/16 pulgada. Cernidos de malla 12 o superior, hasta 2.5 centímetros (malla 12 hasta 1 pulgada) cumplen este requerimiento;

(2) con un ensamblaje correcto;

(3) con superficies de contacto de al menos 13 milímetros o ½ pulgada de ancho; o

(4) jambas o superficies usadas para formar un acceso con forma de L a la superficie de contacto.

(B) Las aberturas de la conexión de servicio de las MÁQUINAS EXPENDEDORAS de la pared exterior de la máquina, deben estar cerradas con sellos, abrazaderas o arandelas para que las aberturas no sean mayores a 1.5 milímetros o 1/16 pulgada.

Aceptabilidad

4-205.10 Certificación y clasificación de los equipos de alimentos.

Los EQUIPOS DE ALIMENTOS que están certificados o clasificados para una desinfección por un programa de certificación acreditado del Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI, *American National Standards Institute*) deben cumplir las partes 4-1 y 4-2 de este capítulo.

ANEXO D

PLANOS

Anexo D03-001: Ensamblaje desmenuzadora

Anexo D03-101: Soporte motor 1

Anexo D03-102: Soporte motor 2

Anexo D03-103: Agarradera

Anexo D03-104: Cabecera

Anexo D03-105: L zona de desmenuzado

Anexo D03-106: Soporte chumacera

Anexo D03-107: Zona de desmenuzado

Anexo D03-002: Bancada banda transportadora

Anexo D03-201: Soporte bancada

Anexo D03-202: Soporte horizontal inferior 1

Anexo D03-203: Soporte horizontal inferior 2

Anexo D03-204: Eje

Anexo D03-205: Soporte motor

Anexo D03-206: Eje motor

Anexo D03-207: Soporte horizontal superior 2

Anexo D03-208: Soporte horizontal superior 1

Anexo D03-003: Ensamblaje tolva

Anexo D03-301: Superior tolva

Anexo D03-302: Soporte tolva

Anexo D03-004: Eje desmenuzador

Anexo D03-401: Eje interior

Anexo D03-402: Eje exterior

Anexo D03-403: Aspa

Anexo D03-005: Base

Anexo D03-501: Frontal

Anexo D03-502: Superior

Anexo D03-503: Posterior

Anexo D03-504: Inferior

Anexo D03-505: Tapa base

Anexo D03-006: Caja

Anexo D03-601: Base caja

Anexo D03-602: Agarradera caja

Anexo D03-603: Frente caja

Anexo D03-604: Posterior caja