



**Universidad Nacional de Córdoba**  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales  
Escuela de Ingeniería Industrial



**“Análisis, evaluación y rediseño de puesto de  
mantenimiento”**

**BARBERO, Emmanuel**



Proyecto Integrador  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



### **Dedicatoria**

Quiero dar las gracias a mi compañera de viaje, a toda mi familia, profesores y equipo de trabajo de JL S.A. que directa o indirectamente hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

Un especial agradecimiento al ingeniero Nicolas Namur, quién me acompañó en el desarrollo de este proyecto, brindado su apoyo y total compromiso.



## Resumen

El presente proyecto integrador aborda la problemática planteada por una empresa del rubro alimenticio, “JL-Productos alimenticios”, la cual se dedica al procesamiento y comercialización de maní. Debido a gran crecimiento del sector manisero “JL-Productos alimenticios” se vio en la necesidad de escalar su capacidad productiva a través de los años.

Para poder satisfacer esta creciente demanda, se adquirió equipamiento de proveedores internacionales y locales. Los últimos se diseñaron y manufacturaron siguiendo las especificaciones del personal de la empresa, dichos fabricantes carecían de experiencia en la manufactura de equipos industriales lo que significó que no se contemplen situaciones propias del funcionamiento de los equipos en su diseño.

Para el proceso de tostado de maní, se adquirió de un proveedor local un fastuoso horno el cual no posee un sistema de limpieza incorporado. Esta situación obliga al personal de mantenimiento a realizar una limpieza manual del equipo, lo que implica, detener el mismo y retrasar el plan maestro de producción.

Este proyecto inicia con un estudio de puesto y de costos para el puesto encargado del mantenimiento del ya mencionado horno. Luego se propone el diseño de un equipo para realizar las tareas de manera automatizada. Se respalda con diversos estudios financieros la decisión de invertir en la construcción e implementación del equipo. Por último, se genera la documentación que define el nuevo puesto de mantenimiento, definiendo también estándares de mantenimiento para el equipo de limpieza propuesto.

La metodología que se utilizó para este proyecto implicó una investigación exploratoria de la situación con un enfoque cualitativo. Se demuestra que los beneficios de implementar un sistema automático de limpieza supera ampliamente sus costos.



## Abstract

This integrating project addresses the problem raised by a company in the food sector, "JL-Productos Alimenticios", which is dedicated to the processing and marketing of peanuts.

Due to the great growth of the peanut sector "JL-Food Products" it was necessary to scale its productive capacity over the years.

In order to meet this growing demand, equipment was purchased from international and local suppliers. The latter were designed and manufactured following the specifications of the company personnel without experience in the field, this meant that situations inherent to the operation of the equipment were not considered in their design.

For the peanut roasting process, a lavish oven was purchased from a local supplier which does not have a built-in cleaning system. This situation forces the maintenance staff to perform a manual cleaning of the equipment, which implies stopping it and delaying the master production plan.

This project begins with a job and cost study for the job in charge of maintaining the aforementioned furnace.

Then the design of a team is proposed to carry out the tasks in an automated way.

The decision to invest in the construction and implementation of the equipment is supported by various financial studies.

Finally, the documentation that defines the new maintenance position is generated, also defining maintenance standards for the proposed cleaning equipment.

The methodology used for this project implied an exploratory investigation of the situation with a qualitative approach.

The benefits of implementing an automatic cleaning system are shown to far outweigh its costs.



## ÍNDICE

Dedicatoria .....	2
Resumen .....	3
Abstract .....	4
ÍNDICE .....	5
Índice de Imágenes .....	9
Índice de Tablas .....	12
Capítulo 1. Introducción .....	13
1.1 Contexto.....	13
1.2 Situación Problemática.....	15
1.3 Objetivo General .....	15
1.4 Objetivos Particulares .....	16
Capítulo 2. Presentación y Diagnóstico de la Organización. ....	17
2.1 Descripción del Tipo de Empresa.....	17
2.2 Características Generales .....	18
2.3 Estructura Organizacional de la Empresa JL.....	26
2.4 Estructura Informal de la Empresa JL.....	26
2.5 Proceso Productivo .....	27
2.6 Productos Principales.....	28
2.7 Información de Mercado.....	30
2.8 Sistemas de Control.....	30
Capítulo 3. Marco Teórico y Metodológico .....	37
3.1 La Metodología .....	37
3.2 Datos Relevados.....	37
3.3 Justificación y Delimitación del Trabajo.....	38
3.4 Plan del Proyecto .....	38



3.5	Herramientas Metodológicas.....	40
	Análisis del Proceso con Método 5M .....	40
	Método Árbol de Causas.....	41
	Estudio de método en los puestos de trabajo.....	43
	Metodología de Estudio de Puestos de Trabajo.....	44
	Cursogramas .....	45
	Diagramas .....	46
	Ficha Técnica del Puesto.....	46
	Metodología para el Estudio de Costos de la Fabricación.....	47
	El Proceso de Toma de Decisiones Económicas .....	49
	<i>Identificación de Beneficios del Proyecto</i> .....	50
	<i>Flujo de Fondos</i> .....	50
	<i>Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)</i> .....	50
	<i>Valor Presente Neto (VPN)</i> .....	51
	<i>Tasa Interna de Rendimiento (TIR)</i> .....	52
	<i>Periodo de Recuperación de la Inversión PRI</i> .....	52
Capítulo 4.	Determinación de Criticidad.....	54
4.1	Descripción del Problema.....	54
4.2	Descripción y Elementos del Proceso de Horneado .....	55
4.3	Estudio 5M .....	57
4.4	Puntos Críticos del Proceso .....	58
4.5	Estudio con Árbol de Causas .....	59
Capítulo 5.	Análisis de Método del Puesto de Mantenimiento.....	61
5.1	Definición del puesto de mantenimiento: Ejecución del Estudio .....	61
5.2	Definición del puesto de mantenimiento: Descripción general.....	61
5.3	Definición del puesto de mantenimiento: Análisis del puesto.....	62



5.4	Cursogramas.....	62
5.5	Diagramas.....	67
5.6	Ficha Técnica del Puesto .....	79
Capítulo 6.	Desarrollo de Automatismo.....	83
6.1	Desarrollo del Modelo Computacional.....	83
6.2	Boquillas de Aire Comprimido .....	86
6.3	Componentes del Equipo de limpieza .....	89
6.4	Automatismo Limpiador de Cinta Transportadora.....	94
6.5	Circuito y Componentes Neumáticos.....	97
Capítulo 7.	Estudios de Costos.....	107
7.1	Estudio de Costos de la Fabricación del Equipo.....	107
7.2	Costo de Transformación .....	109
7.3	Costo de Producción .....	112
7.4	Costo de Funcionamiento.....	113
Capítulo 8.	Ingeniería Económica .....	114
8.1	El Proceso de Toma de Decisiones Económicas.....	114
8.2	Identificación de Beneficios del Proyecto .....	114
8.3	Flujo de Fondos .....	115
8.4	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).....	116
8.5	Valor Presente Neto (VPN) .....	117
8.6	Tasa Interna de Rendimiento (TIR) .....	118
8.7	Periodo de Recuperación de la Inversión PRI .....	119
Capítulo 9.	Rediseño del Puesto de Mantenimiento.....	121
9.1	Método Perfeccionado .....	121
9.2	Mantenimiento del Automatismo .....	122
9.3	Subproceso de Mantenimiento del Automatismo.....	125



Proyecto Integrador  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



9.4	Cursogramas.....	127
9.5	Evaluación del Nuevo Método.....	130
Capítulo 10.	Conclusiones .....	133
Glosario, Definiciones y Siglas	.....	135
Referencias	.....	137
ANEXO I: Diagramas de Flujo	.....	139





## Índice de Imágenes

Imagen 1.1: Proceso de Lorenzati Ruetsch. ....	14
Imagen 1.2: Procesos en JL S.A. ....	15
Imagen 2.1: Mapa de la localidad de Ticino (GOOGLE Inc., s.f.).....	17
Imagen 2.2: Organigrama JL. (mejorar gráfico, no se lee bien) .....	20
Imagen 2.3: Partes de una organización. (MINTZBERG, 1993).....	22
Imagen 2.4: Cambio de Estructura. (MINTZBERG, 1993) .....	26
Imagen 2.5: Vista aérea de la planta. (GOOGLE Inc., s.f.) .....	28
Imagen 2.6: Pasta de maní JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	28
Imagen 2.7: Maní tostado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	29
Imagen 2.8: Maní cubeteado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	29
Imagen 2.9: Maní frito JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	29
Imagen 2.10: Maní engomado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	29
Imagen 2.11: Maní crocante JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	29
Imagen 2.12: Maní garrapiñada JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.).....	30
Imagen 2.13: Determinación de puntos críticos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.) .....	34
Imagen 4.1: Horno túnel en el sector de "Tostado" de la planta de JL.....	54
Imagen 4.2: Detalle de la cinta transportadora del horno túnel. ....	55
Imagen 4.3: Diagrama del horno túnel y sus elementos. ....	56
Imagen 5.3: Cursograma sinóptico del proceso de mantenimiento anual del horno.....	63
Imagen 6.1: Vistas del ingreso del horno.....	83
Imagen 6.2: Modelo digital del horno túnel—Vista en perspectiva. ....	84
Imagen 6.3: Modelo digital horno túnel - Vista lateral. ....	84
Imagen 6.4:Modelo digital del horno túnel—Vista en frontal. ....	85
Imagen 6.5:Modelo digital del eslabón de la cadena.—Vista en perspectiva. ....	85
Imagen 6.6: Principio de acción de las boquillas. (EXAIR, s.f.).....	87
Imagen 6.7: Boquilla Micro. (EXAIR, s.f.).....	87
Imagen 6.8: Modelo digital de la boquilla.....	88
Imagen 6.9: Cono de acción del aire comprimido .....	88
Imagen 6.10: Componentes del carro.....	89
Imagen 6.11: Carro.....	89



Imagen 6.12: Componentes del carro.....	89
Imagen 6.13: Conjunto expulsor de aire comprimido--Vista en perspectiva.....	90
Imagen 6.14:Conjunto expulsor de aire comprimido--Vista explosionada.....	90
Imagen 6.15: Múltiple expulsor de aire comprimido-- Vistas fundamentales.....	91
Imagen 6.16: Perfil "C".....	91
Imagen 6.17:Perfil "C"--Vista superior.....	92
Imagen 6.18: Varillas de transmisión.....	92
Imagen 6.19: Puente.....	92
Imagen 6.20: Soportes del puente.....	93
Imagen 6.21:Soportes del puente—Dimensiones.....	93
Imagen 6.22:Conector cilindro neumático-carro—Perspectiva.....	93
Imagen 6.23: Conector cilindro neumático-carro.....	94
Imagen 6.24: Instalación del automatismo en el horno.....	95
Imagen 6.25: Puente del automatismo montado sobre sus soportes.....	95
Imagen 6.26:Ensamble de soportes, puente y cilindro neumático.....	95
Imagen 6.27:Ensamble de soportes, puente y cilindro neumático-Perspectiva.....	96
Imagen 6.28: Conjunto móvil del automatismo.....	96
Imagen 6.29: Vástago que conecta el cilindro con el conjunto móvil.....	96
Imagen 6.30: Automatismo de limpieza.....	97
Imagen 6.31: Circuito neumático y sus elementos.....	97
Imagen 6.32: Actuador neumático. (FESTO Didactics).....	99
Imagen 6.33:Actuador neumático-Símbolo. (FESTO Didactics).....	99
Imagen 6.34:Actuador neumático-Corte transversal. (FESTO Didactics).....	99
Imagen 6.35: Tabla para selección del cilindro neumático. (FESTO Didactics).....	101
Imagen 6.36: Tabla de relaciones entre diámetros y carreras. (FESTO Didactics).....	101
Imagen 6.37: Unidad de mantenimiento—Símbolo. (FESTO Didactics).....	102
Imagen 6.38:Unidad de mantenimiento--Corte transversal. (FESTO Didactics).....	102
Imagen 6.39: Símbolo de válvula 5/2. (FESTO Didactics).....	102
Imagen 6.40: Válvula 5/2--Corte transversal. (FESTO Didactics).....	103
Imagen 6.41: Silenciador-Símbolo. (FESTO Didactics).....	103
Imagen 6.42: Silenciador--Corte transversal. (FESTO Didactics).....	103
Imagen 6.43: Sensor de fin de carrera--Símbolo. (FESTO Didactics).....	103
Imagen 6.44: Sensor de fin de carrera--Corte transversal. (FESTO Didactics).....	104



Imagen 6.45: Válvula de caudal-Símbolo. (FESTO Didactics).....	104
Imagen 6.46: Válvula de caudal--Corte transversal. (FESTO Didactics).....	104
Imagen 6.47:Válvula con enclave 3/2--Símbolo. (FESTO Didactics) .....	104
Imagen 6.48: Consumo de aire por centímetro de carrera. (FESTO Didactics) .....	105
Imagen 8.1: Proyección de inflación de los Estados Unidos. (FERNÁNDEZ, 2021) ....	117
Imagen 9.1: Sectores de trabajo en el horno. ....	121
Imagen 9.2: Criterio de criticidad para diferentes departamentos. (GARRIDO, 2003)..	123
Imagen 9.3: Diagrama de flujo de tareas. ....	126



## Índice de Tablas

Tabla 2.1: Personal de JL S.A. ....	19
Tabla 5.1: Cursograma analítico del operador. Semestral. Hoja 1. ....	65
Tabla 5.2: Cursograma analítico del operador. Semestral. Hoja 2. ....	66
Tabla 5.3: Cursograma analítico del operador. Semanal. ....	67
Tabla 5.4: Actividades y símbolos de las tareas de mantenimiento semestral. ....	68
Tabla 6.1: Características de la boquilla Micro. ....	87
Tabla 7.1: Costo de materia prima. ....	108
Tabla 7.2: Cargas fabriles de la manufactura del automatismo. ....	111
Tabla 7.3: Mano de obra y cargas fabriles en la manufactura del automatismo. ....	112
Tabla 7.4: Costo de producción del automatismo. ....	112
Tabla 7.5: Características del compresor que abastece al sector "Horneado". ....	113
Tabla 8.1: Flujo de fondos del proyecto de construcción del automatismo. ....	116
Tabla 8.2: Flujo de fondos del proyecto considerando VPN. ....	118
Tabla 8.3: Flujo de fondos del proyecto considerando VPN y TIR. ....	119
Tabla 8.4: Perfil de liquidez del proyecto de construcción del automatismo. ....	120
Tabla 9.1: Actividades en zona "B". ....	122
Tabla 9.2: Actividades en zona "A". ....	122
Tabla 9.3: Ficha del equipo. ....	123
Tabla 9.4: Estándar de mantenimiento. ....	125
Tabla 9.5: Mantenimiento sistémico del automatismo. ....	127
Tabla 9.6: Cursograma analítico ANUAL-Hoja 1. ....	128
Tabla 9.7: Cursograma analítico ANUAL-Hoja 2. ....	129
Tabla 9.8: Cursograma analítico SEMANAL-Sin subproceso de mantenimiento. ....	129
Tabla 9.9: Cursograma analítico SEMANAL-Con subproceso de mantenimiento. ....	130
Tabla 9.10: Tabla de ponderación y puntuación para evaluación de método. (Organización internacional del trabajo, 2000) .....	132



## Capítulo 1. Introducción

### 1.1 Contexto

El Sector Agroindustrial Manisero (SAM) está radicado principalmente en la provincia de Córdoba y constituye una economía regional dedicada casi exclusivamente a la exportación, ya que exporta el 95% de su producción. El SAM está compuesto por 25 empresas entre las cuales hay Pymes, cooperativas de capitales nacionales y 2 empresas de capitales extranjeros.

El clúster manisero involucra cerca de 12.000 puestos de trabajo, directos e indirectos. Hay cientos de puestos de trabajo dependientes de sectores vinculados casi exclusivamente con la producción manisera en los sectores de producción y comercialización de fitosanitarios, fabricación de equipos y maquinaria agrícola e industrial específica, laboratorios de control de calidad y certificación de cargas, empresas de servicios de aseguramiento y certificación de la calidad de los productos y procesos, compañías de transporte marítimo y multimodal de cargas, asesores de ingeniería y tecnología agro-industrial para maní, equipos y profesionales de la investigación científica y tecnológica, empresas de construcción, y diversos servicios de comunicaciones e informática que brindan su apoyo al sector agroindustrial manisero. (Cámara Argentina de Maní, 2014)

La denominación “Maní de Córdoba – Certificación de Origen” (Ley Provincial 10.094/12) es un sello de la más alta calidad, según los más rigurosos estándares internacionales. Sus atributos hacen del “maní de Córdoba” (MC) un producto sumamente atractivo para los consumidores, de alta calidad y valores nutricionales superlativos. El sello MC fue lanzado al mercado internacional en 2007 y desde entonces ha ganado un extraordinario reconocimiento entre los consumidores más exigentes del mundo. MC se ha transformado en sinónimo de un producto libre de contaminantes químicos y biológicos, y que posee una composición química y nutricional específica e inherente a su procedencia geográfica. Esencialmente el sello MC brinda garantías de un producto cultivado bajo normas de aseguramiento de la calidad y sustentabilidad social, ambiental y económica como las Buenas Prácticas Agrícolas. (Cámara Argentina de Maní, 2014)

En los últimos años, el sector industrial manisero hizo fuertes inversiones en la producción agrícola y en las plantas procesadoras, que cuentan con tecnología de última generación y están entre las más modernas del mundo. Así también, desde hace años las



firmas maniseras vienen destinando considerables sumas para el desarrollo de investigación científica en temas relacionados con el cultivo y la industrialización del maní.

El clúster manisero es el único donde los productores primarios están integrados eficazmente a la industria y a la exportación. Los productores maniseros están asociados en cooperativas que, a su vez, poseen sus propias plantas industriales y sus propias operaciones de exportación; o bien mantienen convenios asociativos con las empresas industriales. (Cámara Argentina de Maní, 2014)

En este contexto desarrolla sus actividades la empresa "JL Productos alimenticios." (JL) la cual lleva 22 años de actividad. Ubicada en la localidad de Ticino, Córdoba, elabora una gran variedad de productos a base de maní para la industria y el consumidor final. Su empresa matriz es LORENZATI RUETSCH Y CIA. S.A. la cual es su proveedor exclusivo de maní y aliado estratégico en el mercado manisero internacional.

La empresa posee una moderna planta de 18.000m<sup>2</sup>, con capacidad instalada de producción anual de 20.000Tn y 114 empleados de la localidad y la región. A través de los años se ha logrado una creciente especialización en los puestos operativos, la estandarización de los procesos de trabajo y un aumento gradual de la eficiencia de sus procesos productivos.

El principal mercado de la producción es el internacional, llevando sus productos a más de 50 países en los 5 continentes. (JL Productos Alimenticios, s.f.)

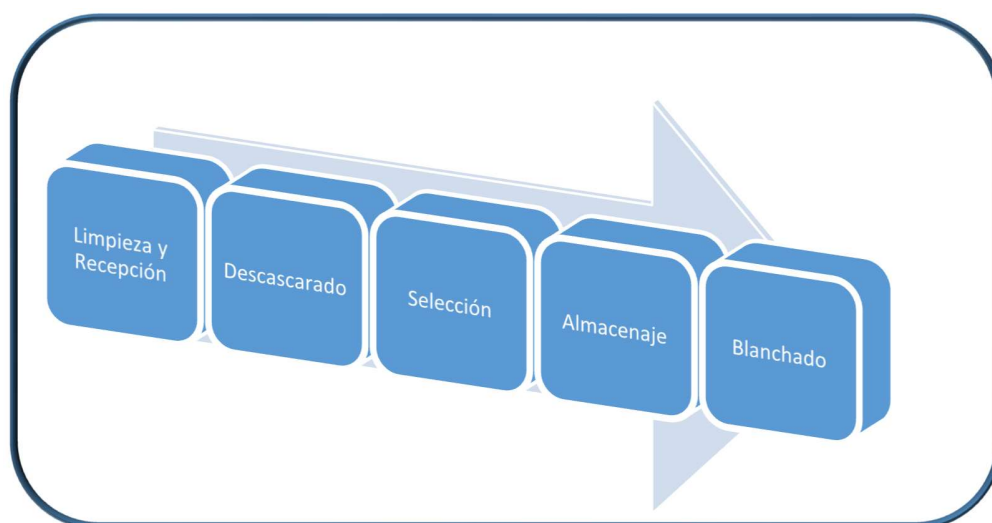


Imagen 1.1: Proceso de Lorenzati Ruetsch.

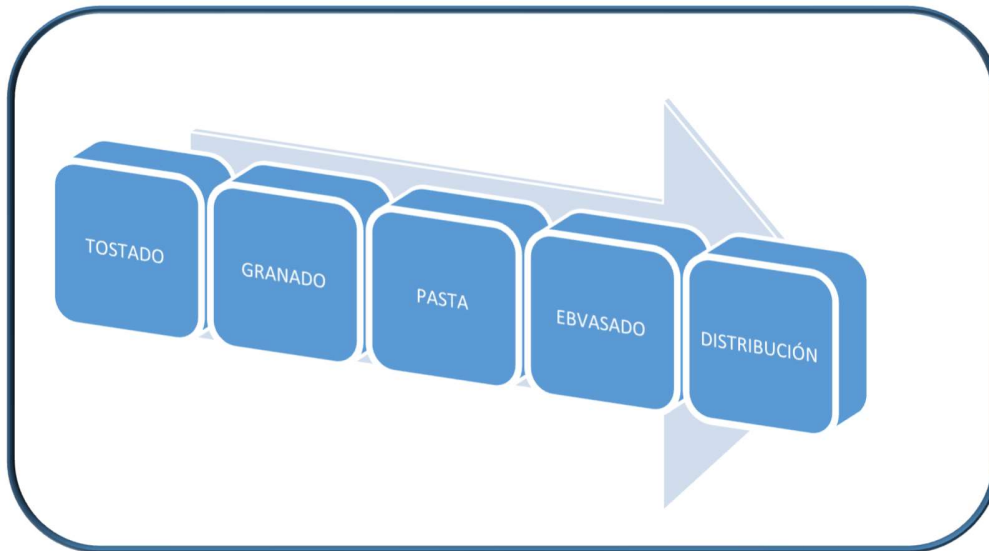


Imagen 1.2: Procesos en JL S.A.

## 1.2 Situación Problemática

El proceso de tostado de los granos de maní se realiza en un horno de régimen continuo de 32 [m] de longitud, en este, una cinta transportadora metálica se traslada a una velocidad de 60 [cm/min] dentro de una cámara de cocción a 160°C.

En el proceso de cocción se generan residuos grasos, los que, debido a las altas temperaturas, quedan adheridos en los eslabones de la cinta transportadora del horno. Esto afecta la circulación de aire caliente en el interior del horno, generando una cocción no uniforme, incendios en la en el interior del equipo y emisiones gaseosas no deseadas, contribuyendo a la aleatoriedad en las características físicas del producto final.

Se plantea la necesidad de analizar, evaluar y, de ser necesario, rediseñar el puesto que realiza el mantenimiento del horno de tostado de maní. El objetivo es minimizar las paradas de horno o alarmas que emitan sus sensores.

## 1.3 Objetivo General

Analizar, evaluar y rediseñar las tareas en el puesto de mantenimiento del “horno JL” en la empresa JL S.A., para reducir a un mínimo las paradas o alarmas emitidas por el horno.



#### 1.4 Objetivos Particulares

- a) Definir de causa raíz del problema.
- b) Análisis del puesto que hace mantenimiento del horno túnel en JL S.A.
- c) Estudiar el método en el puesto de mantenimiento.
- d) Definir el puesto mediante su ficha.
- e) Diseñar un automatismo de limpieza.
- f) Estudiar los costos de la construcción y funcionamiento del automatismo.
- g) Estudiar la viabilidad de la inversión y el perfil de recupero de fondos.
- h) Redefinir tareas del puesto de mantenimiento del horno.
- i) Comparar situación actual con situación propuesta.





## Capítulo 2. Presentación y Diagnóstico de la Organización.

### 2.1 Descripción del Tipo de Empresa

Una empresa es una unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos. JL Productos alimenticios es una sociedad anónima (SA) que desarrolla sus actividades en el sector alimenticio. Su actividad principal consiste en procesar maní con el fin de generar diversos productos aptos para el consumo humano, por esto se puede clasificar como una organización de tipo industrial y manufacturera. JL se creó con capital privado y a partir de su empresa matriz “Lorenzati Ruetsch maní”, la cual desarrolla sus actividades en eslabones anteriores de la cadena de valor manisera.

La organización se encuentra ubicada en la localidad de Ticino, en la provincia de Córdoba. Ticino es una localidad situada en el departamento General San Martín, está compuesta por 2188 habitantes y se encuentra situada sobre la Ruta Provincial 6 (Córdoba), a 190 km de la Ciudad de Córdoba, aproximadamente. La principal actividad económica es la agricultura seguida por ganadería, siendo los principales cultivos la soja, el maíz y el maní.

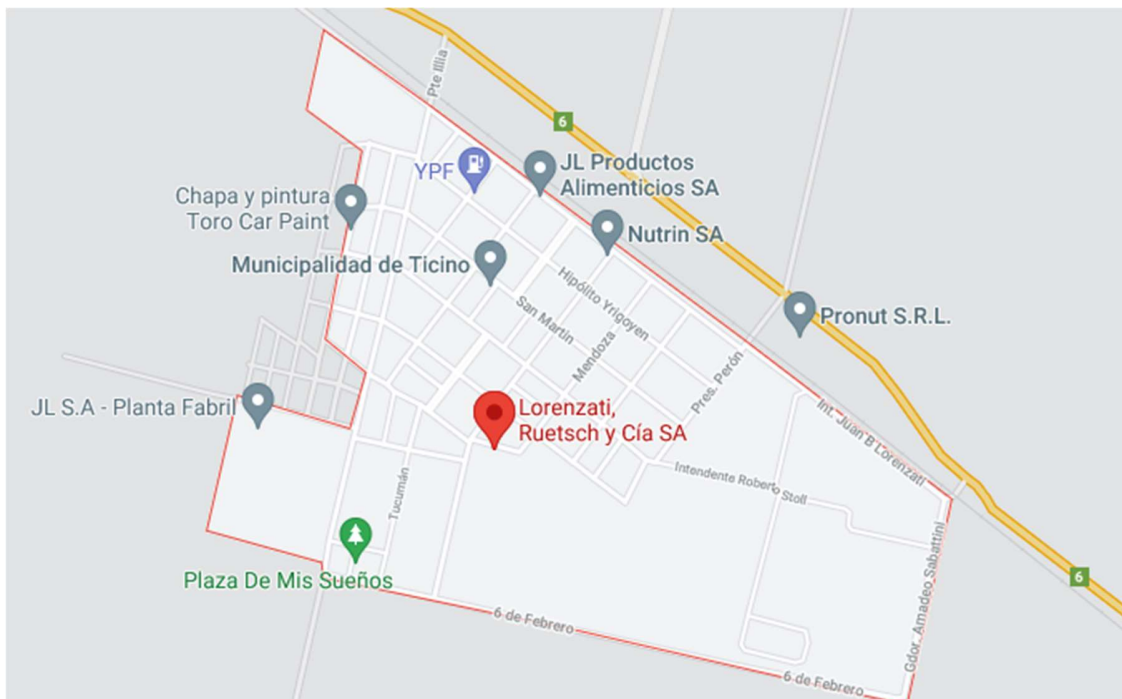


Imagen 2.1: Mapa de la localidad de Ticino (GOOGLE Inc., s.f.)



La estrategia definida para la localización fue crear una planta orientada al proceso, es por ello que la misma se encuentra cerca de su único proveedor de materia prima.

## **2.2 Características Generales**

La empresa posee un total de 114 colaboradores, lo que la define como una empresa mediana. Su ámbito de actuación principal es el internacional, teniendo un pobre desarrollo del ámbito regional y casi nulo del ámbito nacional.

La empresa posee una moderna planta de 18.000m<sup>2</sup>, con capacidad instalada de producción anual de 20.000Tn.

Productos ofrecidos: todos los productos son elaborados a partir del maní blanchado, el cual es el maní que ha sido descascarado y se le ha removido la piel que recubre la semilla.

- ❖ Pasta de maní: mantequilla, crema o manteca de maní es una pasta elaborada a partir de maní tostados y molidos, aceites, sal, azúcares y aditivos.
- ❖ Maní tostado: maní blanchado cocido en horno, sin aceite. Entero y partido, con y sin piel, salado - sin sal o saborizado
- ❖ Maní cubeteado: tostado molido con y sin caramelizado.
- ❖ Maní frito: maní blanchado, cocido en inmersión de aceite hirviendo. Entero o partido, con y sin piel.
- ❖ Maní engomado: recubierto con harinas con y sin saborizantes cocido en horno. También neutro para cobertura de chocolate
- ❖ Maní crocante: Saborizado y crocante para snacks
- ❖ Maní garrapiñada: snack dulce elaborado con maní pelado, azúcar y esencias. El almíbar resultante del proceso de cocción, se reduce hasta crear el fenómeno llamado “de inversión del azúcar”.

### **2.2.1 Estructura formal de la empresa**

La estructura de una organización puede definirse como el conjunto de todas las formas en las que se divide el trabajo en tareas distintas, consiguiendo luego la coordinación de las mismas para cumplir con su objetivo final. (FREIVALDS, 2001)



La estructura formal de la empresa está definida por su organigrama, en este se puede apreciar que hay relaciones jerárquicas bien definidas y, simultáneamente, vinculantes por las funciones de los puestos

PUESTO	PERSONAS
Gerencia	1
Vice-gerencia	1
Dirección técnica	1
Dirección de producción	1
Dirección de materia prima	1
Dirección de taller	1
Jefes de área	6
Supervisores de área	8
Laboratoristas	8
Vendedores	10
Administrativos	10
Analistas BPM	5
Microbiólogos	2
Operadores	53
Serenos	6

Tabla 2.1: Personal de JL S.A.

Henry Mintzberg, indica que los elementos de la estructura son las distintas maneras de dividir el trabajo y coordinar las tareas y que deben ser seleccionados para lograr tanto una consistencia interna, como una consistencia básica con la situación externa de la organización.

### 2.2.2 Organigrama de la empresa

El organigrama es un modelo de representación simplificada de la estructura formal de la empresa, muestra la distribución de actividades, relaciones de dependencia, líneas de comunicación, asignación de responsabilidades, entre otras cosas. Permite una rápida visualización de algunos aspectos formales importantes, pero muestra sólo algunas relaciones en el nivel de la organización formal y ninguna en la organización informal.

Es una fuente autorizada de consulta con fines de información, indica la relación de jerarquía y niveles de las diferentes unidades de la empresa. Esto facilita al personal el conocimiento de su ubicación y relaciones dentro de la organización. (MINTZBERG, 1993)



La empresa JL S.A. no contaba con un organigrama formal al momento de la realización de este proyecto, se procedió a la elaboración del mismo definiendo relaciones y jerarquías a través de entrevistas.

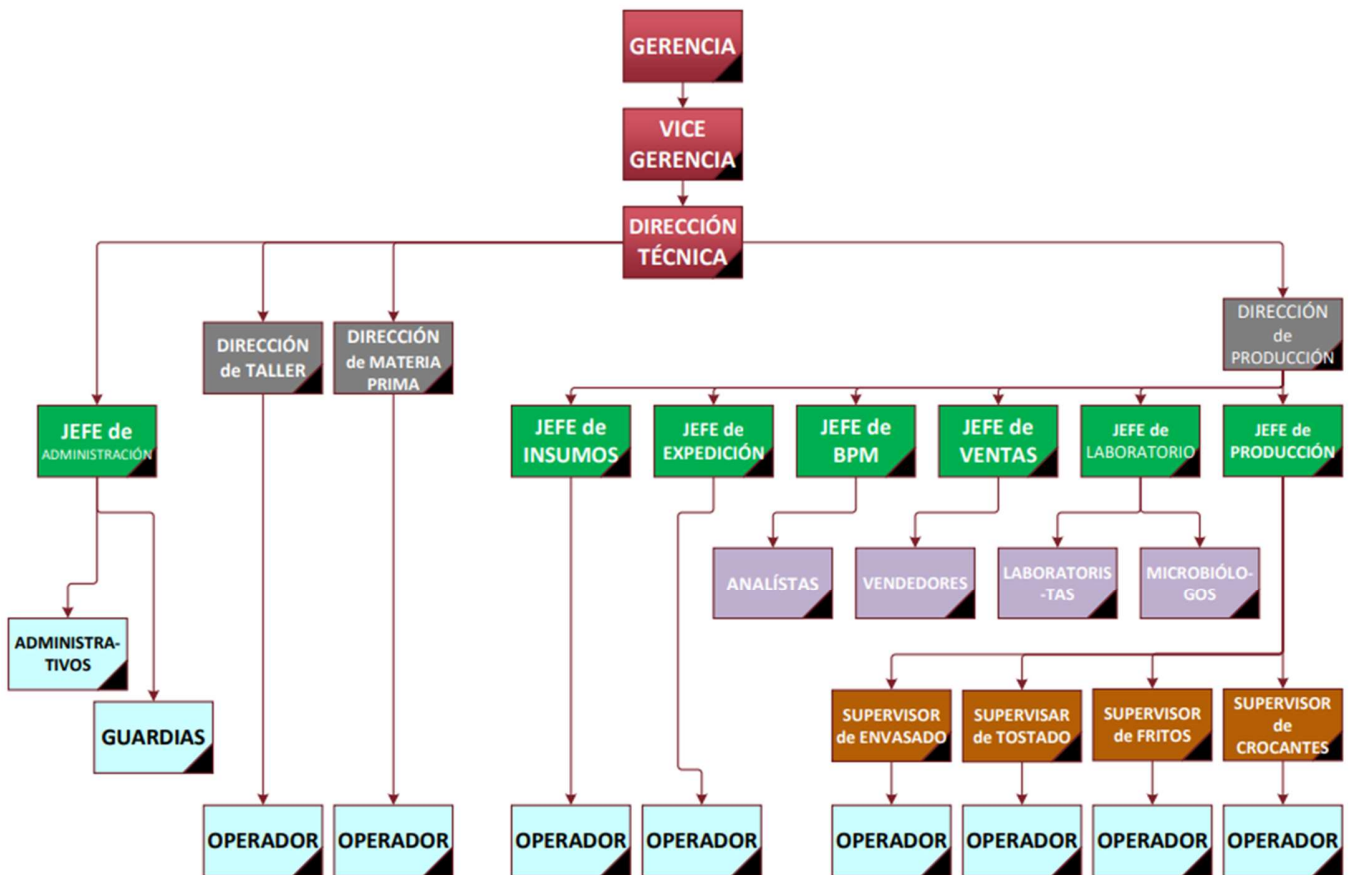


Imagen 2.2: Organigrama JL.

### 2.2.3 Influencia del entorno en la organización y ejes de trabajo

Toda organización tiene un ambiente interno, un ambiente externo específico inmediato a ella y un ambiente externo general.

Ambiente externo general: es la situación económica, política, aspectos, situación socio-económica general. En el caso de JL S.A. su ambiente externo general es favorable a la organización: es un sector próspero, existen leyes que fomentan la actividad y cuentan con nivel local e internacional.



Ambiente externo específico: el mercado manisero es uno muy competitivo, tanto a nivel local como internacional, pero el sector cuenta con el respaldo del estado, que lo favorece a través de diversos mecanismos para fomentar su crecimiento.

Ambiente interno: al ser una organización mediana, este aspecto es muy influyente. La dirección tiene presente la importancia de la empresa en el desarrollo del pueblo y a través de diversos programas mantiene un rol activo en la sociedad. Esto genera un sentido de pertenencia diferenciador en sus colaboradores.

#### **2.2.4 Mecanismos de coordinación**

La estructura de una organización está constituida por las distintas tareas que, coordinadas, conllevan al resultado final. La coordinación de dichas tareas implica el uso de mecanismos que afectan tanto a la comunicación y control como a sincronización de actividades. (MINTZBERG, 1993)

En JL se destacan los siguientes mecanismos:

**Supervisión directa.** Se logra la coordinación al tener una persona que toma la responsabilidad por el trabajo de los demás, emitiendo instrucciones y supervisando sus acciones.

**Trabajo estandarizado.** La coordinación se logra antes de comenzar el trabajo, ésta se incorpora en el programa de trabajo, hay instructivos que indican como realizar las tareas. Si bien no todas las áreas poseen instructivos de trabajo, es un proceso que se viene completando de manera gradual y se ha dado en forma paralela al crecimiento de la organización. Posee tanto estandarización en sus procesos como en sus resultados.

**Ajuste mutuo.** La coordinación de trabajo se alcanza por el simple proceso de comunicación informal, el control de trabajo está en manos de quienes lo realizan. Si bien es un mecanismo útil para coordinar de manera rápida, es desalentado por la jefatura de cada departamento y es utilizado principalmente por los colaboradores de mayor antigüedad en la organización.

A medida que las tareas se han vuelto más complejas en JL, se ha implantado gradualmente la estandarización. Para tareas simples y rutinarias, la estandarización de los procesos de trabajo y, para tareas de mayor complejidad, la de resultados.



### 2.2.5 Las 5 partes de la organización en JL

Las organizaciones están estructuradas para captar y dirigir sistemas de flujos y para definir las interrelaciones entre las distintas partes.

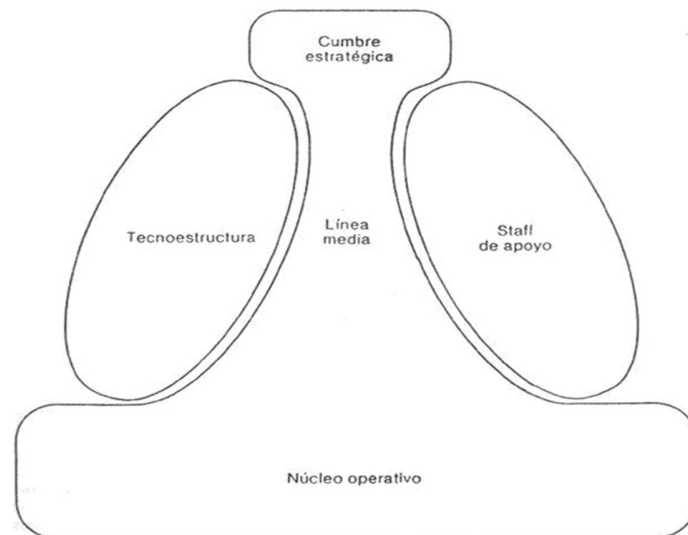


Imagen 2.3: Partes de una organización. (MINTZBERG, 1993)

**Núcleo operativo (NO).** Abarca a aquellos miembros que realizan el trabajo básico relacionado directamente con la producción. Sus funciones principales son: asegurar los insumos para la producción de maní, transformar el maní blanchado en los diferentes productos ofrecidos por JL, distribuir los productos de JL, proveer apoyo y asistencia directa a las funciones de entrada, transformación y producción. El NO constituye el centro de la organización y se ve reflejado en la cantidad de personas que lo integran, es indispensable para la generación de valor.

**Cumbre estratégica o ápice estratégico.** Constituido por aquellas personas encargadas de la responsabilidad general de la organización. En JL está integrado por los miembros de la familia propietaria y colaboradores que trabajan junto a ellos desde el inicio de la empresa. Sus funciones básicas son:

- ❖ Formular y asegurar el cumplimiento de la misión de JL.
- ❖ Implementar el mecanismo coordinador de la supervisión directa al designar a los responsables de las distintas unidades.
- ❖ Diseñar y desarrollar la estrategia global.



❖ Administrar las relaciones con el contexto.

El mecanismo de coordinación del ápice estratégico es la supervisión directa, esta se ejerce de diferentes maneras: al asignar personas y recursos a determinadas tareas, autorizar decisiones adoptadas por los empleados, resolución de conflictos, revisión de actividades de los empleados, transmisor de información, motivación, etc.

**Línea media.** Es la cadena de jefes y supervisores que se encargan de relacionar y transmitir las órdenes desde la cumbre al núcleo. Tienen las mismas funciones que el ápice estratégico, pero acotadas a una cierta cantidad de autoridad para gestionar su propia unidad. La cantidad de poder que poseen depende del estilo de liderazgo del ápice. En JL el ápice estratégico ejerce su autoridad a través de la supervisión directa de su línea media, por lo que el poder de esta está acotado principalmente a asuntos operativos.

Utiliza supervisión directa como mecanismo coordinador, excepto en el área de calidad y laboratorio donde se coordina mediante la estandarización de conocimientos.

Funciones:

- ❖ Tomar información retroalimentada en su propia unidad y transferir parte de ésta a los gerentes por encima de él,
- ❖ Intervenir en las decisiones relacionadas con su unidad y mantener contactos de enlace con otros jefes o supervisores
- ❖ Formular la estrategia de su unidad en concordancia con la estrategia de la organización total.

**Tecnoestructura.** Está formada por analistas que estandarizan el trabajo ajeno, son técnicos que planifican el trabajo de los demás para hacerlo previsible y garantizar el resultado final. Se encuentra fuera de la corriente de trabajo operacional, sólo diseñan, planean, cambian o entrenan personal para que lleve a cabo el trabajo operacional pero no lo hacen ellos mismos.

En JL la tecnoestructura continua en desarrollo, el crecimiento de la empresa obligó a estandarizar ciertos procesos relacionados con la calidad, la higiene y seguridad y la inocuidad



entre otros; pero en áreas como logística, ventas y en algunos puestos de producción aún no se estandarizan las tareas.

Existen en JL diferentes tipos de analistas:

Analistas de personal: estandarizan destrezas, esta estandarización se da fuera de la empresa JL y afecta al personal especializado del laboratorio, el área de microbiología, contadores, administradores de empresas y los ingenieros responsables de los diferentes procesos.

- ❖ Analistas de estudio del trabajo: estandarizan los procesos de trabajo en el departamento de producción.
- ❖ Analistas de planeamiento y control: estandarizan producciones, los outputs o resultados, pueden ser planificadores a largo plazo, analistas de presupuestos o contables.

JL no es una organización plenamente desarrollada, su tecnoestructura no funciona en toda la escala jerárquica: en los niveles inferiores no se encuentra normalizado la totalidad del flujo de trabajo. En los niveles intermedios sí se encuentra estandarizado el trabajo intelectual, pero no se realizan estudios de investigación de operaciones. El ápice estratégico ha desarrollado un sistema financiero para controlar objetivos, lo que indica que posee una tecnoestructura.

**Staff de apoyo.** Son los proveedores de servicios indirectos, proporcionan apoyo a la organización fuera del flujo de trabajo operacional. Pueden hallarse en distintos niveles jerárquicos. En posiciones elevadas JL tiene como staff de apoyo su asesoramiento jurídico y contable. El nivel medio tiene como staff al departamento de ingeniería, el equipo de calidad, de microbiología y el de higiene y seguridad. Finalmente, en el nivel inferior tenemos el mantenimiento de edificios, la seguridad, la limpieza, la desinfección y el equipo de taller. Estos colaboradores hacen actividades que podrían tercerizarse, pero la empresa decide realizarlas por sí misma para reducir la incertidumbre y aumentar el control.

### **3.2.5 Fuerzas en la estructura en JL**

En toda organización se generan tensiones entre sus partes:





**Fuerza de centralización.** Ejercida por el ápice estratégico, busca concentrar la toma de decisiones en la cumbre para no perder el control, se usa la supervisión directa como mecanismo de coordinación. Conlleva a estructura simple (MINTZBERG, 1993) Es la fuerza con mayor importancia en JL.

**Fuerza de fragmentación.** La línea media trata de ganar independencia extrayendo poder del ápice estratégico hacia abajo y desde el núcleo operativo hacia arriba, concentrándolo en sus propias unidades. Favorece la descentralización vertical limitada, la coordinación se da mediante estandarización de las destrezas (MINTZBERG, 1993). La estructura adopta la forma divisional. No existe en la empresa JL SA

**Fuerza de profesionalización.** El núcleo operativo busca minimizar la influencia de los administradores sobre su trabajo, promueve la descentralización horizontal y vertical. Cuando tiene éxito trabajan en forma relativamente autónoma, logrando la coordinación necesaria a través de la estandarización de habilidades. Conlleva a burocracia profesional (MINTZBERG, 1993). No tiene relevancia en esta organización.

**Fuerza de estandarización.** La ejerce la tecnoestructura, principalmente en lo que es estandarización de procesos de trabajo. Equivale a una tendencia hacia la descentralización horizontal limitada, lleva a Burocracia Maquinal (MINTZBERG, 1993). Tiene una relevancia media a alta en JL.

**Fuerza de colaboración.** El staff de apoyo gana influencia cuando se pide su colaboración en la toma de decisiones, esto sucede cuando la organización está estructurada en constelaciones de trabajo que son libres de coordinar dentro de ellas y entre ellas mismas por ajuste mutuo. Lleva a estructura de Adhocracia (MINTZBERG, 1993). Inexistente en la empresa JL.

**Fuerza de integración.** Está relacionada con la cultura organizacional, son los ritos, creencias y valores que se respetan y se viven todos los días en una organización. Representan la misión y visión de la misma (MINTZBERG, 1993). El autor considera que es una fuerza sumamente importante en la organización, una organización que como ya se mencionó, comparte sostiene los valores de la comunidad que le dio origen.



### 2.3 Estructura Organizacional de la Empresa JL

Si bien ninguna estructura organizacional coincide exactamente con una configuración, se acercan notablemente. Al igual que todas las organizaciones, JL fue modificando y adaptando su estructura a medida que creció. JL nació en forma de estructura simple y, al aumentar su escala y experimentar el control externo por parte de los mercados internacionales, fue formalizando y estandarizando ciertos aspectos de su funcionamiento hasta alcanzar la estructura de burocracia maquina.

El autor considera que la fuerza de centralización en la empresa aún es demasiado grande para una burocracia maquina saludable, pero en la medida que siga aumentando su escala, esta tensión se verá disminuida de manera natural.

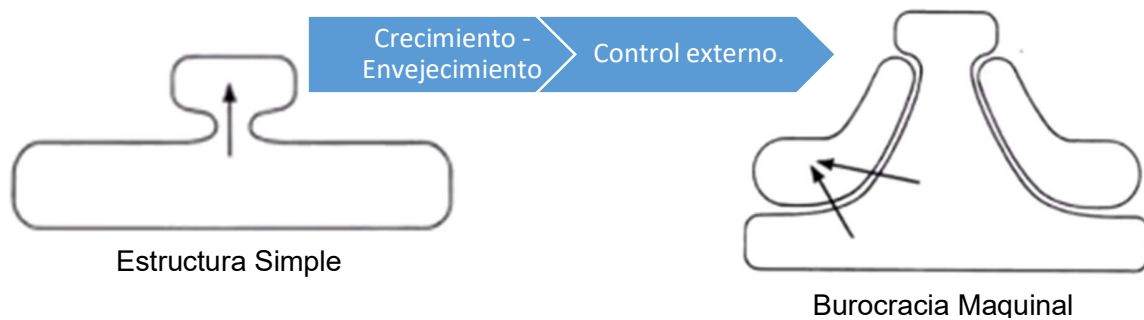


Imagen 2.4: Cambio de Estructura. (MINTZBERG, 1993)

### 2.4 Estructura Informal de la Empresa JL

Gestada a partir de las relaciones entre las personas, producto de su interacción, que comparten procesos de trabajo. Comprende aspectos que tienen que ver con valores, intereses, sentimientos, afectos, liderazgo y toda la gama de relaciones humanas.

Lo informal está caracterizado por una actividad colectiva que no está orientada específicamente hacia los objetivos, pero que es necesaria para alcanzarlos.

La organización informal no se especifica en ningún tipo de documento de la empresa. Se compone de comportamientos, relaciones personales y profesionales que surgen de manera dinámica a través del trabajo en equipo y la interacción social entre las personas de distintos niveles jerárquicos. (MINTZBERG, 1993)



La estructura informal de JL no pudo ser definida con precisión por parte del autor, pero se pudo identificar que se comparte un sentido de pertenencia generalizado, debido a que es una empresa de capital local y la misma desarrolla un rol activo en la comunidad.

Entre los miembros del núcleo operativo, la línea media y el ápice estratégico, se identificaron relaciones de camaradería más allá del ámbito laboral. El autor considera que hay 2 factores claves para la fortaleza de la estructura informal

El sentido de pertenencia para con la empresa: por tratarse de una organización local que tiene alcance internacional.

La convivencia de los colaboradores foráneos: ya que la empresa brinda alojamiento, en muchos casos compartido, para los mismos.

## 2.5 Proceso Productivo

El proceso productivo en JL S.A. consta de las siguientes etapas:

**1- Tostado.** El tostado del grano hace que el mismo sea apto para el consumo humano, a partir de allí puede consumirse directamente o utilizarse para producir pasta, harinas, aceites, fritos, crocantes, garrapiñadas, etc.

**2- Freído.** Se cocina maní tostado en un baño de aceite hirviendo y luego se lo sala antes de que el grano pierda el calor del proceso de freído. Esto permite lograr otra línea de producto, con más calorías, pero de un sabor más agradable.

**3- Engomado.** Al maní tostado se lo sumerge en un aglutinante y luego se lo procesa con diferentes harinas hasta lograr que la misma quede depositada en el grano. Una vez logrado cierto grosor en el recubierto, se procede a aplicar saborizantes correspondientes para luego ser tostado.

**4- Pasta.** JL S.A. produce a partir del grano blanchado y tostado lo que se conoce como "grana" (maní cubeteado en diferentes tamaños) y a partir de esta, pasta y manteca de maní.

**5- Envasado.** El correcto envasado hace que los productos tengan una durabilidad óptima e inocuidad alimentaria necesarias para el consumo humano.



**6- Distribución.** La distribución se realiza con unidades propias y de terceros especialmente adaptadas para el transporte de estos productos, los cuales cumplen normas internacionales de calidad



Imagen 2.5: Vista aérea de la planta. (GOOGLE Inc., s.f.)

## 2.6 Productos Principales

Los productos ofrecidos por JL son envasado para la industria y para el consumidor final en diferentes presentaciones y tamaños:

- ❖ Línea de pasta de maní: Para industria alimentaria en bins, tambores, baldes y cajas; mercado minorista en potes de 500 gramos. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



Imagen 2.6: Pasta de maní JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)

- ❖ Línea de maní tostado: Entero y partido, con y sin piel, salado - sin sal o saborizado.



Envasado para Industria en bolsas y cajas; envasado para el Consumidor en paquetes de 250 gramos y 500 gramos. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.7: Maní tostado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

- ❖ Línea de maní cubeteado: Maní Cubeteado y maní Cubeteado Caramelizado. Solo se vende para uso industrial en bolsas y en cajas. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.8: Maní cubeteado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

- ❖ Línea de maní frito: Maní frito en aceite, entero o partido. Con y sin Piel. Envasado para Industria en bolsas y cajas; envasado para el Consumidor en paquetes de 250 gramos y 500 gramos. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.9: Maní frito JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

- ❖ Línea de maní engomado: Para cobertura de chocolate. Solo se vende para uso industrial en bolsas y en cajas. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.10: Maní engomado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

- ❖ Línea de maní crocante: Saborizado y crocante para snacks. Envasado para Industria en cajas; envasado para el Consumidor en paquetes de 250 gramos y 500 gramos. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.11: Maní crocante JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

- ❖ Línea de maní garrapiñada: Snacks de maní entero caramelizado.



Envasado para Industria en cajas; envasado para el Consumidor en paquetes de 250 gramos y 500 gramos. (JL Productos Alimenticios, s.f.)



*Imagen 2.12: Maní garrapiñado JL. (JL Productos Alimenticios, s.f.)*

## 2.7 Información de Mercado

El principal destino de la producción de JL es mercado el internacional, llevando sus productos a más de 50 países en los 5 continentes. Respecto a sus insumos, todos los insumos para la producción los adquiere a nivel local y regional:

- ✓ Maní blanchado
- ✓ Harinas
- ✓ Aceites
- ✓ Saborizantes
- ✓ Cajas
- ✓ Bolsas
- ✓ Baldes
- ✓ Bins
- ✓ Frascos plásticos

En ocasiones especiales, y por pedido de un cliente, puede realizarse compras de saborizantes a compañías internacionales.

Los bienes de producción se adquirieron de proveedores internacionales como así también se realizaron desarrollos de equipos a nivel local. Todos los proveedores que trabajan junto a JL son mayoristas.

En cuanto a la cuota de mercado que maneja, JL se define como una empresa “aspirante” ya que aspira ampliar su cuota frente al líder y demás competidoras. (JL Productos Alimenticios, s.f.)

## 2.8 Sistemas de Control

Gracias a la inversión en tecnología, al permanente mejoramiento de los procesos y la utilización de un sistema de análisis de peligro y puntos críticos de control, se han logrado



estándares internacionales y se ha podido certificar en la norma ISO 9001, el esquema ISO FSSC 22000 de calidad e inocuidad alimentaria y también se lograron certificaciones de Halal islámico y Kosher.

La certificación es la acción llevada a cabo por una entidad reconocida como independiente de las partes interesadas que, cuando la empresa aprueba sus auditorias, esta manifiesta que se dispone de la confianza adecuada de que un producto, proceso o servicio debidamente identificado es conforme con una norma u otro documento normativo especificado; en virtud de la verificación de que sus propiedades y características están de acuerdo con las normas y especificaciones técnicas que le son de aplicación. (Beale, 2019)

Las mencionadas certificaciones consisten en lo siguiente:

- Certificación ISO 9001: Consiste en la validación del hecho de que el sistema de gestión de calidad de la empresa está diseñado e implementado conforme a lo establecido en la norma ISO9001. (Beale, 2019)
- Certificación ISO FSSC 22000: Consiste en la validación del hecho de que el sistema de gestión de inocuidad de los alimentos de JL está diseñado e implementado conforme a lo establecido en la norma ISO22000. (Beale, 2019)
- Certificación Halal: Consiste en la validación de la calidad de los productos manufacturados por parte del organismo “Halal”, cuyo objeto es brindar a los consumidores musulmanes una garantía de confiabilidad. Es una certificación voluntaria. (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)
- Certificación Kosher: significa que los productos de JL son los alimentos que se preparan de acuerdo a normas dietéticas judías, las cuales son permisibles para el consumo, puesto que cumplen con los requisitos de la dieta de la Biblia Hebrea. Es una certificación voluntaria. (Israel)

La empresa cuenta con tres laboratorios para diferentes tipos de análisis:

- Laboratorio físico: Analiza la materia prima que ingresa a la empresa y tiene la tarea de determinar la calidad del maní blanchado, condición que define el proceso final al que puede derivarse el producto.
- Laboratorio de microbiología: Realiza análisis del producto terminado, hisopado de insumos, equipos, manos y placas ambientales. La empresa dispone de un



moderno equipamiento que permite realizar un adecuado seguimiento de la calidad e inocuidad del producto.

- Laboratorio de control de calidad: Realiza seguimiento del proceso asegurando mantenerlo controlado mediante parámetros definidos para cada producto, en cumplimiento de estándares internos o requeridos por los clientes.

### **2.9.1 Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP)**

El sistema de HACCP es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse en el ensayo del producto final. Además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación del sistema de HACCP facilita la inspección por parte de las autoridades de reglamentación y promueve el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)

Para que la aplicación del sistema de HACCP es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente. También se requiere un enfoque multidisciplinario en el cual se deberá incluir a expertos de diferentes campos. En el caso de JL, el laboratorio físico, microbiológico y de control de calidad, son los sectores donde desempeñan sus labores dichos especialistas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)

El Sistema de HACCP consiste en siete principios:

- I. Realizar un análisis de peligros.
- II. Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- III. Establecer un límite o límites críticos.
- IV. Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- V. Establecer las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- VI. Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de HACCP funciona eficazmente.
- VII. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)





**La aplicación de los principios del sistema de HACCP.** Son doce operaciones que siguen una secuencia lógica:

- 1) Formación de un equipo de HACCP: Se crea un equipo multidisciplinario para asegurar que se disponga de conocimientos y competencia específicos para los productos que permitan formular un plan de HACCP eficaz.
- 2) Descripción del producto: Deberá formularse una descripción completa del producto que incluya información pertinente sobre su inocuidad: composición, estructura física/química, tratamientos estáticos para la destrucción de los microbios, envasado, durabilidad, condiciones de almacenamiento y sistema de distribución.
- 3) Determinación del uso al que ha de destinarse: El uso al que ha de destinarse deberá basarse en los usos previstos del producto por parte del usuario o consumidor final.
- 4) Elaboración de un diagrama de flujo: El diagrama de flujo deberá ser elaborado por el equipo de HACCP y cubrir todas las fases de la operación. Cuando el sistema de HACCP se aplique a una determinada operación, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación.
- 5) Confirmación in situ del diagrama de flujo: El equipo de HACCP deberá cotejar el diagrama de flujo con la operación de elaboración en todas sus etapas y momentos, y enmendarlo cuando proceda.
- 6) Enumeración de todos los posibles riesgos relacionados con cada fase (desde la producción primaria, la elaboración, la fabricación y la distribución hasta el punto de consumo), ejecución de un análisis de peligros, y estudio de las medidas para controlar los peligros identificados: El equipo de HACCP deberá llevar a cabo un análisis de peligros para identificar cuáles son los peligros cuya eliminación o reducción a niveles aceptables resulta indispensable para producir un alimento inocuo.

Al realizar un análisis de peligros deberán incluirse, siempre que sea posible, los siguientes factores:

- la probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos;
- la evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros;
- la supervivencia o proliferación de los microorganismos involucrados;



- la producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en los alimentos;
- las condiciones que pueden originar lo anterior.

El equipo tendrá entonces que determinar qué medidas de control pueden aplicarse en relación con cada peligro.

7) Determinación de los puntos críticos de control (PCC): Es posible que haya más de un PCC al que se aplican medidas de control para hacer frente a un peligro específico. La determinación de un PCC se puede facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones en el que se indique un enfoque de razonamiento lógico. Si se identifica un peligro en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad, y no existe ninguna medida de control que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, el producto o el proceso deberá modificarse en esa fase, o en cualquier fase anterior o posterior, para incluir una medida de control. Árbol de decisiones:

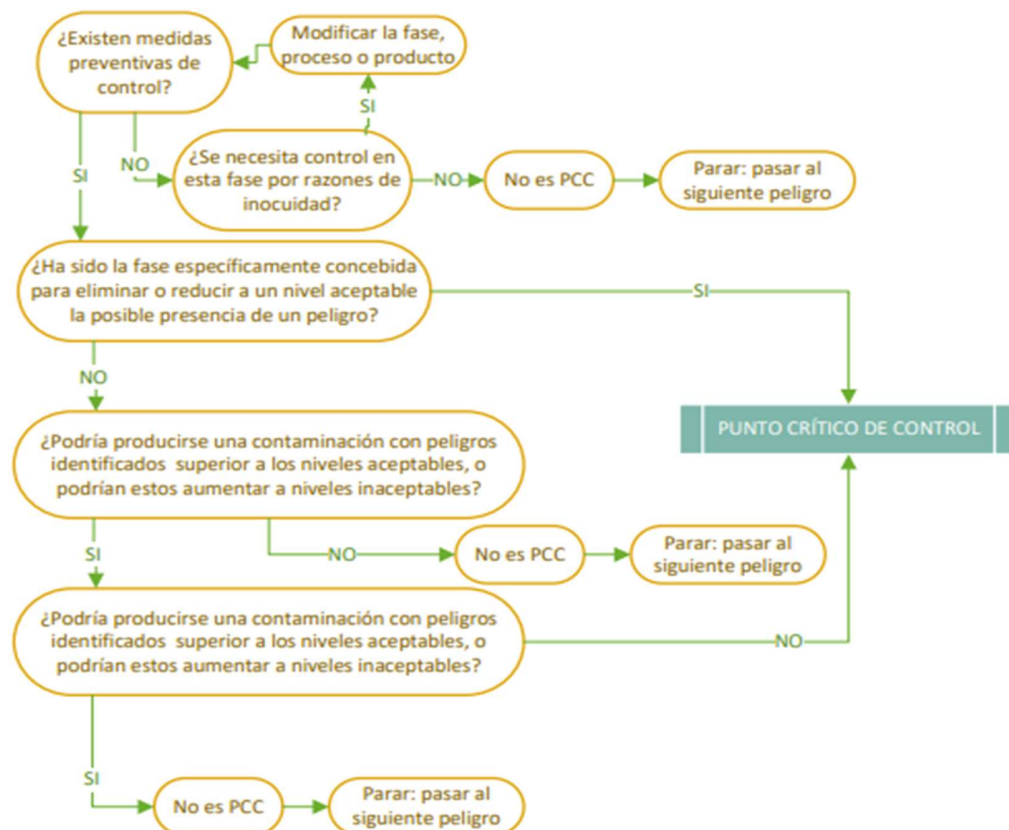


Imagen 2.13: Determinación de puntos críticos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)



- 8) Establecimiento de límites críticos para cada PCC: Para cada punto crítico de control, deberán especificarse y validarse, límites críticos. En determinados casos, para una determinada fase, se elaborará más de un límite crítico. Entre los criterios aplicados suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, AW y cloro disponible, así como parámetros sensoriales como el aspecto y la textura.
- 9) Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC: Es la medición u observación programadas de un PCC en relación con sus límites críticos. Mediante esta deberá poderse detectar una pérdida de control en el PCC. Cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia a la pérdida de control en un PCC los procesos deberán corregirse y las correcciones deberán efectuarse antes de que ocurra una desviación. Los datos obtenidos gracias a la vigilancia deberán ser evaluados por una persona designada que tenga los conocimientos y la competencia necesarios para aplicar medidas correctivas, cuando proceda. Todos los registros y documentos relacionados con la vigilancia de los PCC deberán ser firmados por la persona o personas que efectúan la vigilancia, junto al funcionario de la empresa encargado de la revisión.
- 10) Establecimiento de medidas correctivas: Con el fin de hacer frente a las desviaciones que puedan producirse, deberán formularse medidas correctivas específicas para cada PCC del sistema de HACCP. Estas medidas deberán asegurar que el PCC vuelva a estar controlado e incluir también un sistema adecuado de eliminación del producto afectado.
- 11) Establecimiento de procedimientos de comprobación: Deberán establecerse procedimientos de comprobación de la eficacia sistema de HACCP. Entre las actividades de comprobación pueden citarse las siguientes:
  - examen del sistema de HACCP y de sus registros;
  - examen de las desviaciones y los sistemas de eliminación del producto;
  - confirmación de que los PCC se mantienen bajo control.
- 12) Establecimiento de un sistema de documentación y registro: Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP, y el sistema de documentación y registro deberá ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión.

Documentación:



Proyecto Integrador  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



- el análisis de peligros;
- la determinación de los PCC;
- la determinación de los límites críticos.

Registros:

- las actividades de vigilancia de los PCC;
- las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes;
- las modificaciones introducidas en el sistema de HACCP.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.)



### **Capítulo 3. Marco Teórico y Metodológico**

#### **3.1 La Metodología**

Este proyecto se desarrolló en la planta de “JL-Productos alimenticios” la cual está ubicada en la localidad de Ticino, Córdoba. Allí, desde diciembre del año 2020 hasta julio del año 2021 se realizó una investigación de tipo exploratoria, con un enfoque cualitativo: los datos recolectados hacían referencia a la calidad del suceso.

Se utilizaron fuentes de información primarias y secundarias, información recolectada en el sitio por el autor del proyecto e información elaboradas por diferentes investigadores, de las cuales se tomaron datos útiles para este proyecto.

En cuanto a las técnicas de recolección y análisis de información, los métodos que se usaron fueron: entrevistas, observación y sesiones de grupos con las personas involucradas en el área de mantenimiento.

En resumen, el procedimiento fue el siguiente: a partir del planteo de la necesidad se acudió a la planta para realizar la recolección de datos mediante observaciones y entrevistas. Con estos datos se elabora una posible solución que fue presentada en una reunión grupal con los involucrados, de esa reunión se recolecta más información a través de la retroalimentación de los participantes. Luego de esto se repitió el proceso de manera iterativa hasta que se logró la convergencia en una solución satisfactoria.

#### **3.2 Datos Relevados**

Los métodos más utilizados fueron la observación y las entrevistas. Como observador el autor se mantuvo presente durante la ejecución de las tareas de limpieza del horno, anotando detalles del proceso y documentando situaciones relevantes. El rol en estas situaciones fue pasivo, orientado a no involucrarse en el proceso, ni generar incomodidad en los miembros del equipo de trabajo.

En las reuniones con el equipo y responsables el autor tuvo un rol más activo, indagando sobre aspectos que se consideraron importantes para el desarrollo del proyecto. Los datos analizados, correlacionados y procesados permitieron obtener conclusiones sobre los principales aspectos del área de mantenimiento y de la organización: su estructura, modo de gestionarse y los niveles de competitividad que alcanza teniendo en cuenta el entorno y sus condiciones internas.



Estas conclusiones se muestran en herramientas gráficas:

- ❖ Organigrama jerárquico de la organización.
- ❖ Mapeo del proceso principal.
- ❖ Lay Out del sector de horneado
- ❖ Diagrama del horno túnel.
- ❖ Diagrama de causa raíz.
- ❖ Cursogramas sinópticos del proceso.
- ❖ Cursograma analítico de los operarios.
- ❖ Diagrama de recorrido del operador.
- ❖ Diagramas de hilos del operador.
- ❖ Ficha técnica del puesto.
- ❖ Diagrama de flujo de tareas.
- ❖ Cuadro de costos.
- ❖ Flujo de fondos.
- ❖ Perfil de liquidez.
- ❖ Tabla de ponderación y puntuación.

### **3.3 Justificación y Delimitación del Trabajo**

Este trabajo está orientado, evaluar financiera y técnicamente el puesto de mantenimiento responsable del “horno JL”. Las paradas realizadas para dar el mantenimiento a dicho horno, representa un golpe crítico al cronograma productivo como así también a los costos del sector.

Con el desarrollo del proyecto, se plantean soluciones de tecnológicas que implican una mínima inversión y se busca dar a los operarios del puesto un rol más destacado en el proceso de mantenimiento.

Las propuestas del autor fueron desarrolladas bajo los requerimientos expuestos por JL y se buscó cumplir con las premisas de simplicidad, bajo costo y durabilidad.

### **3.4 Plan del Proyecto**

En virtud de los objetivos ya planteados, se recurrirá a diversos autores sobre gestión de empresas, gestión de calidad, estudio del trabajo, procesos de manufactura, costos industriales y mantenimiento industrial.



En el capítulo 2; con el objetivo de hacer una presentación formal de la organización y realizar un estudio minucioso de la misma, se hará uso de las herramientas de análisis mencionadas en “Diseño de Organizaciones Eficientes” por MINTZBERG Henry (1993) para definir la misión y visión de la empresa como así también su organigrama jerárquico entre otros análisis.

En el capítulo 3; con el objetivo de describir las metodologías que permiten pasar de la situación problemática actual a la deseada, se presentan las herramientas metodológicas.

En el capítulo 4; para definir el origen de las diferentes perdidas en el área de mantenimiento, como así también tareas no efectivas, se recurrirá al uso de las 5 M, también conocida como “Espina de Pescado” o “diagrama causa raíz”, la cual es una herramienta del campo de la calidad publicada en “Kaizen” por MASAOKI Imai (1999). Para definir el problema a trabajar con certeza se aplica también el método de árbol de causas publicado por la superintendencia de riesgo de trabajo argentina en su página web.

En el capítulo 5; se usarán las herramientas y conceptos expuestos por la organización internacional del trabajo en su publicación “Introducción al Estudio del Trabajo” (2000) para realizar un procedimiento básico para el estudio del trabajo y lo expuesto en “Administración de Recursos Humanos” de CHIAVENATO Idalberto (2000) para definir y caracterizar el puesto. Esto consistirá en seleccionar el trabajo, recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea, disponer los datos en la forma que facilite el análisis generando los diagramas y cursogramas pertinentes. Luego se examinarán los hechos registrados para establecer el método más económico y efectivo en los siguientes capítulos. Se hará uso también de conceptos expuestos en “Métodos, Estándares y diseño del Trabajo” por NIEBEL & FREIVALDS (2001).

En el capítulo 6; se desarrolla un modelo computacional de un automatismo, haciendo uso del software SOLIDWORKS y lo expuesto por DASSAULT SYSTEMES en “Introducción a SolidWorks”, para sustituir las tareas que se realizan en forma manual al darle mantenimiento al horno. Usando lo expuesto por FESTO Didactics en sus publicaciones “Neumática Básica” y “Neumática Intermedia”, se desarrollará un circuito neumático y estudios pertinentes que permitan la comprensión de los principios de funcionamiento del automatismo de limpieza.

En el capítulo 7; se utilizan las diversas herramientas propuestas por los autores ANTÓN, Fernando Evaristo y GIOVANNI Oscar F. (2007) en el libro “Costos Industriales” y



VAZQUEZ, Juan Carlos en el libro “Costos” (1992), para la manufactura y operación del automatismo desarrollado en el capítulo anterior

En el capítulo 8; se aplican herramientas para evaluar la propuesta de implementación del autor desde la perspectiva financiera usando conceptos expuestos por el autor NASSIR Sapag Chain en “Preparación y evaluación de proyectos” (2008) y “Fundamentos de la Ingeniería Económica” de BACA URBINA Gabriel (2007). Se elaboran también los beneficios financieros que implica la implementación del automatismo para el sector.

A partir del capítulo 9; cuando queda demostrado que los beneficios de la inversión en el desarrollo de un equipo supera sus costos, se establece un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad, se utiliza para ello los conceptos expuestos en el libro “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento” del autor GARCIA GARRIDO Santiago (2003). En este capítulo también se genera los estándares de mantenimiento para el equipo desarrollado y para el horno.

En el capítulo 10; se establecen las conclusiones del proyecto.

### 3.5 Herramientas Metodológicas

#### Análisis del Proceso con Método 5M

Las 5 M es un sistema de análisis estructurado que se basa en cinco pilares fundamentales representados en el diagrama con las “espinas de pescado”, alrededor de los cuales giran las posibles causas de un problema representado por la columna del pescado. Estas cinco “M” son las siguientes; máquina, método, mano de obra, materia prima, medio ambiente. Su creador KAORU ISHIKAWA. (MASAAKI, 1999)

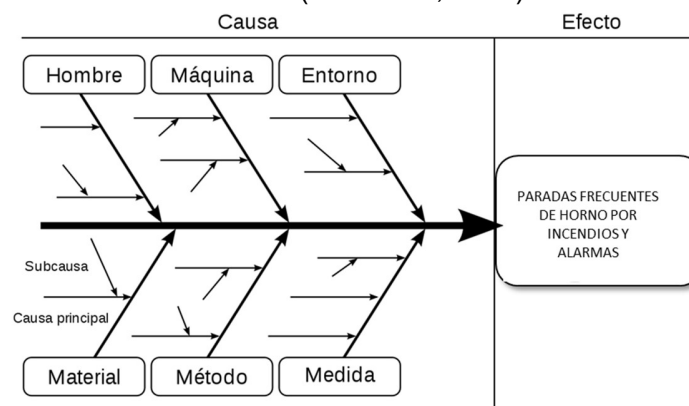


Imagen 3.1: Diagrama "Espinas de pescado". (MASAAKI, 1999)





## Método Árbol de Causas

El método del árbol de causas es una técnica gráfica que permite identificar el desarrollo de los hechos y porqué han sucedido, llegando así a la causa raíz de una determinada situación. Se establece un código gráfico que permite relacionar los hechos en forma lógica, ideado para analizar la causa y el culpable de accidentes. Actualmente es la metodología de investigación sugerida por la superintendencia de riesgo de trabajo de Argentina. (Superintendencia de Riesgos de Trabajo -SRT, s.f.)

A pesar de que fue ideado para el campo de la seguridad e higiene, el autor consideró de suma utilidad la aplicación de este método para analizar la criticidad la maquinaria del puesto de horneado y determinar la o las causas raíces de las paradas no programadas del horno.

Principios guías del procedimiento de investigación:

- I. Recolectar hechos concretos y objetivos y no interpretaciones y juicios de valor.
- II. Descomponer la situación en sus factores: tarea, individuo, materiales, ambiente.
- III. Concentrar la investigación en lo que no ocurrió como de costumbre, relación tarea-actividad.
- IV. Empezar por la consecuencia y remontar la secuencia lo más lejos que se pueda.

Se define lo siguiente para una mejor interpretación del procedimiento

- Hecho: unidad de información que contiene datos concretos y objetivos.
- Interpretación: unidad de conclusión o evaluación de la información presentada basándose en conocimientos técnicos, científicos o jurídicos aceptados como normas.
- Juicio: opinión subjetiva basada en las experiencias, expectativas y escala de valores del individuo.



**Construcción del árbol de causas.** Como se mencionó es un esquema de ordenamiento de la información, este se construye de derecha a izquierda a partir de la última consecuencia utilizando un código gráfico que representa los eventos:

- Acción: hecho variable, operación.
- Hecho permanente
- Relación comprobada.
- - - → Relación aparente.

Imagen 3.2: Símbolos en un árbol de causas. (Superintendencia de Riesgos de Trabajo -SRT, s.f.)

Para armar el árbol de un determinado hecho Z debemos preguntarnos respecto del mismo: ¿Qué ha sido necesario que ocurra para que suceda Z?

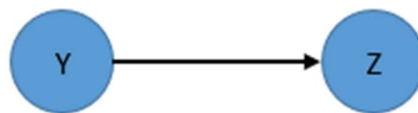


Imagen 3.3: Relaciones comprobadas en un árbol de causas. (Superintendencia de Riesgos de Trabajo -SRT, s.f.)

Podemos tener otra situación en la que para que el hecho Z ocurra, ha sido necesario que ocurra el hecho Y. El hecho Y por si solo no provocó Z ya que fue necesario que ocurriera otro hecho, el X. Z tiene más de un antecedente y la relación se llama conjunción de X e Y.

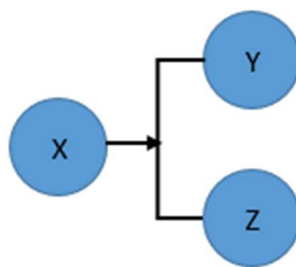


Imagen 3.4: Relación de conjunción en un árbol de causas. (Superintendencia de Riesgos de Trabajo -

Una vez determinado el hecho Z se pregunta: ¿Qué fue necesario que ocurriera para que Z se produzca? La respuesta es Y. Se repite tantas veces como haga falta esta pregunta hasta llegar a la causa raíz.

En caso de que la investigación no hubiera permitido determinar si un hecho intervino en el incidente, pero existe una alta probabilidad que lo sugiera, se introducen los hechos en



cuestión en el árbol graficándolos de manera particular para distinguir su naturaleza hipotética o aparente (flecha en trazos punteadas)

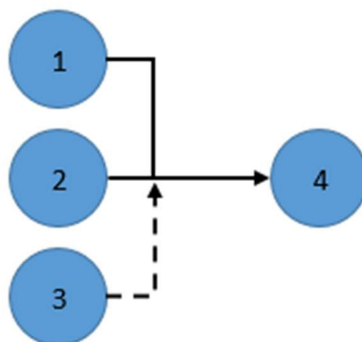


Imagen 3.5: Relación hipotética en un árbol de causas. (Superintendencia de Riesgos de Trabajo -SRT, s.f.)

### Estudio de método en los puestos de trabajo

Para poder definir si se justifica la reestructuración de puesto de mantenimiento se va a evaluar la propuesta desde la perspectiva de los costos y para lograr esto se debe poder asignar costos a las tareas desarrolladas en el puesto de mantenimiento en estudio. Al momento de la realización de este proyecto la empresa JL no cuenta con documentación que defina el puesto estudiado y como necesitamos “medir para poder mejorar”, se procede a implementar un procedimiento básico para el estudio del trabajo:

- I. Seleccionar el trabajo o proceso que se ha de estudiar: por la criticidad del problema y por el impacto en el proceso productivo, se selecciona el puesto de mantenimiento de los hornos.
- II. Registrar o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos: mediante la técnica de observación y con entrevistas estructuradas y no estructuradas se elaboran el cursograma sinóptico del proceso, diagrama de recorrido o circuito del operador, cursograma analítico del operador y ficha técnica del puesto pertinentes.
- III. Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios



empleados para tales fines: se asignarán costos a las tareas y al impacto de las paradas de mantenimiento

- IV. Establecer el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, así como los aportes de los supervisores, trabajadores y asesores cuyos enfoques deben analizarse y discutirse: se evaluará económicamente una propuesta de mejora para el puesto.
- V. Evaluar los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
- VI. Definir el nuevo método, y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones: se elabora una ficha de puesto actualizada.
- VII. Implantar el nuevo método, comunicando las decisiones, formando a las personas interesadas como práctica general aceptada con el tiempo normalizado.
- VIII. Controlar la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

(Organización internacional del trabajo, 2000)

### **Metodología de Estudio de Puestos de Trabajo**







- 1) Establecer el objetivo del análisis.
- 2) Obtener la información, para poder analizar el contenido del puesto, así como los requisitos de desempeño. Para recopilar información se ejecutan:
  - Observaciones: Consiste en observar al individuo que desempeña el puesto y tomar las notas para describir el trabajo. Se busca definir ¿qué hace? ¿cuántas veces? ¿por qué? ¿durante cuánto tiempo? ¿con quién? (Organización internacional del trabajo, 2000)
  - Entrevistas: Este método exige el mantenimiento de una conversación personal con el titular del puesto, habitualmente en el mismo lugar de trabajo. (Organización internacional del trabajo, 2000)
- 3) El análisis de la información con métodos convencionales: estos proporcionan una descripción del trabajo de forma narrativa.



- 4) Detallar la documentación, recogiendo en la ficha del puesto de trabajo, la descripción y especificaciones del mismo. Los resultados obtenidos se presentan en forma de descripción y de especificación de los puestos
- Descripción de puestos: consiste en elaborar una lista de las tareas, responsabilidades, relaciones, condiciones de trabajo y responsabilidades de supervisión de un puesto. La descripción explica qué es cada puesto y cuáles son sus funciones, tareas, responsabilidades, relaciones y dependencias y comportamientos necesarios para producir un artículo o servicio.
  - Especificación de puestos: consiste en elaborar una lista de los requerimientos del puesto, es decir, los conocimientos, las habilidades y aptitudes necesarias para desempeñar eficazmente el puesto de trabajo. Es una relación por escrito de las características y capacidades personales requeridas para realizar el trabajo. (Organización internacional del trabajo, 2000)

### Cursogramas

La OIT nos indica que son instrumentos de anotación para consignar información detallada y con precisión, de manera estandarizada. Son gráficos utilizados para registrar una sucesión de hechos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala. En los cursogramas se usan cinco símbolos que sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos en un puesto:

-  Operación: indica fases principales del proceso o procedimiento.
-  Inspección: de calidad y/o verificación de cantidad.
-  Transporte: movimiento de trabajadores, equipo y/o materiales.
-  Espera: demora en el desarrollo de los hechos.
-  Almacenamiento permanente: almacenamiento o entrega con autorización.
-  Actividades combinadas: varias actividades ejecutadas en simultáneo.

*Imagen 3.6: Símbolos para representar actividades. (Organización internacional del trabajo, 2000)*

En los siguientes cursogramas se expone la información relevada a través del proceso de estudio del puesto.



**a) Cursograma sinóptico del proceso.** Diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden las principales operaciones e inspecciones. Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones y las inspecciones que se realizan sin detallar quien la ejecuta ni dónde. El objetivo es tener una visión general del puesto antes de realizar un estudio detallado del mismo, por esto, no consideraremos los tiempos de cada operación o inspección. (Organización internacional del trabajo, 2000)

**b) Cursograma analítico del operador.** Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen, mediante el símbolo que corresponda. Se trazó el cursograma analítico del operador de mantenimiento y, a diferencia del diagrama anterior, se registraron distancias recorridas por los operadores y tiempos de las tareas. (Organización internacional del trabajo, 2000)

### Diagramas

Son instrumentos de anotación para consignar información detallada y con precisión, de manera estandarizada. Son gráficos utilizados para registrar una sucesión de hechos en el orden en que ocurren, indicando su escala en el tiempo, para observar la acción mutua de sucesos vinculados. (Organización internacional del trabajo, 2000)

**a) Diagrama de recorrido o circuito del operador.** Es un diagrama o modelo, a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. (Organización internacional del trabajo, 2000).

**b) Diagrama de hilos del operador.** El diagrama de hilos es un gráfico a escala de la planta o área. Permite seguir el recorrido que efectúa el operario, el material o los equipos en una sucesión de hechos. (Organización internacional del trabajo, 2000)

### Ficha Técnica del Puesto

Con la información recolectada en los estudios realizados se puede dar forma a una ficha de puesto. Para hacerlo se sigue un proceso estructurado que cuenta con las siguientes etapas:

- I. Establecer el objetivo del análisis.
- II. Obtener la información, para poder analizar el contenido del puesto, así como los requisitos de desempeño.



- III. El análisis propiamente dicho
- IV. Detallar la documentación, recogiendo en la Ficha del puesto de trabajo, la descripción y especificaciones del mismo.  
(CHIAVENATO, 2000)

### Metodología para el Estudio de Costos de la Fabricación

Costo es cualquier erogación que se realice para la producción de un bien o prestación de un servicio. La contabilidad de costos no es un fin en sí mismo, es una herramienta importante que permitirá trabajar en la optimización de su proceso productivo. En este sentido, el estudio de costos permitió estudiar la conveniencia del desarrollo del automatismo de limpieza. (ANTÓN, 2007)

El análisis de la composición del precio de venta de un producto permite reconocer los elementos que lo conforman y establecer su respectiva participación relativa dentro del total. Descompuesto el precio de venta en sus componentes, permite evaluar el impacto que puede tener sobre el costo final y la utilidad una eventual variación de alguno de sus componentes. Es decir que esta herramienta de análisis es útil en la evaluación de una propuesta de mejoramiento como la abordada en el presente proyecto. (VAZQUEZ, 1992)

Composición del precio de venta de un producto:

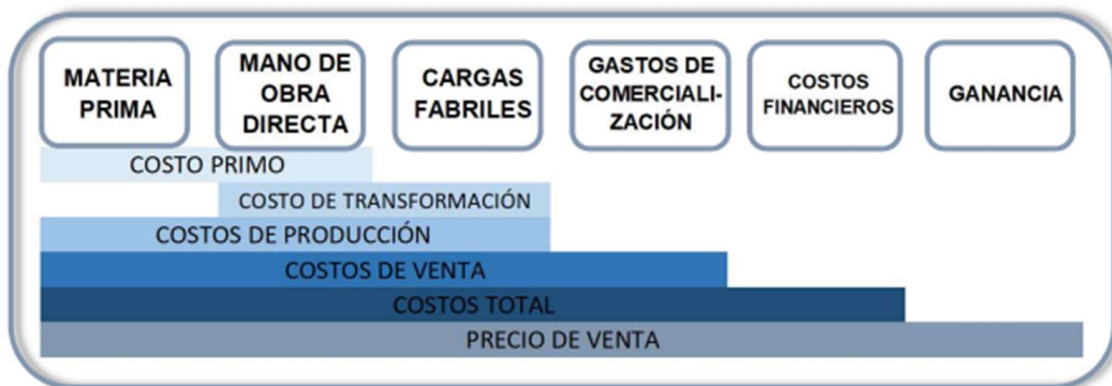


Imagen 3.7: Composición del precio de venta de un producto. (ANTÓN, 2007)

Materia prima es el material que se consume en cantidad definida por cada unidad de producto, y su consumo se mantiene proporcional con el número de unidades (VAZQUEZ, 1992). Desde el punto de vista de los costos, se considera materia prima a todo el material que queda incorporado en el producto más los desperdicios técnicos provocados por el proceso como recortes y virutas.



Mano de obra directa es el trabajo humano aplicado directamente sobre el producto (VAZQUEZ, 1992).

Cargas fabriles constituido por todos los otros gastos que son necesarios efectuar para llegar al producto final (VAZQUEZ, 1992).

El costo de la mano de obra junto al costo de las cargas fabriles compone el costo de transformación de un producto, si a este se le suma el costo de la materia prima, se obtiene el costo de producción. (VAZQUEZ, 1992)

Los gastos de comercialización son aquellos costos en los que se incurre para hacer efectiva la venta, gastos de publicidad, de la estructura de venta, costos de distribución (VAZQUEZ, 1992).

Los costos financieros son los vinculados al uso de los capitales. Para llegar al producto final es necesario incurrir en gastos que posteriormente serán recuperados al momento de la venta (VAZQUEZ, 1992).

El gasto de comercialización más el costo de la producción forman el costo de venta (VAZQUEZ, 1992).

Todos los costos mencionados hasta este punto constituyen el costo de un producto, si se agregara la ganancia que se pretende por el mismo se podría definir el precio de mercado de este.

Costo de materia prima y de mano de obra directa forman el costo base o primo de un producto. El costo de la mano de obra junto al costo de las cargas fabriles compone el costo de transformación de un producto, al cual sumándole el costo de la materia prima conforman el costo de producción.

#### **a) Centro de costo**

Los centros de costos (CC) son unidades contables sobre las que se acumulan los costos, pueden tener una correspondencia con el organigrama de la organización, es decir, puede haber un centro de costo por cada área de la empresa. La función de estos es facilitar la contabilidad de los costos indirectos para luego distribuirlos sobre los diferentes centros productivos acorde a algún criterio definido por la empresa. En otras palabras, su tarea es





realizar las erogaciones necesarias para el área que representen y llevar registro de todas estas. Podemos distinguir entonces diferentes tipos de CC:

- CC de producción: son las unidades que realizan la transformación del producto
- CC de servicio: no producen producto, pero son necesarios para la obtención del mismo.

La operativa de estos centros es realizar las erogaciones necesarias para la actividad productiva, tomar registro de todas ellas y cerrar las cuentas cada cierta cantidad de días (usualmente de manera mensual). Esta última actividad se realiza de manera conjunta con la administración. (ANTÓN, 2007).

#### ***b) Costos directos e indirectos***

Acorde a la imputación del costo en el producto, se clasifican los costos en dos grupos:

- Costos directos: costos que podemos cargar de manera directa a cada unidad de producto. (ANTÓN, 2007)
- Costos indirectos: costo que afecta al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación. Se debe definir la manera más conveniente de distribuirlos. (ANTÓN, 2007)

#### ***c) Costo de Transformación***

El costo de transformación (CDT) del automatismo de limpieza se compone por costo de mano de obra directa más cargas fabriles de los procesos aplicados a la materia prima. El costo de cargas fabriles agrupa los siguientes costos (VAZQUEZ, 1992):

#### ***d) Costo de Producción***

En el costo de producción comprende el costo de la materia prima que se incorpora al producto, el costo de la mano de obra directa, el costo de la mano de obra indirecta, el costo de los sueldos y de las cargas fabriles. (ANTÓN, 2007)

### **El Proceso de Toma de Decisiones Económicas**

Al momento de evaluar una inversión en un proyecto se evalúa si el dinero invertido en el mismo tiene un rendimiento superior al mínimo del mercado financiero, el cual es considerado sin riesgo. Para definir el rendimiento mínimo de mercado se utiliza como



referencia los rendimientos de instrumentos de tasa fija emitidos por entidades financieras y gubernamentales: bonos del tesoro o plazos fijos en pesos. (NASSIR, 2008)

### ***Identificación de Beneficios del Proyecto***

En proyectos de inversión de desarrollo o de infraestructura, generalmente de carácter tecnológico, no hay ingresos monetarios asociados directamente a la inversión, puesto que no producen un producto o servicio final que pueda venderse o colocarse en el mercado, por lo que el mismo no se realiza o no tiene relevancia a los aspectos técnicos. En estos casos, el beneficio que puede ser cuantificado monetariamente está dado por el ahorro de costos que se obtiene gracias a la implementación del proyecto. Este beneficio, cuantificado monetariamente ha de ser considerado como ingreso del proyecto. (BACA URBINA, 2007)

### ***Flujo de Fondos***

Se representan los gastos y beneficios del proyecto a través de un flujo de fondos. El flujo de fondos es un instrumento que nos brinda información sobre los ingresos y egresos de un proyecto en un período de tiempo determinado (NASSIR, 2008).

Consideraciones para el flujo de fondos:

- ❖ Semanas por año
- ❖ Tasa de cambio
  - Valor de salvamento (VS). Es el valor de mercado de un activo, en cualquier momento de su vida útil.
- ❖ Vida útil de un activo. Es el periodo de tiempo durante el cual el mismo puede ser utilizado.

### ***Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)***

Es una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer inversiones, es la base de la comparación y el cálculo en las evaluaciones económicas que se haga. Si no se obtiene cuando menos esa tasa de rendimiento, se rechazará la inversión. Para determinar dicha tasa se consideran los siguientes factores (BACA URBINA, 2007):

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + premio\ al\ riesgo$$



El premio al riesgo representa el crecimiento real del capital invertido, el nombre indica el que al definir utilizar el capital en determinado proyecto se está asumiendo el riesgo de perder parcial o totalmente el mismo (BACA URBINA, 2007).

### **Valor Presente Neto (VPN)**

El valor presente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. Se puede utilizar el VPN como criterio de selección para definir si conviene invertir en un determinado proyecto acorde a determinadas expectativas de ganancias y acorde a la inversión requerida. Para calcularlo, se trasladan los flujos de los años futuros al tiempo presente y se descuenta la inversión inicial que ya está en tiempo presente. Los flujos se descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, de acuerdo con la siguiente fórmula (BACA URBINA, 2007):

$$VPN = -I + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- FNE = flujo neto de efectivo del año "n"
- I = inversión inicial en el año cero.
- i = tasa de referencia que corresponde a la TMAR.

Los criterios para tomar una decisión con el VPN son:

- Si  $VPN > 0$ , es conveniente aceptar la inversión
- Si  $VPN < 0$ , se debe rechazar la inversión porque no se estaría ganando el rendimiento mínimo solicitado.

Diagrama del comportamiento del VPN a medida que crece la tasa "i"

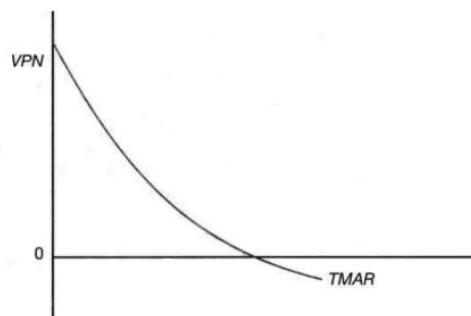


Imagen 3.8: VPN respecto de la tasa de referencia "i". (BACA URBINA, 2007)



Se observa que a medida que la tasa “i” se incrementa el valor de VPN va disminuyendo hasta que se hace cero y luego negativo. El valor de la tasa de “i” que hace cero el VPN se conoce como “tasa interna de rendimiento” (TIR)

### **Tasa Interna de Rendimiento (TIR)**

TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. Al igualar el VPN a cero, se puede obtener mediante iteraciones el valor de la tasa “i” para la cual la VPN es nula. (BACA URBINA, 2007)

$$VPN = 0 = -I + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$
$$I = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

La TIR es la tasa de interés que iguala el valor futuro de la inversión con la suma de los valores futuros equivalente de las ganancias, comparando el dinero al final del periodo de análisis. (BACA URBINA, 2007)

$$I * (1+i)^n = FNE_1 * (1+i)^2 + FNE_2 * (1+i)^1 + \dots + FNE_n$$

Cuando el VPN cumpla la condición de ser mayor o al menos igual a cero, se está ganando más, o al menos la tasa que se fijó como mínima aceptable. De esta manera, el criterio para tomar decisiones con la TIR es el siguiente:

- Si  $TMAR \geq TIR$  es preciso rechazar la inversión
- Si  $TMAR < TIR$  es recomendable aceptar la inversión

Si el rendimiento que genera el proyecto por sí mismo es mayor o igual a la tasa de ganancia que está solicitando el inversionista, se debe invertir; en caso contrario, es decir, cuando el proyecto no genera ni siquiera el mínimo de ganancia que se está solicitando, entonces se deberá rechazar la inversión. De esto se deduce que el punto crítico al tomar decisiones de inversión es la correcta determinación de la TMAR. (BACA URBINA, 2007)

### **Periodo de Recuperación de la Inversión PRI**

Es una técnica de uso complementario a la del VPN. Cuando se trata de comparar proyectos que tengan un valor de VPN similar puede resultar relevante analizar el tiempo requerido para recuperar la inversión.



El cálculo del PRI, se puede realizar de dos formas:

- Acumulación de los flujos de fondos netos de cada período hasta igualar la inversión inicial.
- Acumulación de los valores presentes de cada uno de los flujos de fondos de cada período hasta igualar la inversión inicial, se usa cuando se incorpora el costo del capital.



## Capítulo 4. Determinación de Criticidad

### 4.1 Descripción del Problema

Como ya se mencionó en capítulos iniciales el proceso de tostado de los granos de maní se realiza en un horno de régimen continuo de 32 [m] de longitud, en este, una cinta transportadora metálica se traslada a una velocidad de 60 [cm/min] dentro de una cámara de cocción a 160°C.

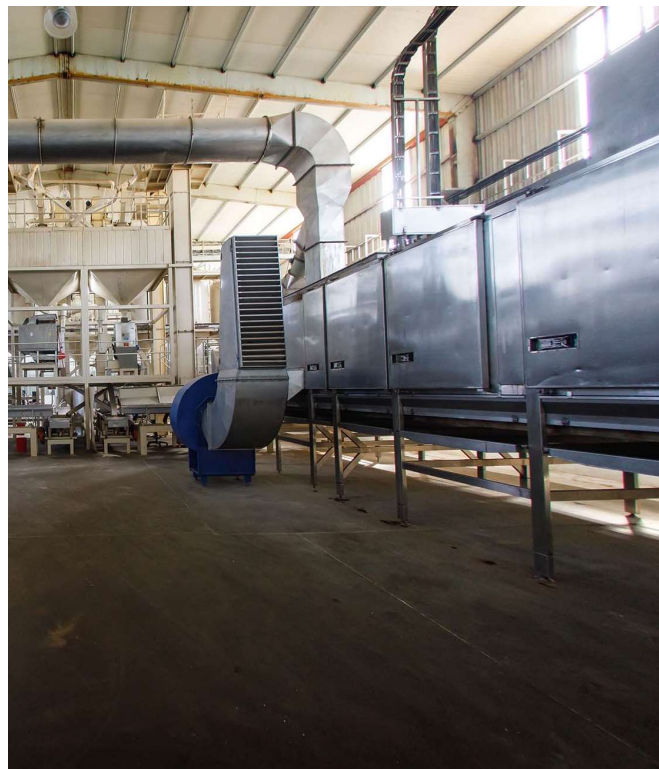


Imagen 4.1: Horno túnel en el sector de "Tostado" de la planta de JL.

En el proceso de cocción se generan residuos grasos, los que, debido a las altas temperaturas, quedan adheridos en los eslabones de la cinta transportadora del horno.

Cuando se acumula una cierta cantidad de residuos, el horno comienza a alertar que no existe el flujo adecuado de aire gracias a sensores de presión ubicados en los quemadores. El horno posee un mecanismo que, ante estas situaciones, por seguridad apaga el sistema de cocción y genera alarmas.



La acumulación de residuos en el interior del horno afecta la circulación de aire caliente en el interior del mismo, generando una cocción no uniforme, incendios, emisiones gaseosas no deseadas, aleatoriedad en las características físicas del producto final y paradas no deseadas de la línea.

Se plantea la necesidad de rediseñar el puesto que realiza la limpieza de la cinta transportadora del horno de tostado de maní. El objetivo es minimizar las paradas de horno o alarmas que emitan sus sensores.

Los residuos adheridos en el interior del equipo son materia orgánica carbonizada, harina de maní, la cual va perdiendo humedad a medida que la cinta transportadora reingresa a la cámara de cocción del horno. Luego de una cierta cantidad de ciclos de horneado, la materia orgánica adherida termina por incendiarse.



*Imagen 4.2: Detalle de la cinta transportadora del horno túnel.*

En las imágenes se puede apreciar un eslabón de la cinta transportadora previo a su limpieza. Se pueden apreciar las “manchas” de materia orgánica sobre la cinta y es de suma importancia señalar que algunos orificios quedan completamente obstruidos, no pudiendo cumplir con su propósito de diseño: permitir la circulación del aire caliente.

#### **4.2 Descripción y Elementos del Proceso de Horneado**

En la imagen listada a continuación se puede apreciar una vista simplificada del horno tipo “túnel” sobre el cual se trabajó. Este diagrama tiene como fin mostrar los diferentes elementos que componen el equipo y como interaccionan entre sí, esta descripción es necesaria para analizar la causa raíz de las paradas de dicho equipo:

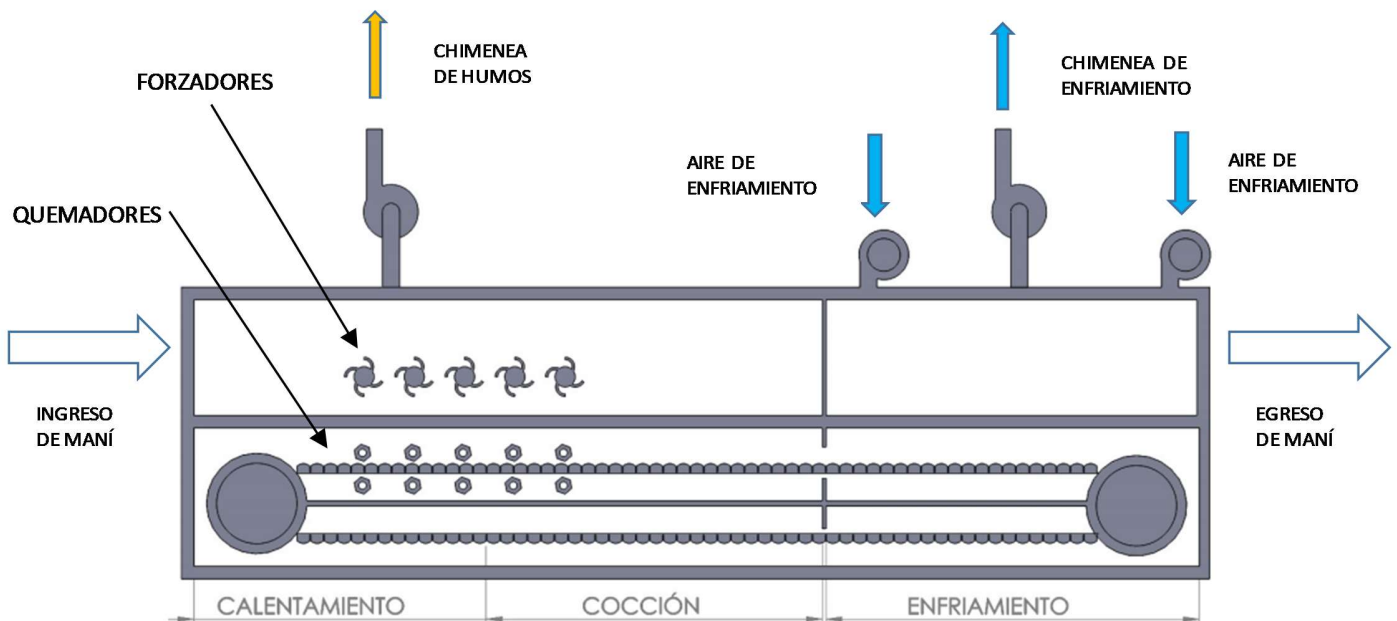


Imagen 4.3: Diagrama del horno túnel y sus elementos.

La estación de tostado es la primera operación de transformación que se realiza en la planta de JL. En esta, se cargan los hornos “tipo túnel”, a través de tolvas, con maní blanchado traído desde el depósito de la planta. Cuando ingresa en el horno, transita tres etapas que están definidas por 3 zonas diferentes dentro del horno:

- 1) Calentamiento: tiene lugar en la zona de calentamiento del horno, ubicada en los primeros metros del mismo. El grano eleva su temperatura de manera controlada y gradual, hasta alcanzar la temperatura de cocción. Los quemadores de gas son la fuente de calor y los forzadores trabajan para distribuir el aire caliente de manera homogénea dentro de esta.
- 2) Cocción: El grano transita cierta cantidad de metros, en un determinado tiempo, dentro de la zona de cocción a la temperatura constante de cocción previamente definida. En esta etapa, nuevamente, los quemadores son la fuente de calor y los forzadores ayudan a distribuir de manera homogénea el aire caliente.
- 3) Las secciones donde se ubican los quemadores cuentan con un sistema de chimeneas de humo que descargan al exterior de la planta, esto es para evacuar los gases de la cocción y humo de eventuales incendios dentro del horno.





- 4) Enfriamiento: esta etapa sucede dentro de la zona de enfriado del horno. En esta ingresa, mediante ventiladores, aire filtrado del exterior del horno con el propósito de evacuar el calor de dicha zona. También actúa un extractor que retira aire caliente de la zona.

**Materia prima.** Como ya se mencionó, se utiliza maní blanchado traído directamente del depósito de la planta.

**Metodología.** Se utiliza una grúa horquilla eléctrica para suministrar el maní blanchado a través de la tolva de alimentación del horno, luego de que todo el grano es cocido, el mismo se deposita en Bins que son transportados para los diferentes sectores de la planta.

**Insumos.** Se utilizan Bins para recolectar el grano ya horneado.

**Máquina.** Se utiliza una grúa horquilla eléctrica para suministrar y retirar el grano del puesto y el “horno tipo túnel JL”

**Mano de obra.** Dos operadores son los encargados del proceso de horneado, uno de ellos maneja la grúa y el otro verifica que los parámetros del horno sean los adecuados para el proceso.

**Medio ambiente.** El puesto de horneado se encuentra ubicado en un amplio galpón de 16 metros de ancho por 35 metros de largo y una altura de 8 metros. Las paredes del galpón y su techo poseen un robusto revestimiento interior que cumple la función de aislante térmico y sonoro.

#### 4.3 Estudio 5M

Para el propósito de este proyecto se hizo foco en el problema de las paradas frecuentes en la línea debido a las fallas en el horno por alarmas e incendios.

En base a lo mencionado, se procedió a aplicar la herramienta 5M al proceso de horneado de la planta JL

(i) **Hombre o mano de obra**

- Capacitación insuficiente.
- Mal manejo de equipos.



**(ii) Metodología**

- Trabajo improvisado acorde a la necesidad de la situación.
- Falta de seguimiento en los procesos.
- No están definidas claramente las funciones, que debe realizar cada operador.
- No existe un manual de procedimientos estandarizado para las tareas.
- Trabajos de limpieza manual poco efectivos para la necesidad del sector

**(iii) Medio ambiente**

- Poca iluminación para el puesto de trabajo.
- Falta de identificación en puestos, señalización industrial en el pavimento del sector y elementos de apoyo.

**(iv) Máquina**

- No se pudo vincular a las paradas frecuentes de horno.

**(v) Material**

- No se pudo vincular a las paradas frecuentes de horno.

#### **4.4 Puntos Críticos del Proceso**

El método de las 5M permitió identificar una serie de factores críticos vinculados al problema estudiado, en esta sección se explora cada uno de ellos.

Capacitación insuficiente y mal manejo de equipo, si bien los operadores conocen las tareas esenciales del puesto demuestran no estar preparados para manejar contingencias o situaciones fuera de las ordinarias. Los operadores no tienen una capacitación formal, en su lugar se designa un operador con mayor antigüedad para que enseñe las tareas y operaciones a medida que las van desarrollando. Esta situación impide realizar mediciones básicas sobre el funcionamiento de cada puesto. A pesar de la falta de capacitación formal, el horno se opera adecuadamente, solo se constató que ante una contingencia el operador tiene que recurrir a su supervisor. Esto le saca participación en el proceso y evita que el operario comprenda con mayor profundidad las relaciones de su puesto.

Lo mencionado en el párrafo anterior se repite en el aspecto metodológico del puesto, se verificó que en algunas situaciones el trabajo se improvisa acorde a la necesidad del momento, no se da seguimiento a los procesos inter puestos o inter área (se realizan las tareas del puesto como si este fuese una isla), estas situaciones en donde no están definidas



claramente las funciones que debe realizar cada operador, se justifican en un hecho fundamental: no existe un manual de procedimientos de la organización.

En cuanto al medio ambiente del puesto, pudo verificarse una iluminación pobre que suma esfuerzo visual en los operadores, se constató la ausencia de señalización industrial en el pavimento del sector y elementos de apoyo, situación que está en sintonía con la ausencia de tecno estructura en gran parte de la organización. Si bien son aspectos negativos y se pueden asociar a un bajo rendimiento, no se los puede vincular como causantes de las paradas del horno.

Sucedo algo similar con los materiales utilizados en la estación de horneado, se identificaron retrasos en cuanto al flujo de información de los inventarios, pero no se puede vincular esto a las paradas habituales del horno, excepto en situaciones en donde el retraso en la actualización del inventario cubra la falta maní blanchado para hornear.

En cuanto a la maquinaria del puesto, el horno puntualmente, presenta inconvenientes con una frecuencia moderada. Se verificaron paradas no programadas debido a alarmas, incendios en el interior del equipo y por mecanismos de preservación del equipo. El horno no tiene un manual de fallas, que permitiría comprender los problemas que puede llegar a presentar con mayor detalle, debido a que es una copia de un modelo de horno alemán desarrollado por un proveedor local.

De este análisis se concluye que la causa de las paradas frecuentes del horno reside en el aspecto metódico de su operación. Para poder definir una causa raíz dentro del aspecto metodológico, se utilizó el método del árbol de causas.

#### **4.5 Estudio con Árbol de Causas**

Se identifican los siguientes hechos en el puesto de tostado:

- Parada del horno debido a incendios en su interior.
- Parada del horno por acción de mecanismos de seguridad el mismo.
- Parada del horno por parte de los operarios debido a alarmas emitidas por el equipo.



Se siguió el procedimiento y se recopiló la información necesaria para la elaboración del siguiente árbol de causas:

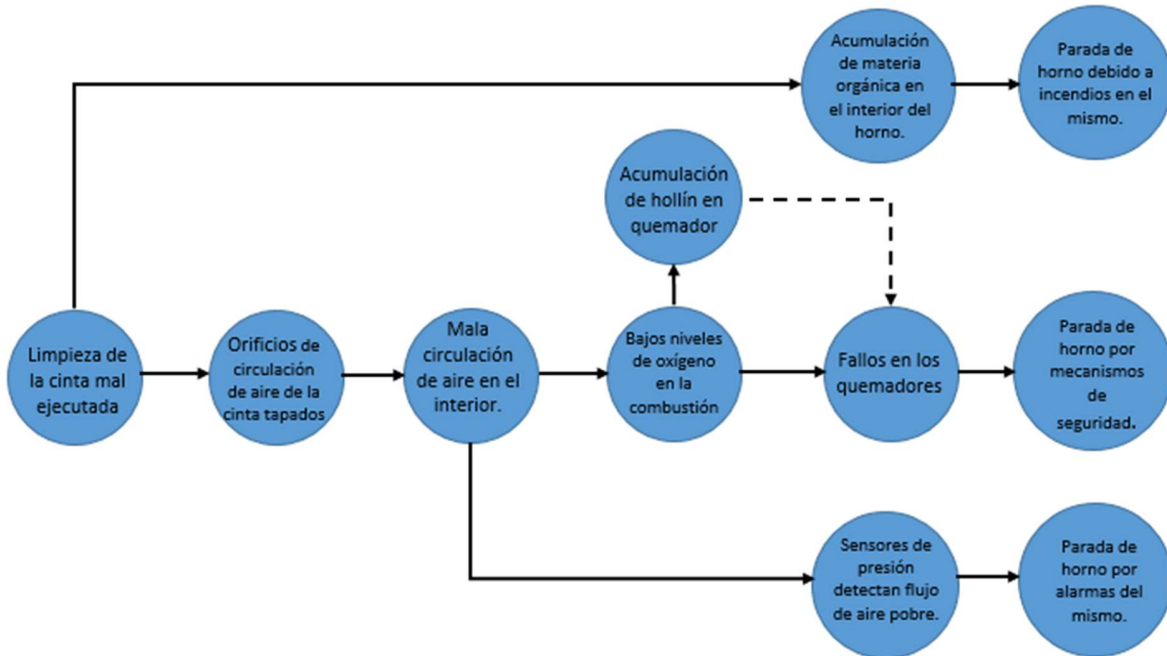


Imagen 4.4: Árbol de causas para las paradas de horno en JL.

Se observa que existe una conjunción de “efectos no deseados”, es decir, que para que se registren paradas de horno por incendio ha sido necesario también que las situaciones que dan lugar a paradas por alarmas y paradas por mecanismos de seguridad, se desarrollen.

Se observa que a partir del hecho “Mala circulación de aire en el interior del horno” todos los hechos que le dan lugar convergen en la causa raíz “Limpieza de la cinta transportadora del horno inadecuada”. Se consideró ese hecho como punto de partida para los estudios que se desarrollaron en capítulos posteriores del presente proyecto.



## Capítulo 5. Análisis de Método del Puesto de Mantenimiento

### 5.1 Definición del puesto de mantenimiento: Ejecución del Estudio

- 1) Objetivo del análisis: caracterizar el puesto y elaborar la ficha del mismo.
- 2) Obtener la información, para poder analizar el contenido del puesto, así como los requisitos de desempeño. Para recopilar información se realizaron:
  - Observaciones: Para realizarlas de manera efectiva el autor tuvo que desarrollar una actitud curiosa y de interés respecto al puesto y sus detalles; ser paciente para permanecer en el lugar, en silencio, mientras reúne los detalles de la situación y explicarles a los operadores cual era el objetivo de la actividad para evitar incomodarlos.
  - Entrevistas: Se realizaron entrevistas estructuradas las cuales implican que el formato fue prediseñado por el autor para garantizar la cobertura de todos los aspectos pertinentes y facilitan la comparación de información obtenida de diferentes personas del puesto.

Los datos que se obtuvieron en esta etapa son de tipo cualitativo, se plasmaron en diferentes herramientas gráficas: cursograma sinóptico del proceso, diagrama de recorrido o circuito del operador y cursograma analítico del operador.

- 3) El análisis de la información. Para esto el autor utilizó “procedimientos convencionales de análisis”, sustentados en los datos recogidos en la observación o la entrevista. Se seleccionó este por proporcionar una visión general de qué se hace, por qué, cómo, en qué condiciones y qué responsabilidad implica.
- 4) Detallar la documentación, recogiendo en la ficha del puesto de trabajo, la descripción y especificaciones del mismo.
  - Descripción de puestos: detallado en la ficha de puesto.
  - Especificación de puestos: detallado en la ficha de puesto.
  -

### 5.2 Definición del puesto de mantenimiento: Descripción general

Las tareas de limpieza del “horno JL” se desarrollan en dos instancias diferentes:

- 1 limpieza semanal los días viernes.
- 2 paradas semestrales programadas de mantenimiento preventivo.



En ambas instancias son ejecutadas por un equipo de 4 operadores. El inventario de tareas a utilizar por los operarios en este puesto cambia acorde a la instancia que se ejecute, pero hay tareas que se realizan ineludiblemente ya que, en caso contrario, se generan incidentes que llevan a la parada del horno. Dichas “tareas esenciales” son las siguientes:

- ❖ Limpieza de la cinta transportadora.
- ❖ Limpieza de los sensores de presión.
- ❖ Limpieza de los quemadores.

Para profundizar el estudio del problema planteado por la organización, el autor decidió definir el puesto de mantenimiento contemplando las actividades que se realizan en las paradas semestrales de mantenimiento preventivo.

A pesar de este enfoque más amplio, no pierde protagonismo la criticidad de la tarea definida como “causa raíz” de las paradas del horno y, por lo tanto, la que se abordará en capítulos posteriores.

### **5.3 Definición del puesto de mantenimiento: Análisis del puesto**

El análisis de puesto forma parte de la segunda etapa del estudio de métodos. Al momento de realizar este análisis, la empresa no cuenta con una ficha ni instructivo de trabajo para puesto de limpieza del área de mantenimiento. Para lograr una mayor comprensión de las tareas que se realizan y lograr un análisis más detallado, se procede a definir y caracterizar el puesto mediante un estudio estructurado del mismo.

Cabe destacar que la intención del autor fue definir el puesto desde los aspectos más generales hasta los más particulares, para ello utilizo las herramientas que se describieron en el Capítulo 3 “Marco Teórico y Metodológico”, por esto es que en esta sección se expone el resultado de la aplicación de dichas herramientas y metodologías.

### **5.4 Cursogramas**

En los siguientes cursogramas se expone la información relevada a través del proceso de estudio del puesto. Este estudio se realiza mediante observaciones por parte del autor y, para desarrollar el contexto en el cual se desarrollan las actividades del puesto, posteriores entrevistas con los operadores y responsables del sector.

Los resultados obtenidos son los siguientes:



**a) Cursograma sinóptico del proceso.**

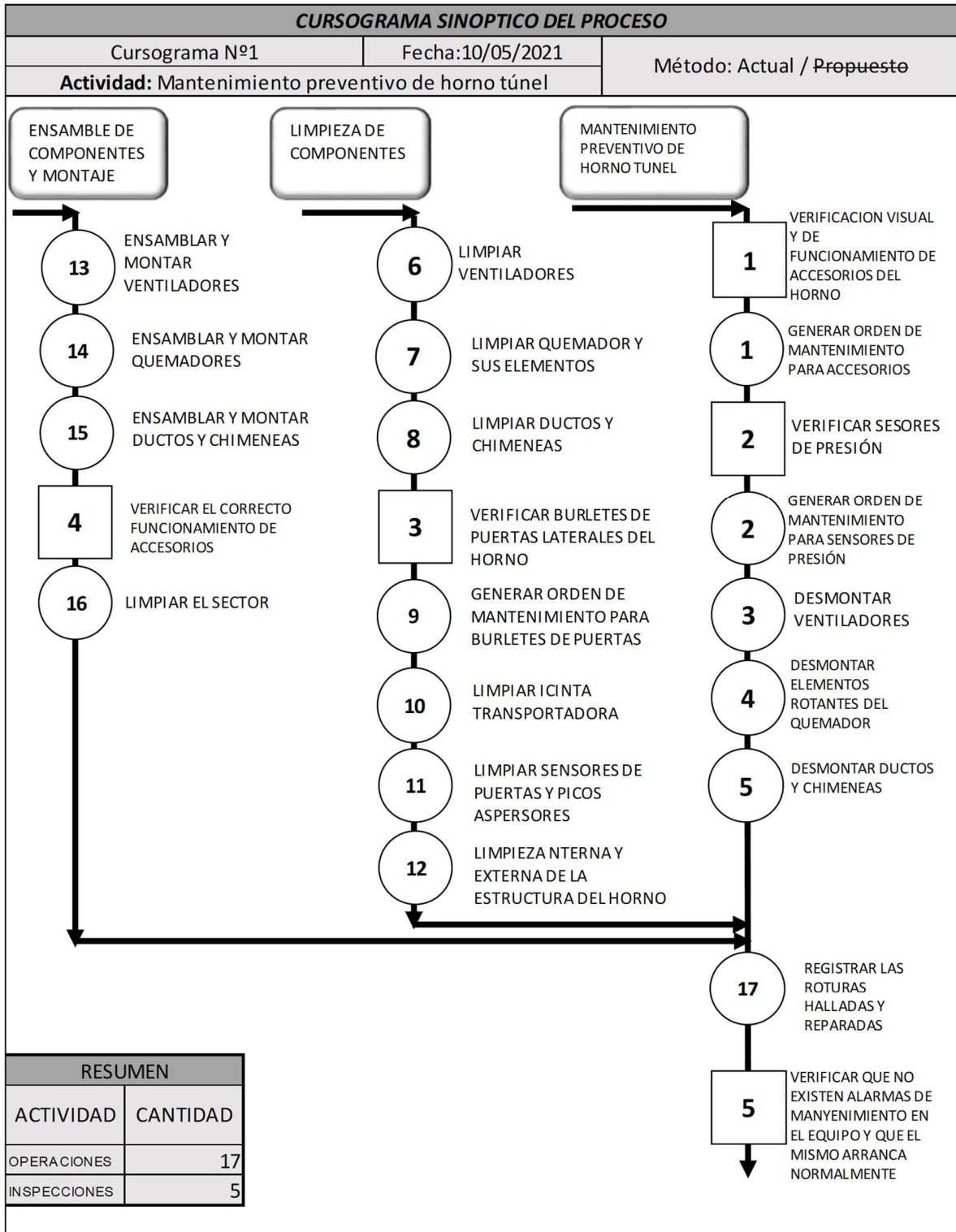


Imagen 5.1: Cursograma sinóptico del proceso de mantenimiento semestral del horno.



A continuación, se presenta el cursograma sinóptico de las actividades realizadas los días viernes de cada semana por el equipo de mantenimiento:

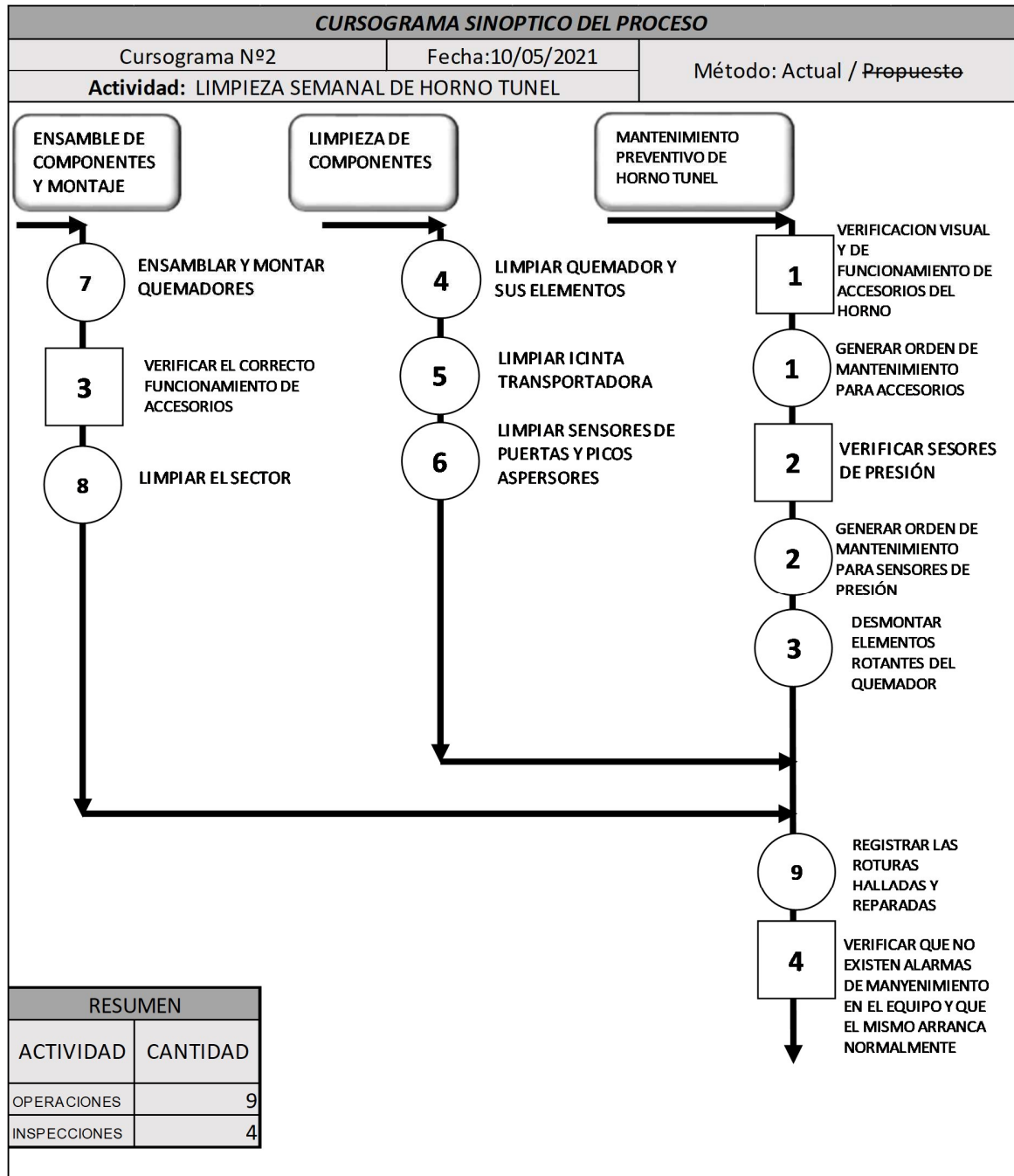


Imagen 5.2: Cursograma sinóptico del proceso de mantenimiento semanal del horno.

Se observa que se realizan 8 operaciones y 1 inspección menos que en las paradas programadas trimestrales.





**b) Cursograma analítico del operador.**

CURSOGRAMA ANALITICO:		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
Cursograma N°3 HOJA: 1/2		RESUMEN							
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
ACTIVIDAD: MANTENIMIENTO <b>SEMESTRAL</b> DE HORNO TIPO TUNEL		OPERACIÓN	31						
		TRANSPORTE	35						
		ESPERA	1						
		INSPECCION	13						
LUGAR: PLANTA de JL S.A.		ALMACENAMIENTO	2						
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
Equipar elementos de higiene	2	0	●	→	◐	■	▼	☞	↺
Equipar elementos de protección personal	2	0							
Traslado al deposito de herramientas	1	50							
Solicitar herramientas de trabajo	5	0							
Solicitar insumos de limpieza	5	0							
Transportar herramientas al sector del horno	1	50							
Inspeccionar VISUALMENTE los quemadores	7	30							
Inspeccionar VISUALMENTE cinta transportadora	15	60							
Inspeccionar VISUALMENTE extractores	7	20							
Inspeccionar VISUALMENTE forzadores de calor	7	20							
Inspeccionar VISUALMENTE ventiladores de enfriamiento	7	60							
Inspeccionar VISUALMENTE ductos y chimeneas	8	60							
Inspeccionar VISUALMENTE la cadena eslabón	8	60							
Inspeccionar VISUALMENTE caja de reducción	10	2							
Inspeccionar VISUALMENTE compuestas de ingreso	10	5							
Inspeccionar VISUALMENTE tolvas de ingreso de maní	5	2							
Inspeccionar VISUALMENTE tapas laterales	15	60							
Translación a la zona de sensores	1	25							
Desmontar y Testear sensores de presión	7	0							
Translación a la zona de extractores	0,5	30							
Testear funcionamiento de extractores	6	0							
Desmontar y Desarmar extractores	35	0							
Translación a la zona de forzadores	0,5	30							
Testear funcionamiento de forzadores	6	0							
Desmontar y Desarmar forzadores	35	0							
Translación a la zona de enfriadores	0,5	30							
Testear funcionamiento de enfriadores	6	0							
Desmontar y Desarmar enfriadores	35	0							
Translación a la zona de quemadores	0,5	20							
Desmontar elementos rotantes del quemador	25	0							
Translación a la zona de ductos	0,5	30							
Desmontar ductos	20	0							
Translación a la zona de chimeneas	0,5	30							
<b>TOTAL</b>	<b>294</b>	<b>674</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>0</b>

Tabla 5.1: Cursograma analítico del operador. Semestral. Hoja 1.



Proyecto Integrador  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



CURSOGRAMA ANALITICO:		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
Cursograma N°3 HOJA: 2/2		RESUMEN							
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
ACTIVIDAD: MANTENIMIENTO <b>SEMESTRAL</b> DE HORNO TIPO TUNEL		OPERACIÓN	31						
LUGAR: PLANTA de JLS.A.		TRANSPORTE	35						
		ESPERA	1						
		INSPECCION	13						
		ALMACENAMIENTO	2						
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
			●	→	◐	■	▼	⇨	↻
Desmontar chimeneas	25	0							
Traslación a la zona donde de componentes desmontado	0,5	15							
Limpiar extractores	25	0							
Limpiar forzadores	25	0							
Limpiar enfriadores	25	0							
Limpiar quemador y sus elementos	30	0							
Limpiar ductos	40	30							
Limpiar chimeneas	40	30							
Limpiar cinta transportadora	150	90							
Raspas materia orgánica adherido en el interior del horno	40	60							
Aplicar desengrasante industrial al interior del horno	15	60							
Esperar a que haga efecto el desengrasante	15	0							
Retirar desengrasante con alcohol y papel	25	60							
Limpiar sensores y picos aspersores	30	60							
Armar y montar extractores	35	30							
Armar y montar forzadores	35	30							
Armar y montar enfriadores	35	30							
Armar y montar ductos y chimeneas	25	30							
Armar y montar quemadores	20	0							
Verificar burletes de las puertas	5	60							
Limpieza externa del horno	30	60							
Limpieza del sector	15	70							
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	20	0							
<b>TOTAL</b>	<b>999,5</b>	<b>1389</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

Tabla 5.2: Cursograma analítico del operador. Semestral. Hoja 2.

En este cursograma podemos observar que para darle mantenimiento preventivo al horno hay que dedicar 2 turnos completos y que la tarea que se definió como crítica en el capítulo anterior “Limpieza de la cinta transportadora del horno” es una tarea que se realiza de manera manual y es la más demandante en cuanto a tiempo dedicado y distancia recorrida.

El tiempo necesario para la realización de esta actividad es de 16,6 horas y la distancia recorrida por los operadores es de 1389 metros



A continuación, se presenta el cursograma de las actividades realizadas los días viernes de cada semana por el equipo de mantenimiento:

CURSOGRAMA ANALITICO:		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
Cursograma Nº4 HOJA: 1/1		RESUMEN							
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
ACTIVIDAD: LIMPIEZA SEMANAL DE HORNO TUNEL		OPERACIÓN	9						
		TRANSPORTE	6						
LUGAR: PLANTA de J.L.S.A.		ESPERA	0						
		INSPECCION	2						
		ALMACENAMIENTO	2						
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
			●	➔	◐	■	▼	➡	↻
Equipar elementos de higiene	2	0							
Equipar elementos de protección personal	2	0							
Traslado al deposito de herramientas	1	50							
Solicitar herramientas de trabajo	8	0							
Solicitar insumos de limpieza	5	0							
Transportar herramientas al sector del horno	1	50							
Inspeccionar VISUALMENTE los quemadores	7	30							
Inspeccionar VISUALMENTE cinta transportadora	15	60							
Translación a la zona de sensores	1	25							
Desmontar y Testear sensores de presión	7	0							
Translación a la zona de quemadores	0,5	20							
Desmontar elementos rotantes del quemador	25	0							
Limpiar quemador y sus elementos	30	0							
Limpiar cinta transportadora	150	90							
Limpiar sensores y picos aspersores	30	60							
Limpieza del sector	15	70							
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	20	0							
<b>TOTAL</b>	<b>319,5</b>	<b>455</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Tabla 5.3: Cursograma analítico del operador. Semanal.

El tiempo necesario para la realización de esta actividad es de 5,3 horas y la distancia recorrida por los operadores es de 455 metros

### 5.5 Diagramas

a) **Diagrama de recorrido o circuito del operador.** En los siguientes diagramas se expone la información relevada a través del proceso de estudio del puesto. Se lo representa en etapas para facilitar la lectura de los gráficos:

- 1) Croquis acotado del sector
- 2) Primera etapa: inspecciones



- 3) Segunda etapa: operaciones de extracción
- 4) Tercera etapa: operaciones de limpieza y montaje

Se relacionan la secuencia de operaciones entre los diagramas a través de un aro amarillo

**(i) I. Mantenimiento Semestral**

ACTIVIDADES y SIMBOLO	ACTIVIDADES y SIMBOLO
Equipar elementos de higiene ①	Translación a la zona de quemadores ⑦
Equipar elementos de protección personal ②	Desmontar elementos rotantes del quemador ⑩
Traslado al deposito de herramientas ①	Translación a la zona de ductos ⑧
Solicitar herramientas de trabajo ①	Desmontar ductos ⑪
Solicitar insumos de limpieza ②	Translación a la zona de chimeneas ⑨
Transportar herramientas al sector del horno ②	Desmontar chimeneas ⑫
Inspeccionar VISUALMENTE los quemadores ①	Translación a zona de componentes desmontados ⑩
Inspeccionar VISUALMENTE cinta transportadora ②	Limpiar extractores ⑬
Inspeccionar VISUALMENTE extractores ③	Limpiar forzadores ⑭
Inspeccionar VISUALMENTE forzadores de calor ④	Limpiar enfriadores ⑮
Inspeccionar VISUALMENTE ventiladores de enfriamiento ⑤	Limpiar quemador y sus elementos ⑯
Inspeccionar VISUALMENTE ductos y chimeneas ⑥	Limpiar ductos ①
Inspeccionar VISUALMENTE la cadena eslabón ⑦	Limpiar chimeneas ②
Inspeccionar VISUALMENTE caja de reducción ⑧	Limpiar cinta transportadora ③
Inspeccionar VISUALMENTE compuestas de ingreso ⑨	Raspar materia orgánica adherido en el interior del horno ④
Inspeccionar VISUALMENTE tolvos de ingreso de maní ⑩	Aplicar desengrasante industrial al interior del horno ⑤
Inspeccionar VISUALMENTE tapas laterales ⑪	Esperar a que haga efecto el desengrasante ①
Translación a la zona de sensores ③	Retirar desengrasante con alcohol y papel ⑥
Desmontar y Testear sensores de presión ③	Limpiar sensores y picos aspersiones ⑦
Translación a la zona de extractores ④	Armar y montar extractores ⑧
Testear funcionamiento de extractores ④	Armar y montar forzadores ⑨
Desmontar y Desarmar extractores ⑤	Armar y montar enfriadores ⑩
Translación a la zona de forzadores ⑤	Armar y montar ductos y chimeneas ⑪
Testear funcionamiento de forzadores ⑥	Armar y montar quemadores ⑰
Desmontar y Desarmar forzadores ⑦	Verificar burletes de las puertas ⑫
Translación a la zona de enfriadores ⑥	Limpieza externa del horno ⑫
Testear funcionamiento de enfriadores ⑧	Limpieza del sector ⑬
Desmontar y Desarmar enfriadores ⑨	Registro de hallazgos en la planilla del equipo ⑱

Tabla 5.4: Actividades y símbolos de las tareas de mantenimiento semestral.

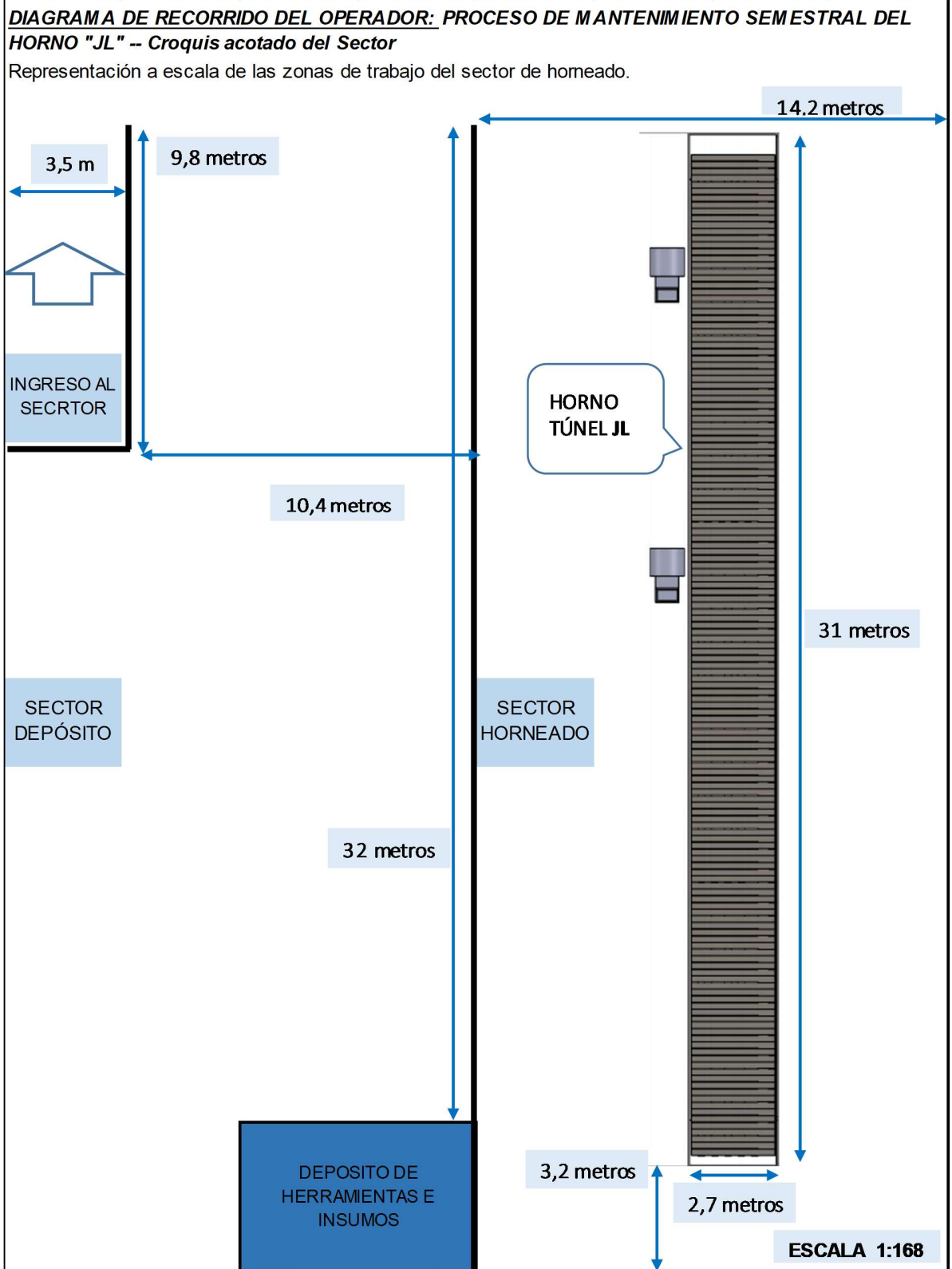


Imagen 5.3: Croquis del sector de homeado.







**DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERADOR: PROCESO DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL DEL HORNO "JL": TERCERA ETAPA-Operaciones de limpieza y montaje "A"**

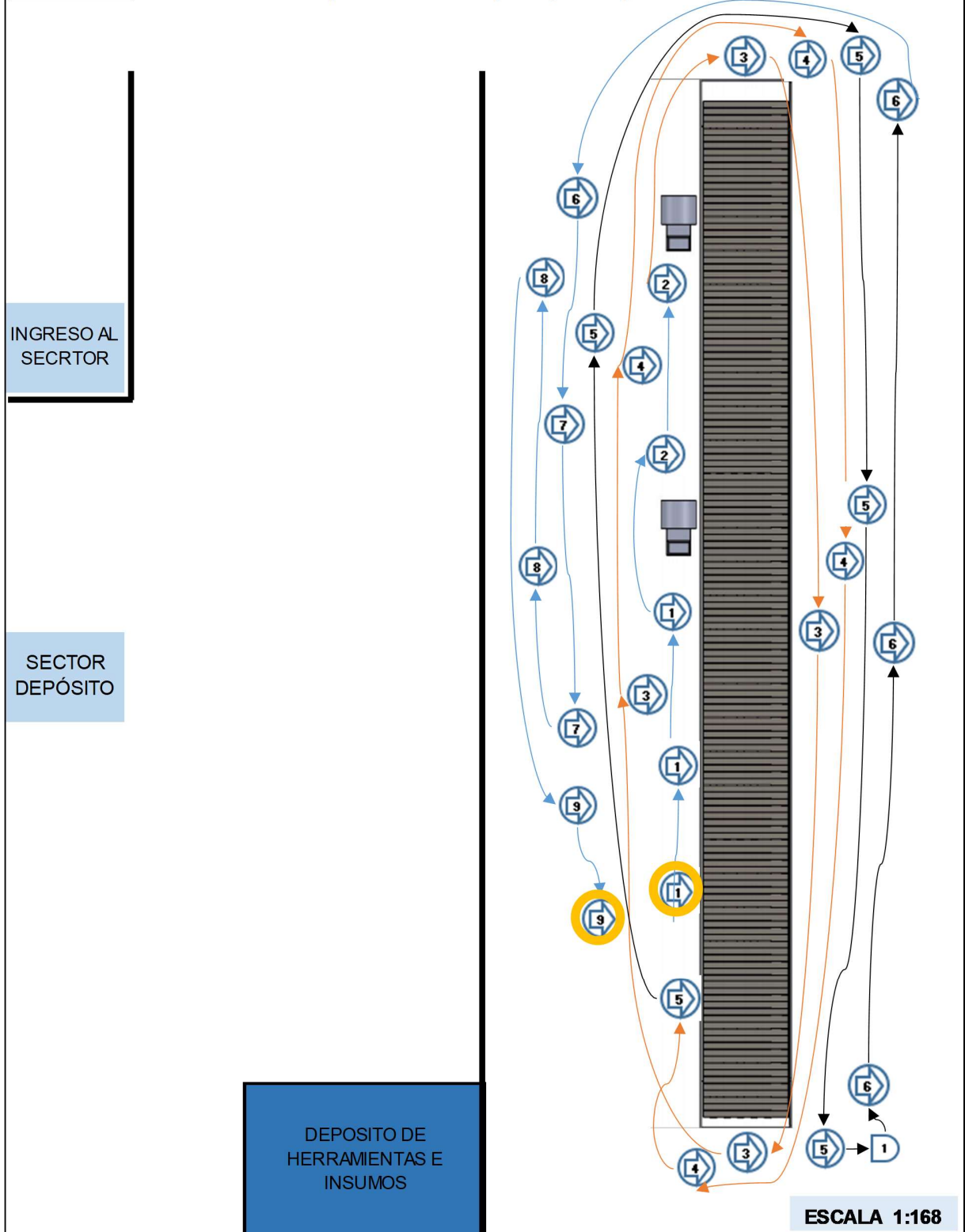


Imagen 5.6: Diagrama de recorrido del operador--Limpieza y montaje "A".





**DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL OPERADOR: PROCESO DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL DEL HORNO "JL" TERCERA ETAPA-Operaciones de limpieza y montaje "B"**

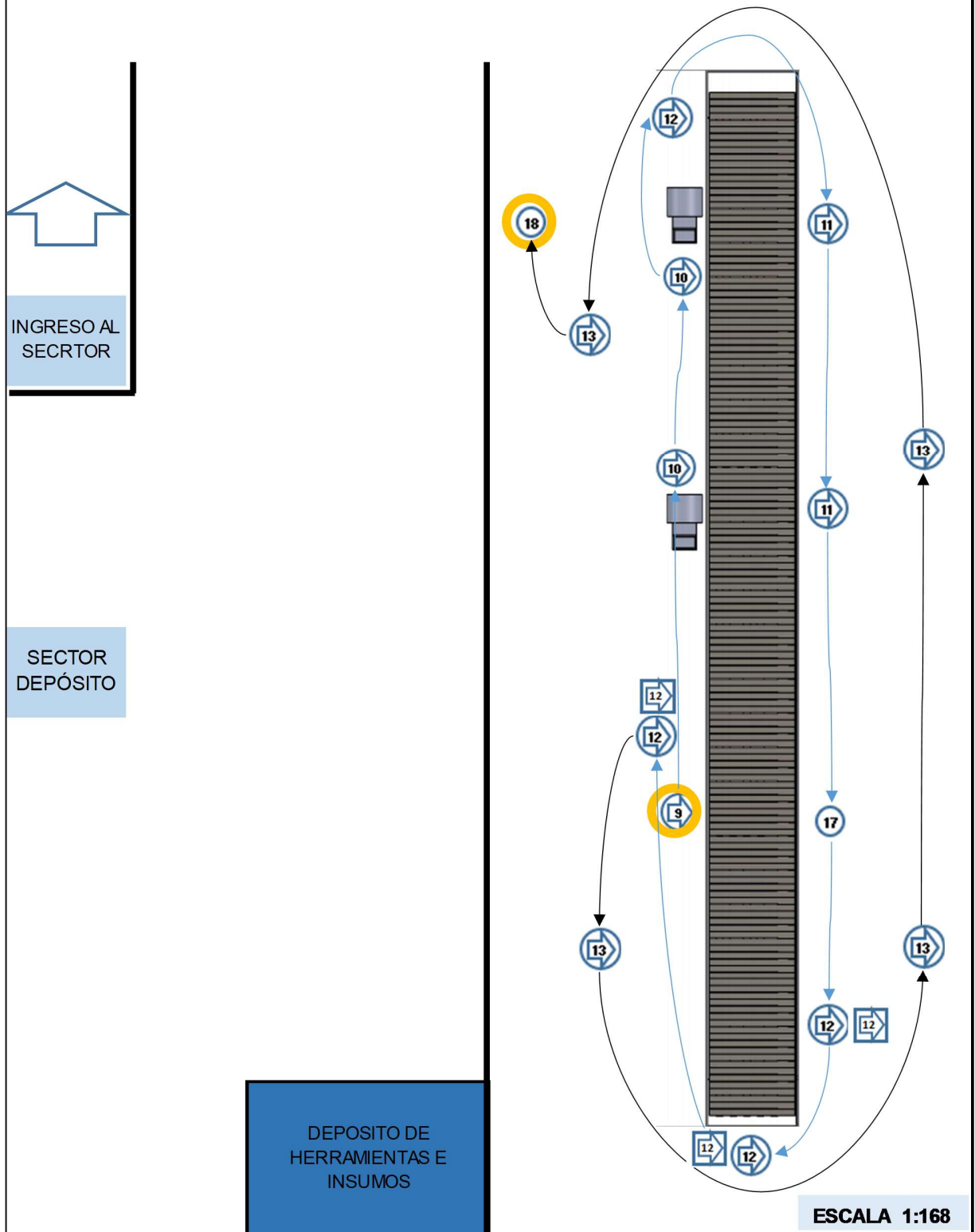


Imagen 5.7: Diagrama de recorrido del operador--Limpieza y montaje "B".



Estos diagramas evidencian una falta de diseño estratégico en la secuencia de tareas, esto implica desplazamientos excesivos por parte de los trabajadores. Se observa que la tarea de limpieza de la cinta transportadora del horno es la más demandante del proceso en cuanto a tiempo y desplazamiento de los operadores.

## II. Mantenimiento Semanal

Se presenta a continuación los diagramas de las tareas de mantenimiento que se realizan de manera semanal en el “Horno túnel JL”. Como ya se informa en secciones previas, el objetivo de esta actividad semanal es:

- ❖ Limpieza de la cinta transportadora.
- ❖ Limpieza de los sensores de presión.
- ❖ Limpieza de los quemadores.

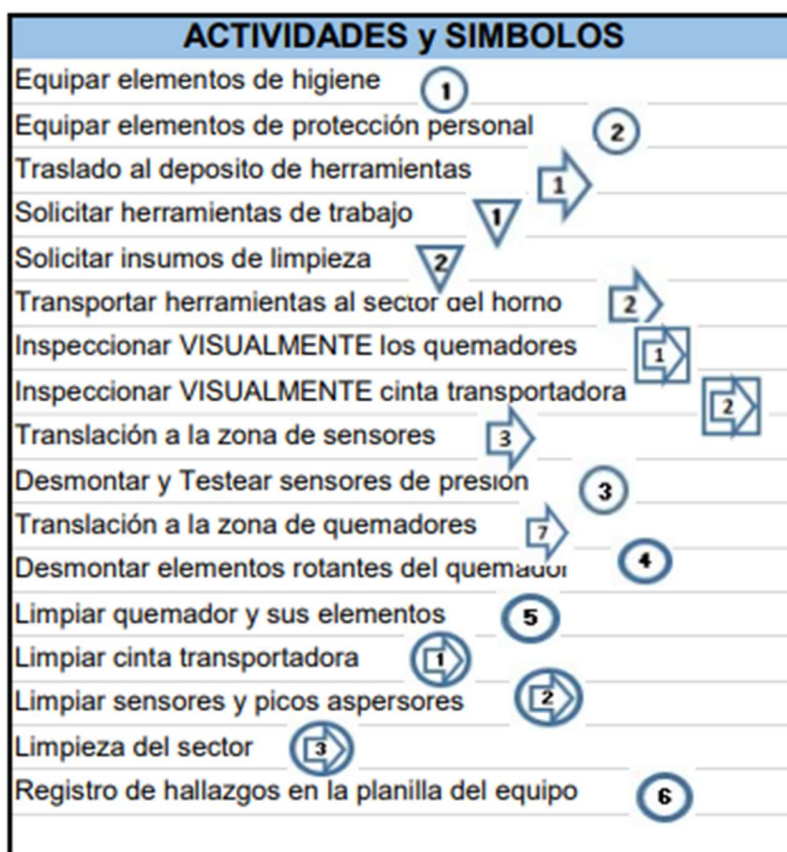


Tabla 5.5: Actividades y sus símbolos.

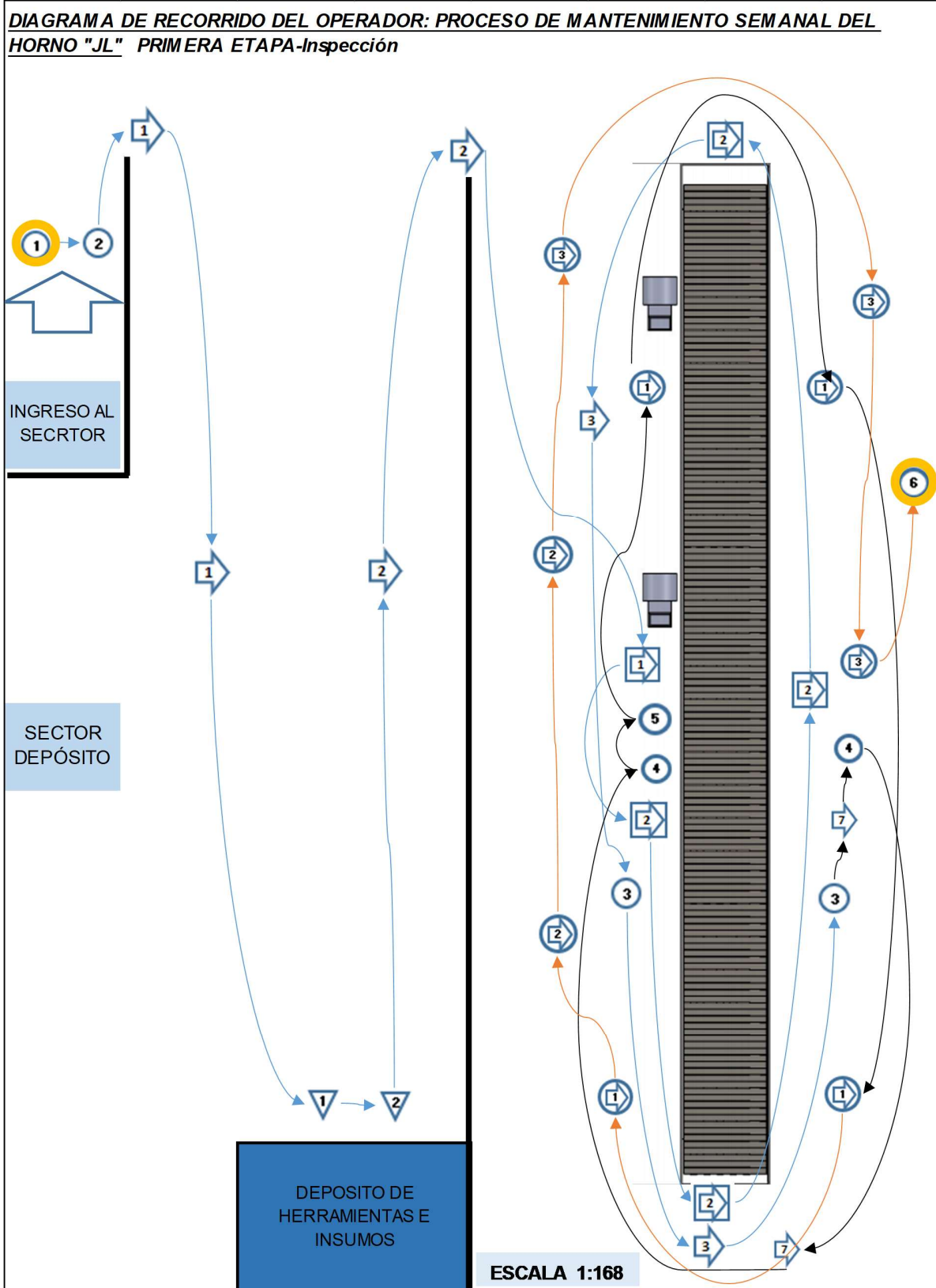


Imagen 5.8: Diagrama de recorrido del operador--Versión semanal.



Al igual que en las tareas de mantenimiento semestral, este diagrama evidencia una falta de diseño estratégico en la secuencia de tareas, esto implica desplazamientos excesivos por parte de los trabajadores. Se observa que la tarea de limpieza de la cinta transportadora del horno es la más demandante del proceso en cuanto a tiempo y desplazamiento de los operadores.

### **b) Diagrama de hilos del operador.**

En cada diagrama se utilizó una línea de 2 puntos de grosor para representar 1 pasada del operador por una determinada zona.

En el diagrama de hilos semestral se puede observar, mediante la composición de hilos, que el operador da un total de 13 vueltas al horno y que la zona exclusiva de operaciones de los mismos es junto al mencionado equipo.

En el diagrama de hilos semanal, se observa que el operador da un total de 5 vueltas al equipo y que, al igual que en las actividades de mantenimiento semestral, la mayoría de sus tareas del operador se realizan junto al horno túnel.

REFERENCIAS		
Cantidad	GROSOR	Muestra
1 PASADA	2 Puntos	

*Tabla 5.6: Referencia para el diagrama de hilos del operador.*

El autor consideró que estos estudios evidenciaron la necesidad replantear la forma en la que se aborda la limpieza de la cinta transportadora y la secuencia de actividades, ya que esta mostró no solamente ser un factor crítico para las paradas no planeadas del horno, sino también ser la tarea más demandante en cuanto a tiempo invertido y esfuerzo de los operadores.

La información para la elaboración de los diagramas de hilos se obtuvo mediante la observación directa de los operadores y luego, para dar mayor contexto a la información, se procedió con la ejecución de entrevistas grupales e individuales a los miembros del equipo de mantenimiento y sus coordinadores.



**DIAGRAMA DE HILOS DEL OPERADOR: PROCESO DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL DEL HORNO "JL"**

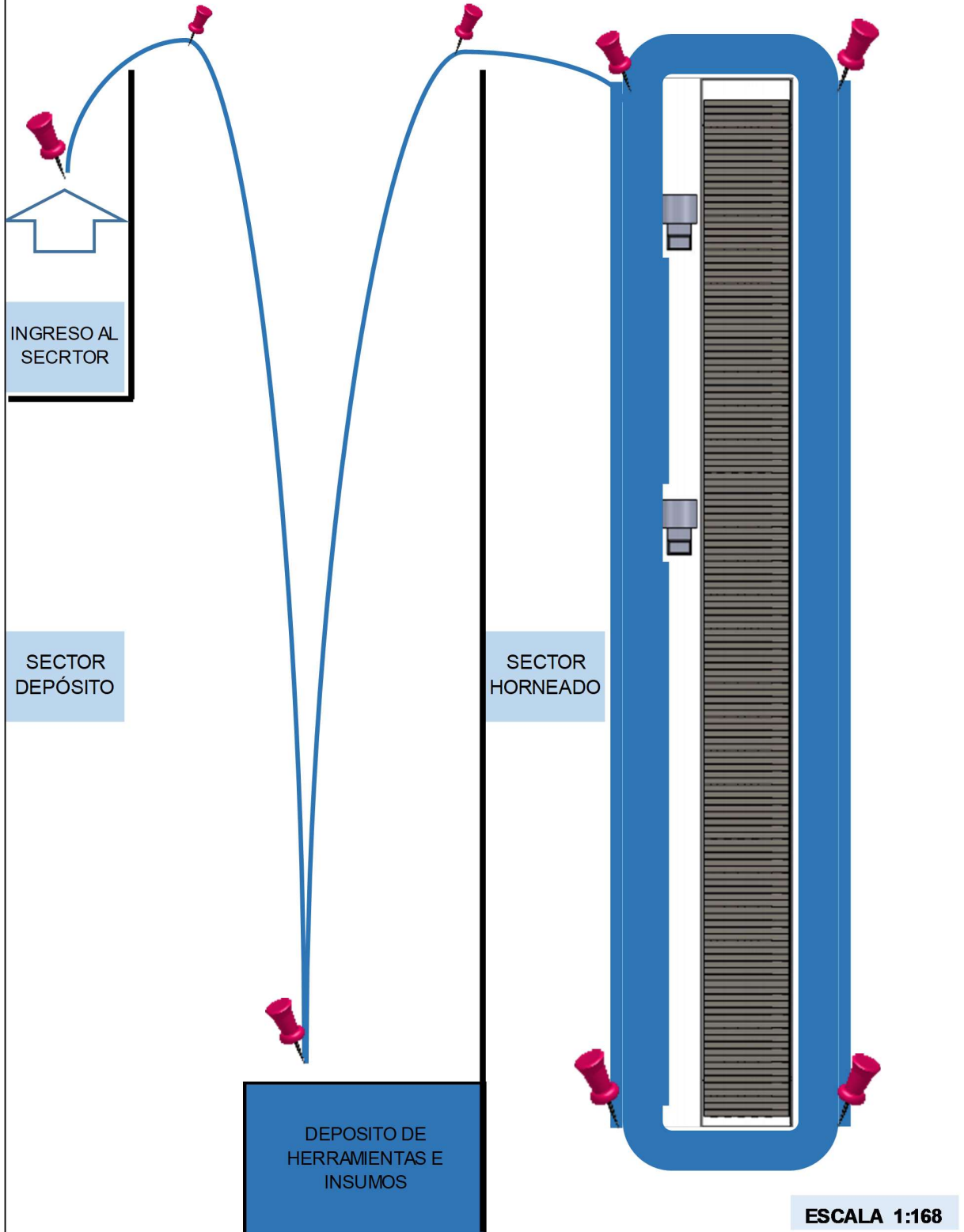


Imagen 5.9: Diagrama de hilos--Versión semestral.



**DIAGRAMA DE HILOS DEL OPERADOR: PROCESO DE MANTENIMIENTO SEMANAL DEL HORNO "JL"**

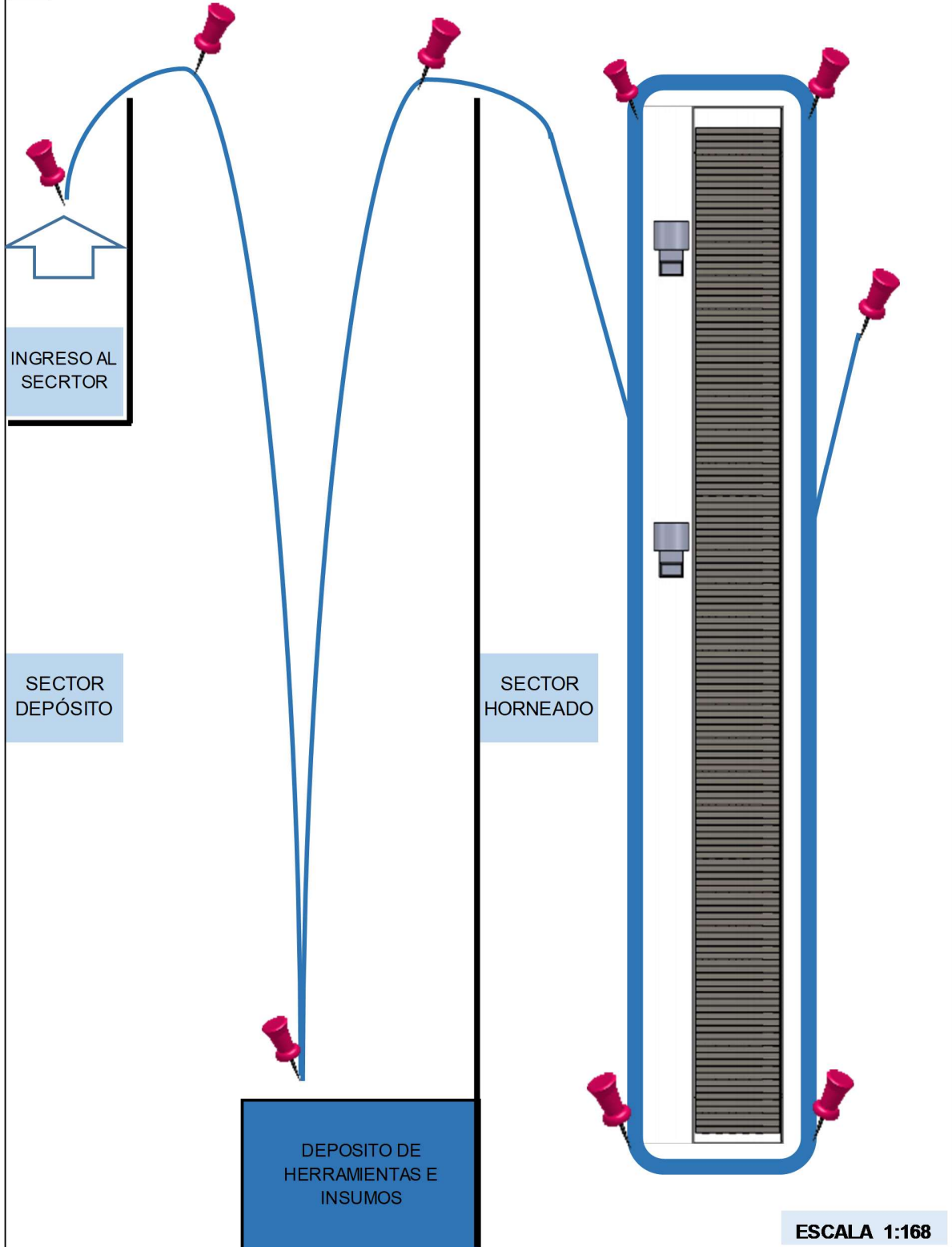


Imagen 5.10: Diagrama de hilos--Versión semanal.



Se puede observar en los diferentes diagramas que la mayor densidad de hilos indica que la mayoría de los desplazamientos se realizan sobre los laterales del horno, ya sea para montar, desmontar o limpiar los accesorios y componentes.

Se observa en el gráfico la longitud recorrida por un operador.

## 5.6 Ficha Técnica del Puesto

Con la información recolectada en los estudios realizados se puede dar forma a una ficha de puesto. Al momento de la ejecución de este proyecto la empresa no dispone de una ficha de puesto, pero sí de un inventario de tareas a realizar en su plan anual de mantenimiento:

- a) 2 paradas anuales en las cuales se desarrollan todas las actividades descritas en los diagramas, cursogramas y ficha de puesto. Tiempo de ejecución 16,6 horas
- b) 1 parada semanal en las cuales se hace uso parcial del inventario de tareas. Las tareas ejecutadas en estas paradas son:
  - Inspeccionar visualmente el quemador y la cinta transportadora.
  - Testear sensores de presión.
  - Desmontar elementos rotantes del quemador.
  - Limpiar quemadores y sus elementos.
  - Limpiar cinta transportadora.
  - Limpiar sensores y picos aspersores.
  - Limpieza del sector.
  - Registros de hallazgos en planilla de contingencias

Se elabora 1 ficha de puesto que abarca las 2 instancias ya mencionadas

FICHA TÉCNICA	
Título del puesto:	Operador de mantenimiento de hornos
Departamento al que pertenece:	Taller
Fecha del análisis:	23/3/2021
Analistas:	BARBERO, Emmanuel
Resumen del puesto:	



Operador de mantenimiento de hornos es el puesto responsable de ejecutar las acciones de mantenimiento rutinarios, preventivo y reactivo a los hornos de la empresa. Los días viernes de cada semana en un turno de 8 (ocho) horas se realiza mantenimiento rutinario, semestralmente el mantenimiento preventivo y cuando la situación lo demande el mantenimiento reactivo.

#### Relaciones:

El operador de mantenimiento se encuentra subordinado al jefe de taller, no tiene personal a cargo, tiene relaciones horizontales con los puestos de producción, sector "horneado".

#### Responsabilidades:

Es el responsable de realizar verificaciones de la integridad física y funcional, limpieza, lubricación y ajuste en horno de:  
sensores de presión, quemadores, elemento rotante del quemador, cinta transportadora, extractores, forzadores de calor, ventiladores de enfriamiento, ductos de chimeneas internas, ductos de chimeneas externas, elementos rotantes de la cadena, cadena de eslabón, burletes, puertas, caja de reducción, compuertas de ingreso, tolva de ingreso, tapas laterales.  
Es el responsable de realizar sus tareas satisfactoriamente según normas de seguridad, higiene y calidad.

#### Autoridad:

No tiene dependencias a su cargo.  
Se encuentra bajo la supervisión del supervisor; sin embargo, también puede recibir órdenes directas tanto del gerente como del jefe de área.

#### Nivel de rendimiento a alcanzar:

El rendimiento se mide por 2 aspectos:

- Parámetro de operación: que el operador realice las tareas de mantenimiento rutinario de forma correcta en 1 turno de 8 horas y las tareas de mantenimiento preventivo en 10 turnos de 8 horas.
- Parámetro de atención al cliente interno: que los mantenimientos a la rotura o reactivos se procesen en el mismo turno en que el área de producción eleve el reclamo.

#### Condiciones de trabajo y ambiente:

El operador de mantenimiento se encuentra expuesto a riesgos:

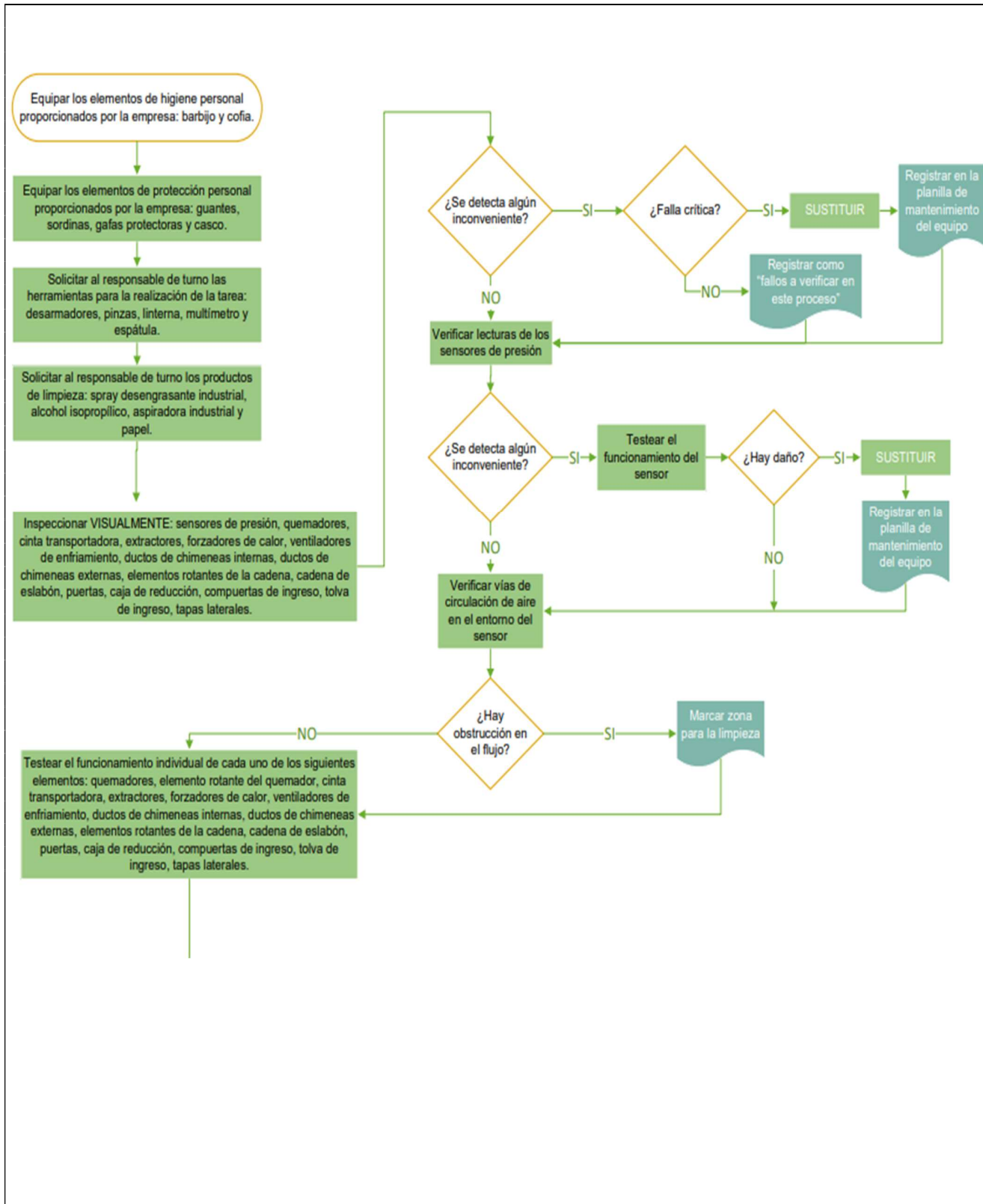
- Físicos: ruido, vibraciones, pobre iluminación y alta temperatura.
- Químicos: manipulación de limpiadores industriales.
- Ergonómicos: trabajo en espacios reducidos, en altura.
- Mecánicos: golpes por objetos proyectados o desprendidos, quemaduras, cortes, cualquier tipo de contusión, aplastamientos, manipulando elementos considerables de peso-volumen.

#### Especificaciones del puesto:

- Conocimientos: uso correcto de extintor y rol de incendio, uso correcto de material específico de trabajo (herramientas de ajuste, multímetros, limpiadores industriales, etc.), conocimiento de las normas de seguridad e higiene para la tarea, conocimiento del correcto uso de los equipos de protección personal, conocimientos básicos de electrotecnia, conocimientos básicos de mecánica y conocimientos respecto del funcionamiento del horno.
- Aptitudes: flexibilidad, adaptabilidad, orientado al resultado, expeditivo, proactivo.
- Habilidades: perfil técnico mecánico electrónico.
- Experiencia: manejo de herramientas, reparaciones mecánicas, reparaciones eléctricas.

#### Diagrama de flujo del procedimiento:





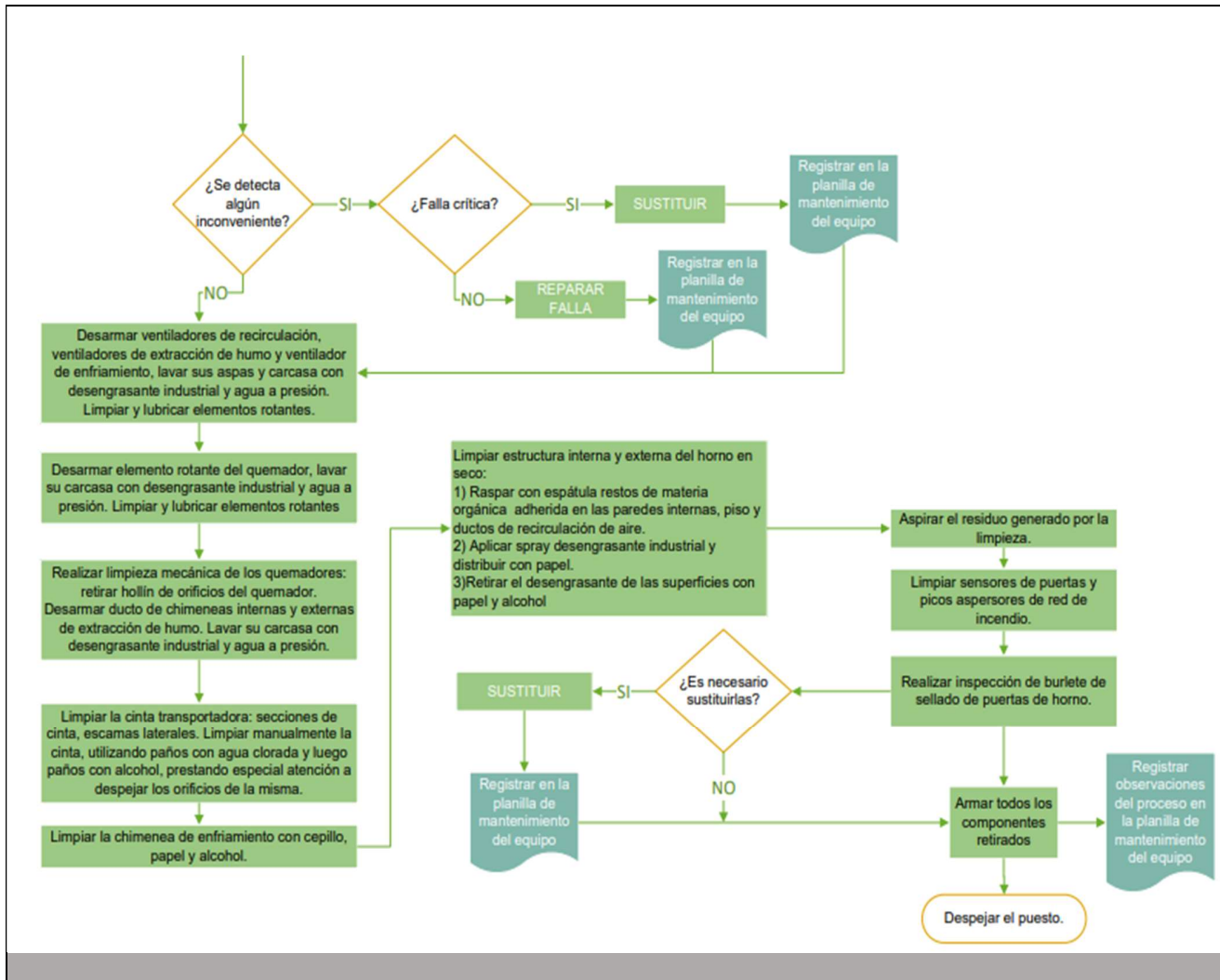


Tabla 5.7: Ficha de puesto.



## Capítulo 6. Desarrollo de Automatismo

### 6.1 Desarrollo del Modelo Computacional

Se plantea la necesidad de automatizar la limpieza de la cinta transportadora del horno de tostado de maní. El objetivo desarrollar un equipo que permita limpiar la cara frontal de cada uno de los eslabones de la cadena mediante el uso de aire comprimido y que el mismo pueda ser instalado en el reducido espacio que hay entre la cadena y la estructura del horno, como así también se pueda desinstalado con facilidad en caso de que se necesite desarmar el horno.

Las premisas para el desarrollo del equipo fueron definidas por la organización:

- Minimizar el consumo de aire comprimido.
- Mantenimiento poco complejo.
- Construcción poco compleja, se usan perfiles de [25x25x2]mm de acero inoxidable.
- Que permita reusar motores eléctricos y cajas reductoras de velocidad que se encuentran almacenadas sin utilización.
- De funcionamiento continuo y sin supervisión.
- Que el material del equipo sea apto para industria alimenticia.

Para el montaje del dispositivo se cuenta con un reducido espacio, por lo que se modeló el horno en un software de diseño y a partir de las restricciones estructurales que el mismo presentaba, se desarrolló el modelo del equipo de limpieza.



Imagen 6.1: Vistas del ingreso del horno.



Se identificó la zona apropiada para la instalación del dispositivo: en el extremo donde se produce el ingreso al horno.

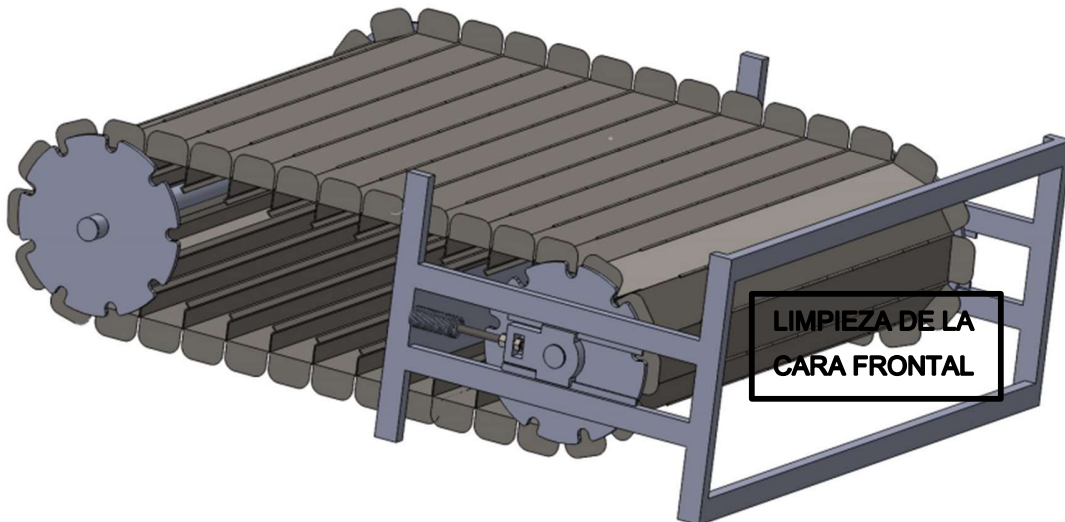


Imagen 6.2: Modelo digital del horno túnel—Vista en perspectiva.

Para la limpieza de la cara frontal se dispone de un espacio de 1 metro cubico aproximadamente, el cual está dispuesto como se puede apreciar en el siguiente modelo:

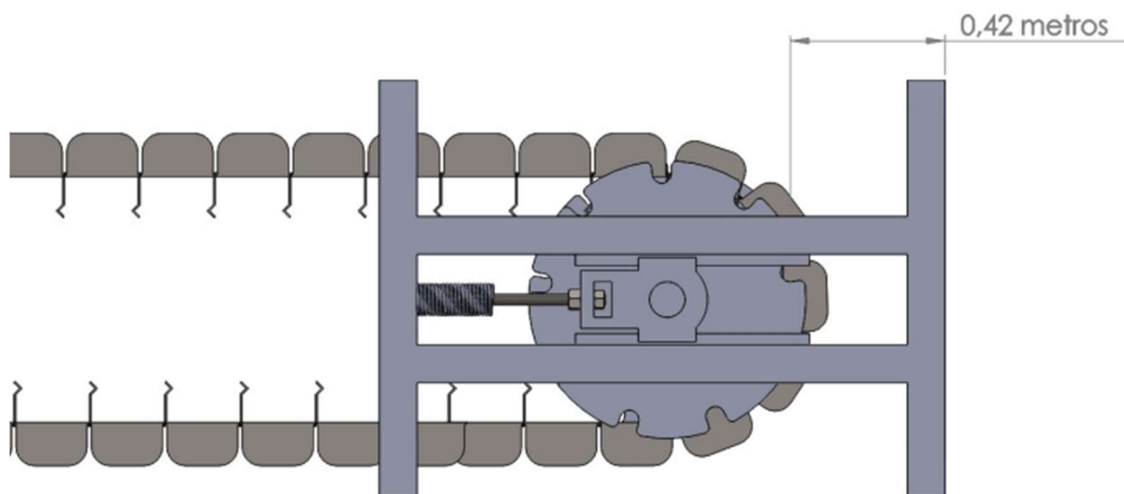


Imagen 6.3: Modelo digital horno túnel - Vista lateral.

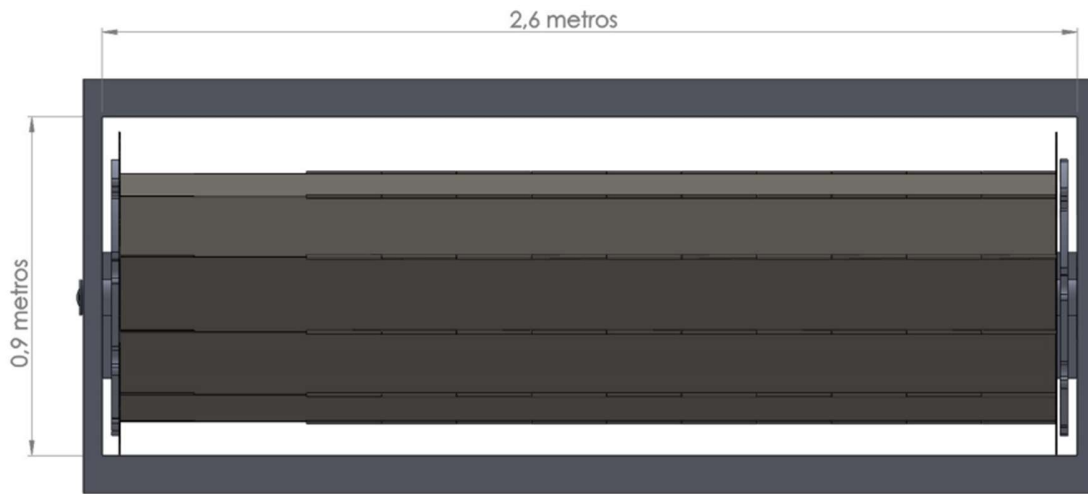


Imagen 6.4: Modelo digital del horno túnel—Vista en frontal.

Los eslabones que deben ser limpiados son de acero inoxidable, al igual que el resto del horno, y sus dimensiones son las siguientes:

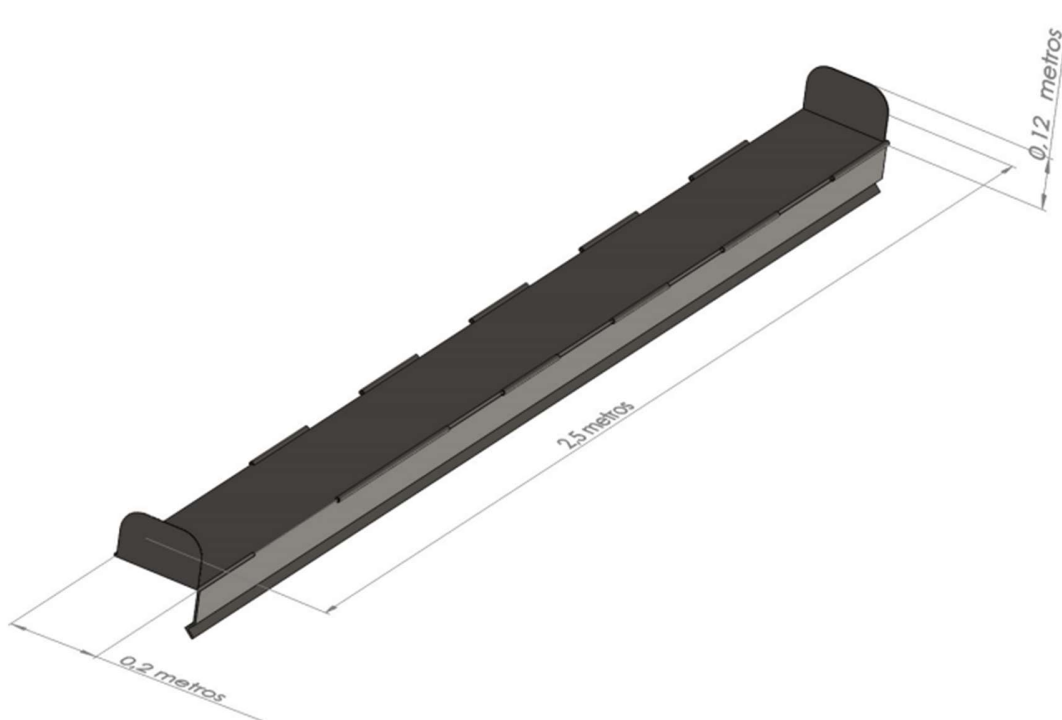


Imagen 6.5: Modelo digital del eslabón de la cadena.—Vista en perspectiva.



## 6.2 Boquillas de Aire Comprimido

El principio de limpieza será mecánico e implementado mediante la aplicación de aire comprimido sobre la superficie de los eslabones. Para que se pueda realizar una limpieza efectiva se necesita una velocidad de aire superior a la generada por el compresor, por este motivo se definió aplicar el aire comprimido sobre la cadena mediante la utilización de boquillas de aire comprimido

Las boquillas de soplado son una solución simple para reducir el consumo excesivo de aire y los niveles de ruido en procesos con aire comprimido. Estas producen un flujo de aire de salida de hasta 25 veces su consumo de aire comprimido, lo que implica una velocidad de salida de aire muy superior a su velocidad de entrada. (EXAIR, s.f.)

La selección de la boquilla de soplado es fundamental para el control en los costos de generación de aire, como así también para definir la velocidad con la que el aire impacta en la superficie a limpiar. Utilizando una boquilla el ahorro de aire puede ser de hasta el 80% en comparación con cañerías utilizadas comúnmente en procesos de soplado. Menos aire comprimido significa también menor nivel de ruido. (EXAIR, s.f.)

Ventajas:

- ❖ Reducen el costo del aire comprimido.
- ❖ Reducción promedio de 10 dBA en los niveles de ruido.
- ❖ Mejoran los procesos de secado.
- ❖ Compactos.
- ❖ Cumplen con las normas OSHA de presión y niveles de ruido.
- ❖ Mejoran la producción.
- ❖ Mejoran la seguridad.

### 6.2.1 Características y generalidades de las boquillas

Las boquillas de soplado entregan una fuerza de hasta 624 gramos, lo que las convierte en adecuadas para la mayoría de las aplicaciones de soplado, secado, enfriado o limpieza. Estas utilizan una pequeña cantidad de aire comprimido en la alimentación para aspirar elevados volúmenes de aire del entorno. Por este motivo son extremadamente eficientes, produciendo un alto empuje y un elevado flujo de aire de alta velocidad con un bajo nivel de



sonido y consumo de aire. El aire comprimido es eyectado a través de orificios ubicados entre medio de ranuras, lo que les impide ser bloqueados, volviéndolos seguros para el operario y cumpliendo con las normas OSHA debido a la imposibilidad de ser bloqueados. (EXAIR, s.f.)

Las boquillas utilizan el efecto coanda, poseen pequeños orificios direccionadores para amplificar el caudal de salida 25 veces o más:

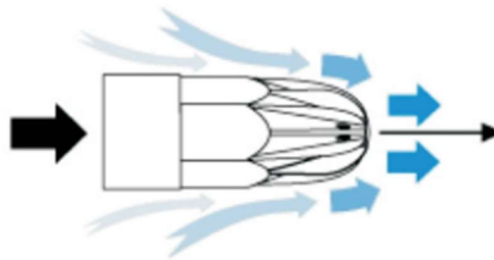


Imagen 6.6: Principio de acción de las boquillas. (EXAIR, s.f.)

Como se ilustra en la figura, el aire comprimido es enviado desde el compresor a una serie de pequeños orificios por el perímetro de salida. Este aire a la salida viaja a lo largo de las paredes del orificio, el aire del entorno ingresa dentro del caudal principal. Este caudal presenta como resultado, un chorro de aire de alto volumen y elevada velocidad con un mínimo consumo.

### 6.2.2 Selección de boquilla

El material de la boquilla debe ser acero inoxidable 316-303, este material soporta altas temperaturas, ambientes corrosivos, usos mecánicos y es comúnmente utilizado en el procesamiento de alimentos e industrias farmacéuticas.

Se selecciona una boquilla modelo "1010SS 1/8 BSP macho" de acero inoxidable 303, dicho producto es comercializado por distribuidores locales por lo que no representa ninguna dificultad su adquisición.



Imagen 6.7: Boquilla Micro. (EXAIR, s.f.)

VARIABLE		Magnitud
Modelo		BP1010SS
Conexión de entrada		1/8" macho
Consumo	[SLM]	368
Fuerza	[gramos]	340
Nivel de ruido [dBA]		80

Tabla 6.1: Características de la boquilla Micro.



Para cuantificar esto, el consumo de aire puede ser trasladado al uso de energía eléctrica. El compresor que alimenta el sector de hornos posee una potencia de 15 HP, equivalente a 11,2 kW y es capaz de producir 1800 SLPM.

Sistemas de soplado ineficientes pueden desperdiciar aire comprimido, esto demandará más tiempo de funcionamiento para el compresor, lo que generará que la planta experimente frecuentes y observables caídas de presión y un aumento de consumo de energía eléctrica.

La fuerza del aire liberado por la boquilla es inversamente proporcional a la distancia recorrida por el mismo. En el siguiente diagrama se representa el área de acción de aire y como cambia en función de la distancia. (EXAIR, s.f.)

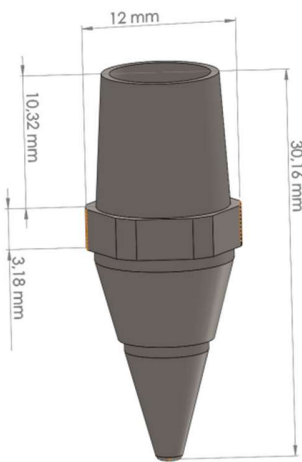


Imagen 6.8: Modelo digital de la boquilla.

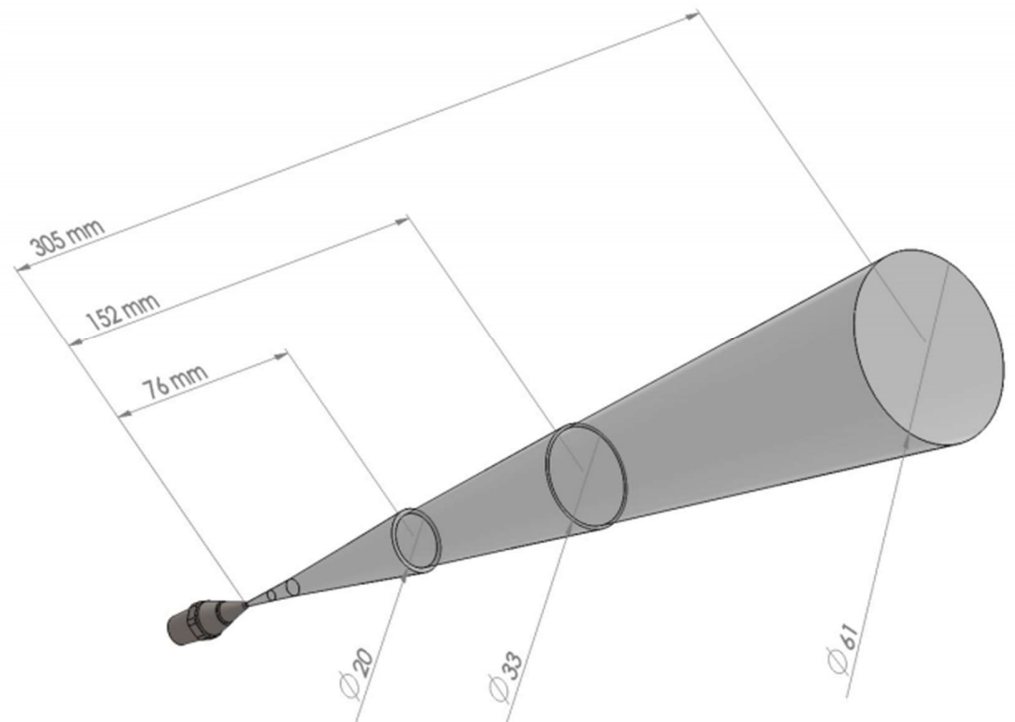


Imagen 6.9: Cono de acción del aire comprimido

Es necesario contemplar esta situación en el diseño del equipo ya que, mientras más distancia exista entre la boquilla de aire y los eslabones de la cinta, menor será la fuerza con la que el aire impacte sobre los residuos a remover y, consecuentemente, menos efectiva será la limpieza.





### 6.3 Componentes del Equipo de limpieza

El equipo de limpieza está diseñado para ser construido con elementos de uso ordinario, que se encuentren disponibles en el mercado y de sencilla fabricación en el caso de las piezas que necesariamente se deben manufacturar.

A continuación, se procede a listar cada uno de los elementos constitutivos como así también su funcionalidad, procesos involucrados en su manufactura y medidas de forma. En todos los casos se utiliza como material “acero inoxidable AISI 304L”, el cual es apto para la industria alimenticia

**Carros.** Construidos con una plancha de acero de 2,8 mm de espesor y dos ejes de 10 mm de diámetro. Se utilizan 4 rodamientos asegurados con 4 arandelas seeger. En el centro de la plancha hay un orificio que permite colocar tornillos o espárragos de 6 mm de diámetro, los cuales sirven para asegurar el carro al conjunto que contiene el sistema de extrusión de aire y al conjunto que transmite la fuerza motriz. Las operaciones necesarias para su manufactura son corte, soldado y perforado.

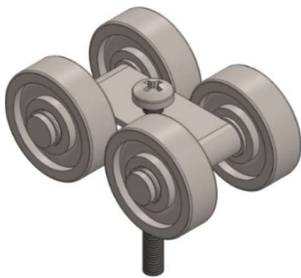


Imagen 6.11: Carro.

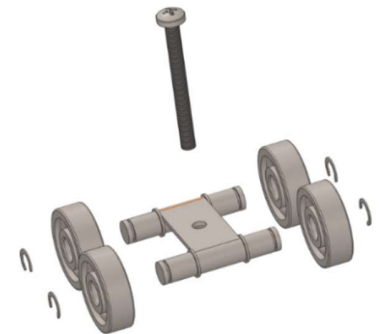


Imagen 6.10: Componentes del carro.

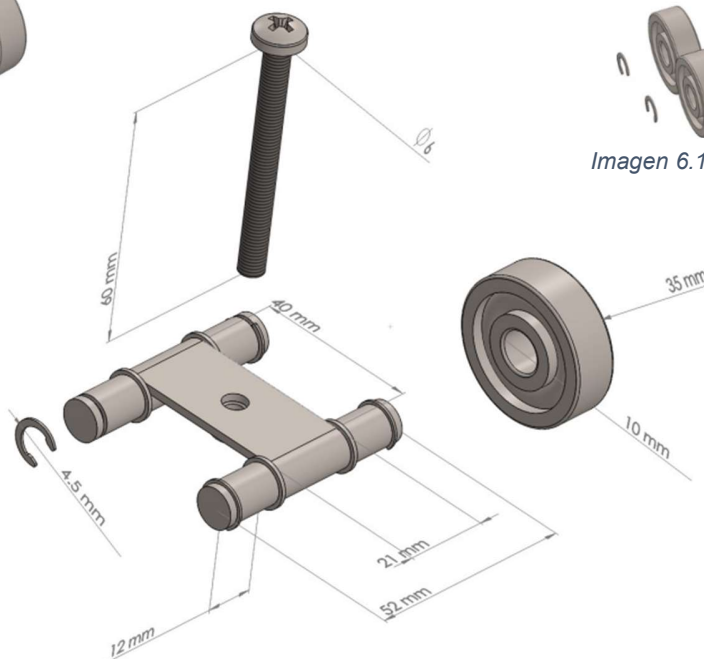


Imagen 6.12: Componentes del carro.



**Soporte para las boquillas.** Es una pieza cuya función es de distribuir el aire comprimido de la manguera de alimentación en 4 boquillas diferentes. El aire ingresa por el conducto de alimentación del soporte, pasa a una cámara interna con forma cilíndrica, esto minimiza la fricción, y finalmente se distribuye en las 4 boquillas. Cuenta con ranuras que permiten el desplazamiento del conjunto en una dirección, esto permite hacer una pequeña calibración del equipo de limpieza, acercando o alejando el conjunto de boquillas del cuerpo a limpiar. Para su manufactura son necesarias operaciones de corte, soldado, perforado y soldado.

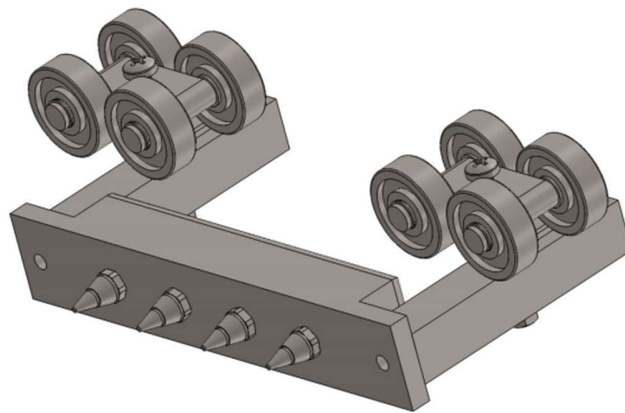


Imagen 6.13: Conjunto expulsor de aire comprimido--Vista en perspectiva.

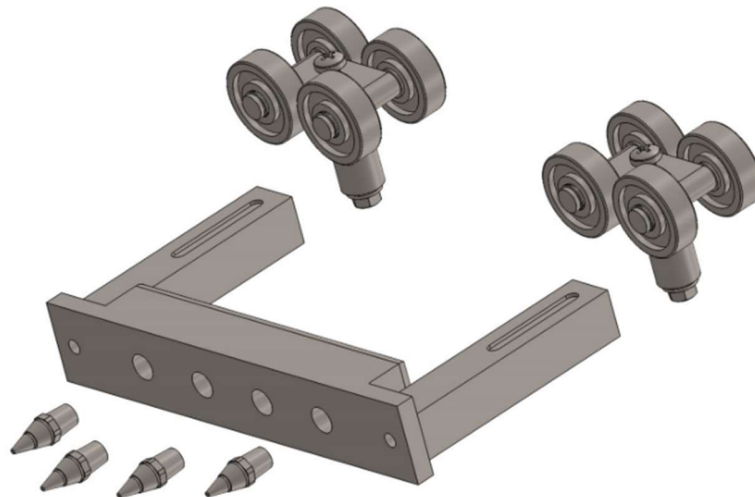


Imagen 6.14:Conjunto expulsor de aire comprimido--Vista explosionada.

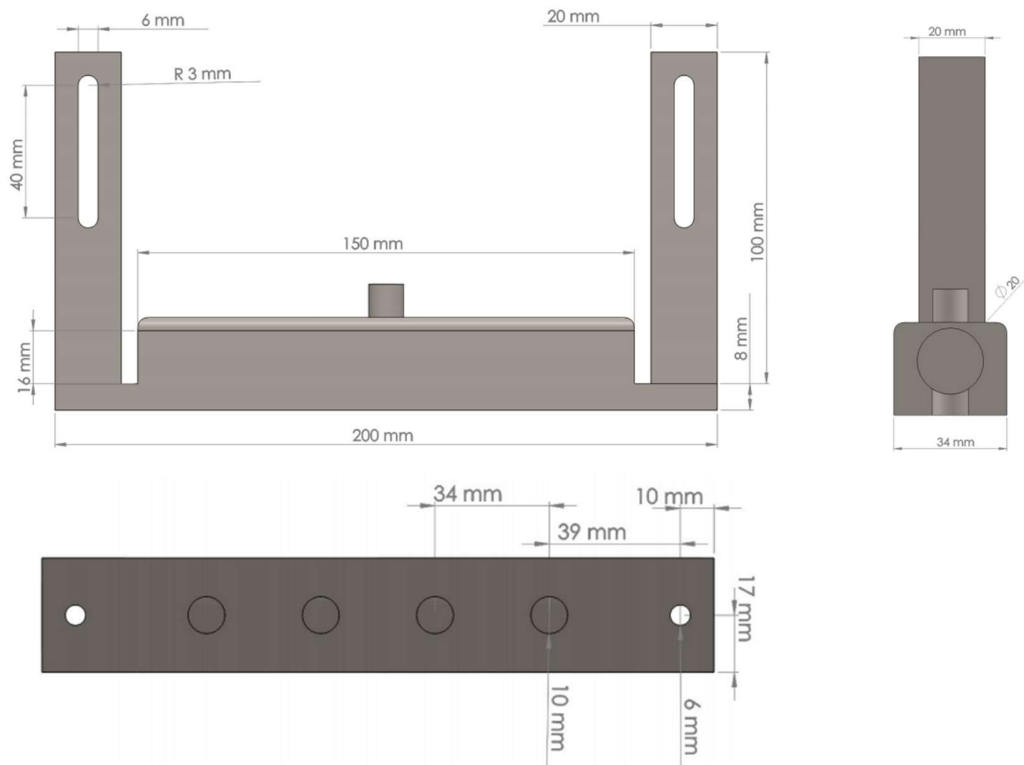


Imagen 6.15: Múltiple expulsor de aire comprimido-- Vistas fundamentales.

**Pista perfil "C"**. Perfil que restringe el movimiento de los carros a solo una dirección. Para su manufactura son necesarias operaciones de plegado y corte. Posee una ranura sobre la cara plana superior para darle lugar al tornillo guía que cumple la función de transmitir la fuerza motriz. Para su manufactura son necesarias operaciones de corte y plegado.

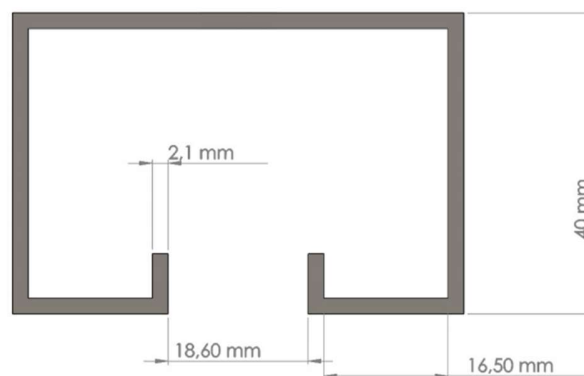


Imagen 6.16: Perfil "C".

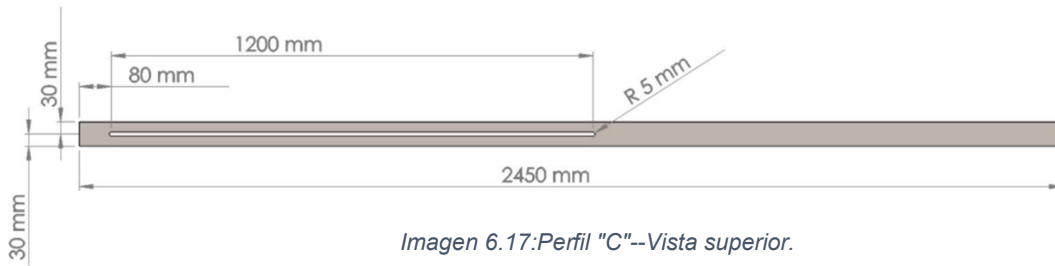


Imagen 6.17: Perfil "C"--Vista superior.

**Conjunto de transmisión.** Conjunto de varillas que transmite el movimiento en un movimiento alternado lineal del cilindro neumático al conjunto de carros. Para su manufactura son necesarias operaciones de corte y perforado. Se utiliza acero de 3 mm de espesor.

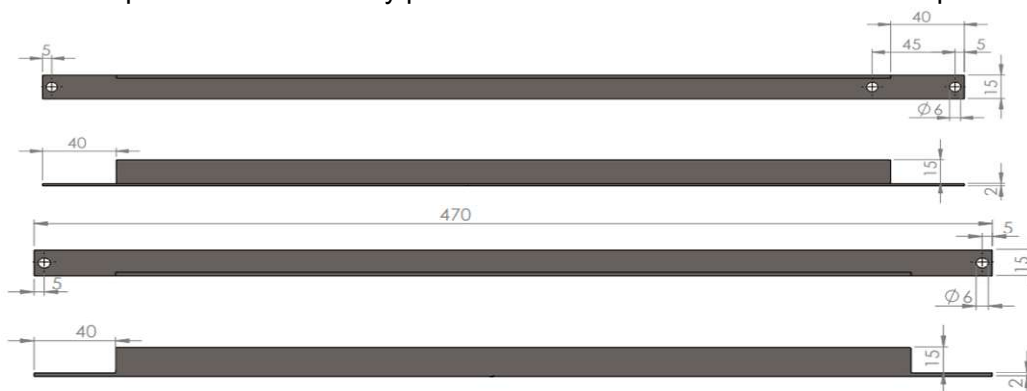


Imagen 6.18: Varillas de transmisión.

**Puente.** Estructura diseñada para montar los distintos elementos que constituyen el equipo de limpieza. Cuenta con una serie de orificios de fijación que permiten montar el cilindro neumático en diferentes posiciones y así lograr un mejor recorrido del conjunto de limpieza a lo ancho de la cinta transportadora. Para su manufactura son necesarias operaciones de corte, soldado y perforado.

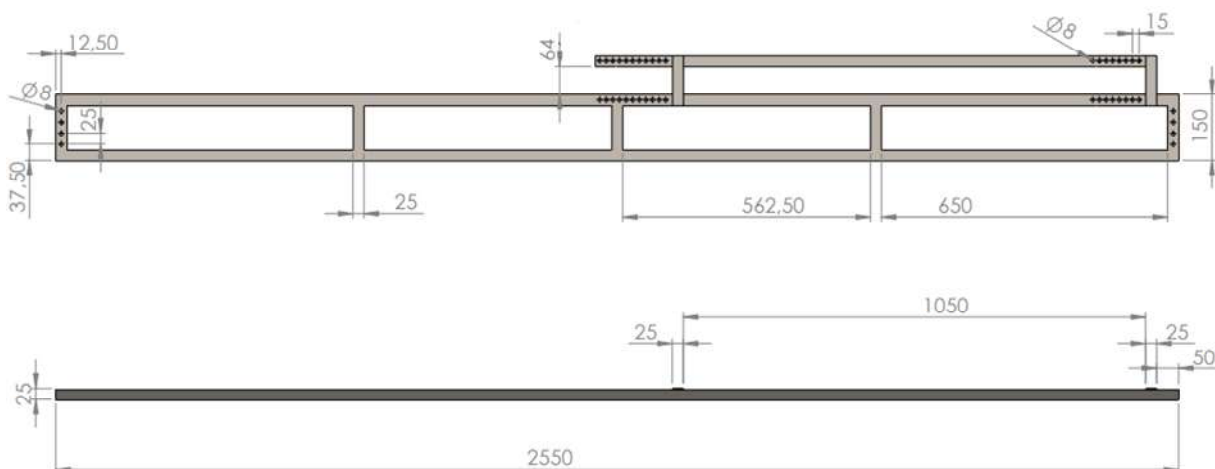


Imagen 6.19: Puente.



**Soportes.** Diseñados para soportar el peso del equipo y poder montarlo en el horno de tostado. Cuenta con cuatro posiciones en las que se puede asegurar el puente, esto le brinda la posibilidad de regular la distancia del ensamble a la superficie a limpiar. Para su manufactura son necesarias operaciones de corte, perforado y soldado.

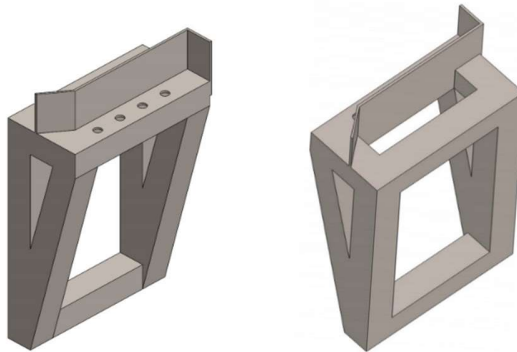


Imagen 6.20: Soportes del puente.

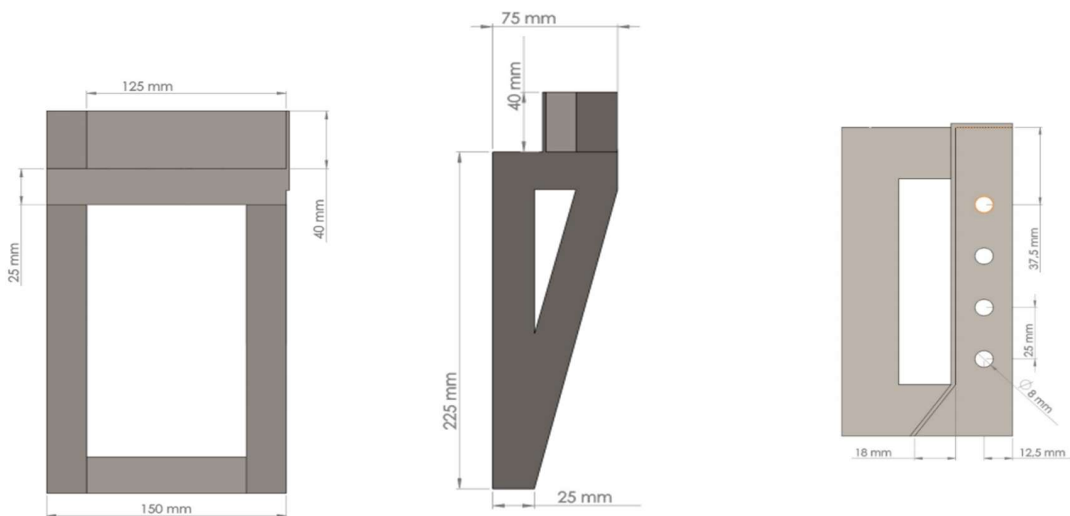


Imagen 6.21: Soportes del puente—Dimensiones.

**Conector cilindro-carro.** Tiene como función unir el extremo del embolo del cilindro neumático con el tornillo sujetador en el carro designado como “motriz”.

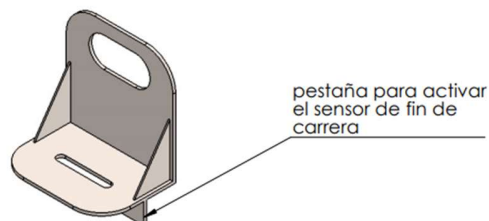


Imagen 6.22: Conector cilindro neumático-carro—Perspectiva.

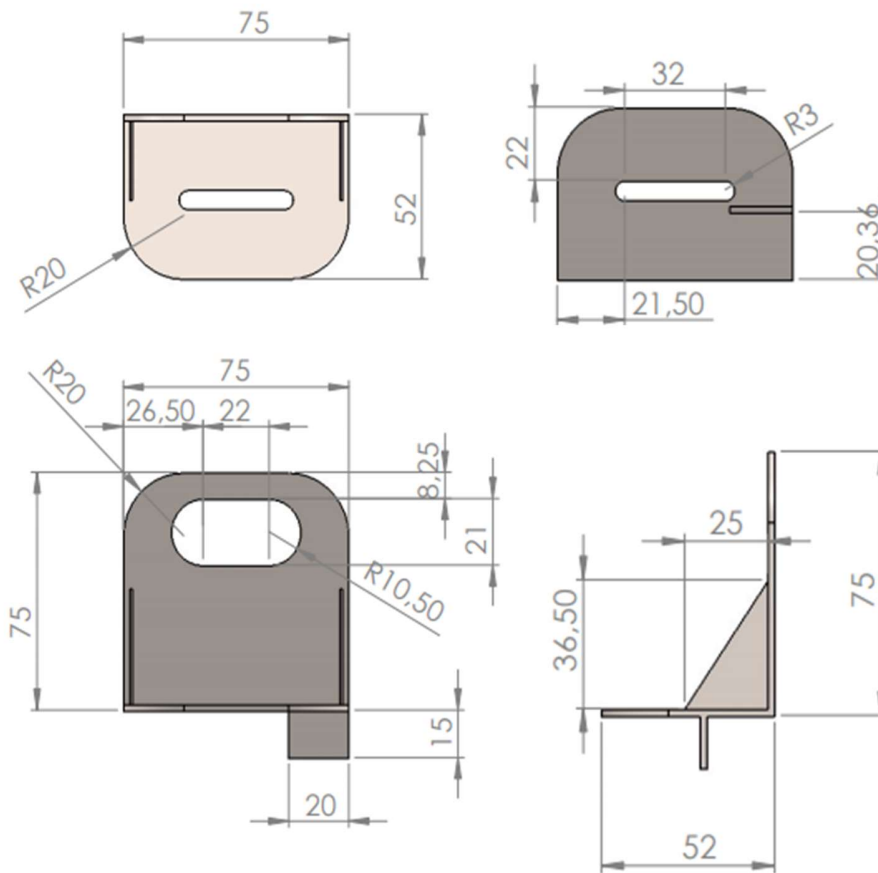
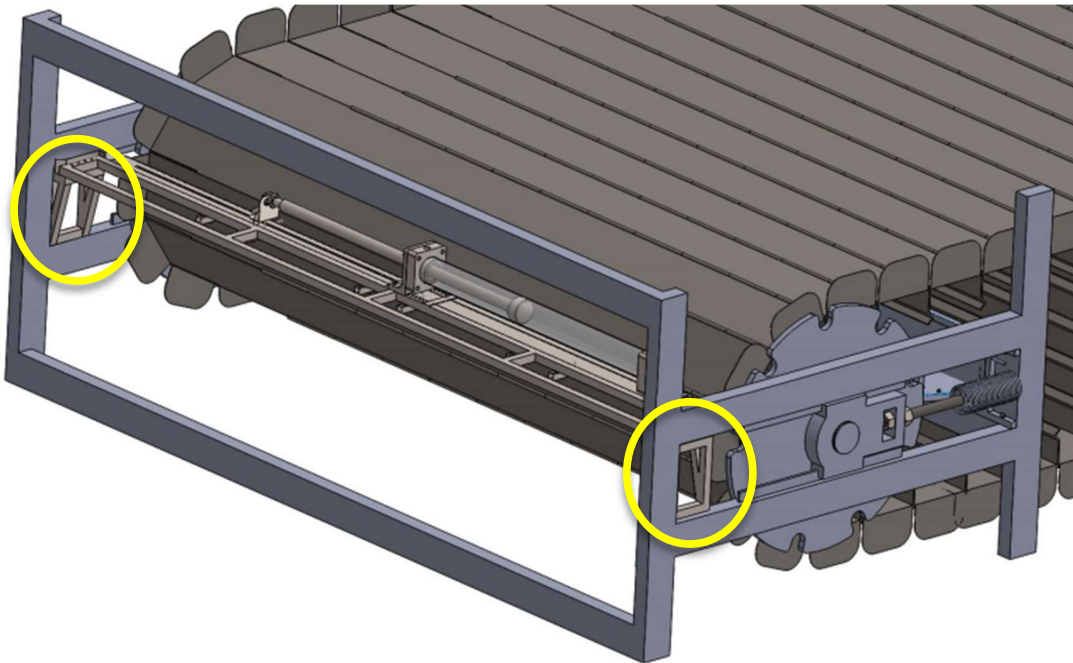


Imagen 6.23: Conector cilindro neumático-carro.

#### 6.4 Automatismo Limpiador de Cinta Transportadora

Es un sistema accionado por un cilindro neumático de doble efecto que, a través de un mecanismo de válvulas neumática y sensores de final de carrera, se mueve en una dirección u otra. Este movimiento alternativo motoriza un conjunto de boquillas de aire comprimido que están montadas sobre un múltiple que a su vez es sostenido por un conjunto de carros que viajan a través de una pista rectilínea dispuesta de manera transversal a la cadena transportadora.

Perfil de la “pista guía” sobre la que se realiza el movimiento de los carros es de tipo “C”, se selecciona este perfil para reducir los grados de libertad del conjunto que se moviliza en esta pista. Inicialmente se instalan los soportes laterales sobre los que luego se monta el puente:



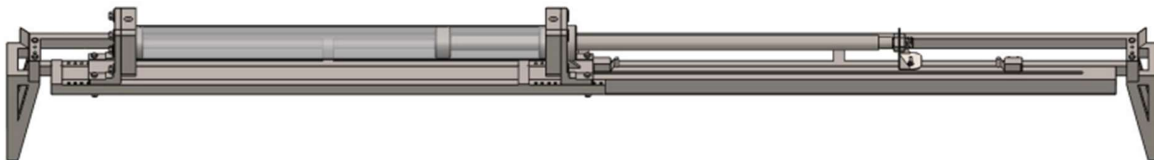
*Imagen 6.24: Instalación del automatismo en el horno.*

Sobre los mencionados soportes se ajusta el puente y bajo este se instala la pista perfil "C":



*Imagen 6.25: Puente del automatismo montado sobre sus soportes.*

Una vez que el puente está montado, sobre el mismo se instalan el conjunto neumático y la pista para los carros:



*Imagen 6.26: Ensamble de soportes, puente y cilindro neumático.*



Imagen 6.27: Ensamble de soportes, puente y cilindro neumático-Perspectiva.

Como último paso del ensamble del equipo, se deben unir el conjunto extrusor de aire que luego será insertado en la pista:



Imagen 6.28: Conjunto móvil del automatismo.

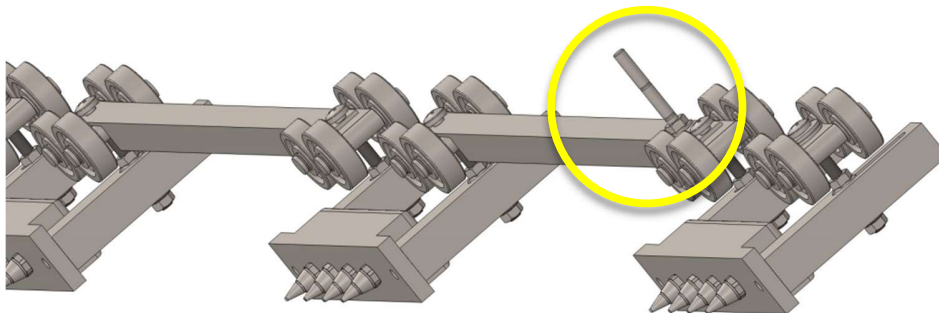


Imagen 6.29: Vástago que conecta el cilindro con el conjunto móvil.

En la última imagen se puede observar el tornillo que se ajusta al conector cilindro-carro el cual transmite el movimiento desde el cilindro neumático a tren portador de las boquillas.





Una vez montado sobre la pista guía, se desplaza el conjunto de carros apoyados sobre rodamientos radiales, los cuales se seleccionaron para soportar las eventuales cargas axiales que genera el mecanismo, que sostienen un conjunto distribuidor de aire comprimido sobre el cual se enroscan las cuatro boquillas de soplado.

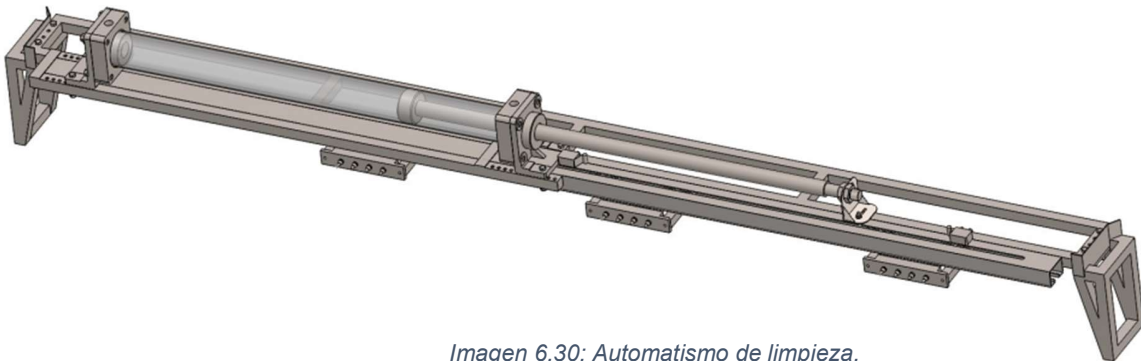


Imagen 6.30: Automatismo de limpieza.

## 6.5 Circuito y Componentes Neumáticos

A continuación, el diagrama del circuito neumático elaborado mediante el software

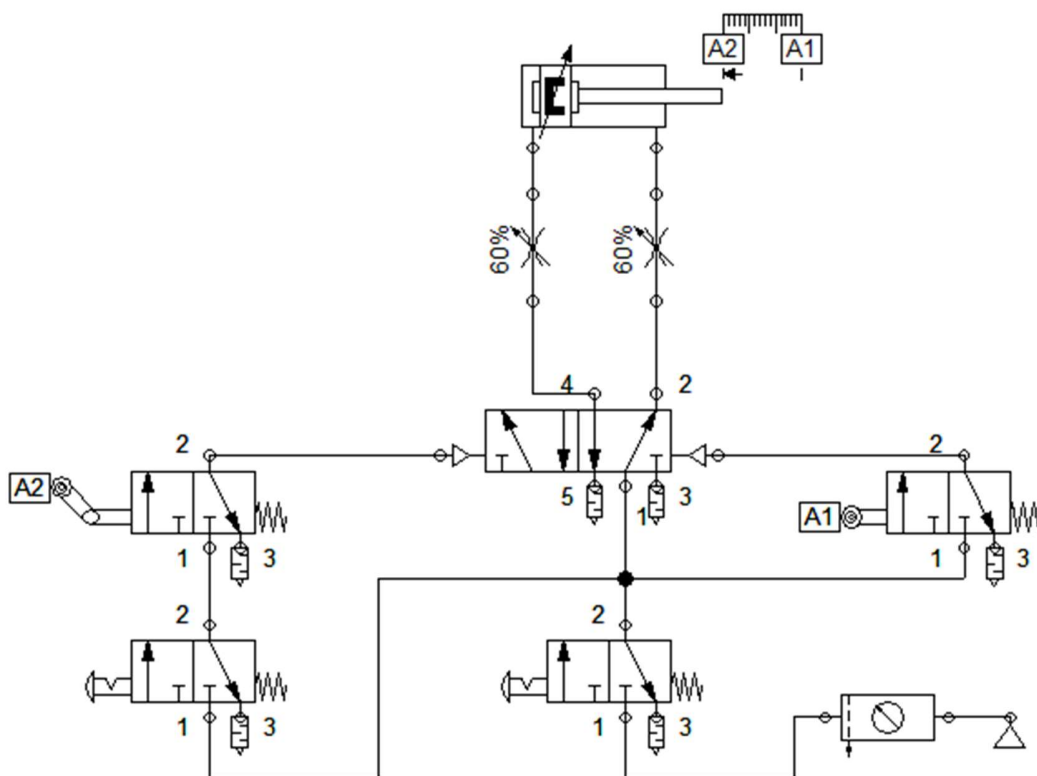


Imagen 6.31: Circuito neumático y sus elementos.



El conjunto motriz para este equipo es de naturaleza neumática y consta de:

- 1 cilindro normalizado doble acción: diámetro 32mm y carrera 950mm.
- Conectores rápidos para manguera de 6`8
- 2 válvulas estranguladoras
- 2 sensores de fin de carrera neumáticos
- 1 unidad de mantenimiento
- 2 válvulas 3/2 de acción manual con enclave
- 1 válvula 5/2 accionada neumáticamente

Secuencia de inicio:

- 1) Activando la válvula manual con enclave 3/2 conectada al sensor A2.
- 2) Activando la válvula manual con enclave 3/2 conectada a la unidad de mantenimiento.

Esto alimenta el circuito con aire comprimido desde la posición inicial del cilindro.

Secuencia de finalización:

- 1) Desactivar la válvula manual con enclave 3/2 conectada al sensor A2.
- 2) Desactivar la válvula manual con enclave 3/2 conectada a la unidad de mantenimiento.

Esto impide el ingreso de aire al circuito y ubica al cilindro en la posición de arranque o inicial.

Secuencia de purgado: se produce de manera automática luego de la ejecutar la secuencia de finalización.

Una vez que se da inicio al funcionamiento del automatismo, se regula la velocidad del cilindro a través de las válvulas estranguladoras y los sensores de fin de generan la señal neumática para que la válvula 5/2 se active y consecuentemente cambie el sentido del movimiento del cilindro.

### **6.5.1 Actuador neumático**

Un actuador neumático es un dispositivo capaz de transformar energía neumática en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control.



Imagen 6.32: Actuador neumático. (FESTO Didactics)

El cilindro doble efecto recibe aire a presión de ambos lados del embolo, esto le permite realizar trabajo en los 2 sentidos. Tanto avance como retroceso son efecto de la acción de aire comprimido eliminando la necesidad de un muelle de reposición. Las dos conexiones que posee se utilizan tanto para alimentación como evacuación del aire a presión.

La fuerza ejercida sobre el vástago es algo mayor en el movimiento de avance que en el de retroceso, debido a que la superficie en el lado del embolo es más grande que en el lado del vástago.

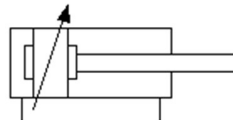


Imagen 6.33: Actuador neumático-Símbolo. (FESTO Didactics)

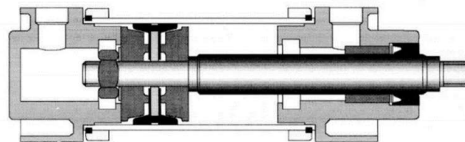


Imagen 6.34: Actuador neumático-Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.2 Selección de actuador neumático

El actuador se elige en función de la carrera definida y del peso del conjunto a movilizar. La carrera es de 950 mm y el peso del conjunto se estima con la densidad del acero inoxidable y el volumen del conjunto, a ello le aplicamos un coeficiente de seguridad del 20%.

Mediante el uso de software especializado podemos definir otras variables físicas de interés como los momentos de inercia del conjunto que se moviliza por las pistas:

- Masa: 9547,66 gramos
- Volumen: 1,4 metros cúbicos



Por sus características de diseño todo el peso del conjunto es soportado por la misma estructura del equipo, la única fuerza que debe vencer el cilindro neumático es la de rozamiento del sistema neumático y el del conjunto a movilizar. El primero se estima en 10% de la fuerza teórica del embolo y el otro debemos calcularlo:

Definiendo como coeficiente de rozamiento para el acero inoxidable  $\mu = 0.35$

- $N = C_s * w * g = 1.2 * 9.547 [kg] * 9.81 \left[ \frac{m}{s^2} \right] = 112.39 [N]$  (FESTO Didactics)
- $C_s$ : coeficiente de seguridad
- $w$ : peso
- $g$ : aceleración debida a la atracción gravitatoria

La fuerza de rozamiento total del conjunto a movilizar es:

- $F_R = N * \mu = 112.39[N] * 0.35 = 39.33 [N]$  (FESTO Didactics)

La fuerza del embolo teórica de un cilindro de doble acción se define como:

Carrera de avance:  $F_{ef} = (A * p) - F_R$  (FESTO Didactics)

Carrera de retroceso:  $F_{ef} = (A' * p) - F_R$  (FESTO Didactics)

- $F_{ef}$  = Fuerza del embolo efectiva [N]
- $A$  = Superficie del embolo [ $m^2$ ] =  $(D^2 * \pi) / 4$
- $A'$  = Superficie del embolo [ $m^2$ ] =  $(D^2 - d^2 * \pi) / 4$
- $p$  = Presión de trabajo [Pa]
- $F_R$  = Fuerza por fricción, se calcula como el 10% de  $F_{te}$  [N]
- $D$  = diámetro del cilindro [m]
- $d$  = diámetro del vástago [m]

Calculando el esfuerzo efectivo o teórico en la carrera de avance para un diámetro tentativo de 32mm vemos:

$$F_{R\ aire} = (A * P) * 0.1 = 0.7 [N] \quad (\text{FESTO Didactics})$$

Entonces, acorde al fabricante, verificamos que el diámetro seleccionado del cilindro sea apto para las variables de trabajo:

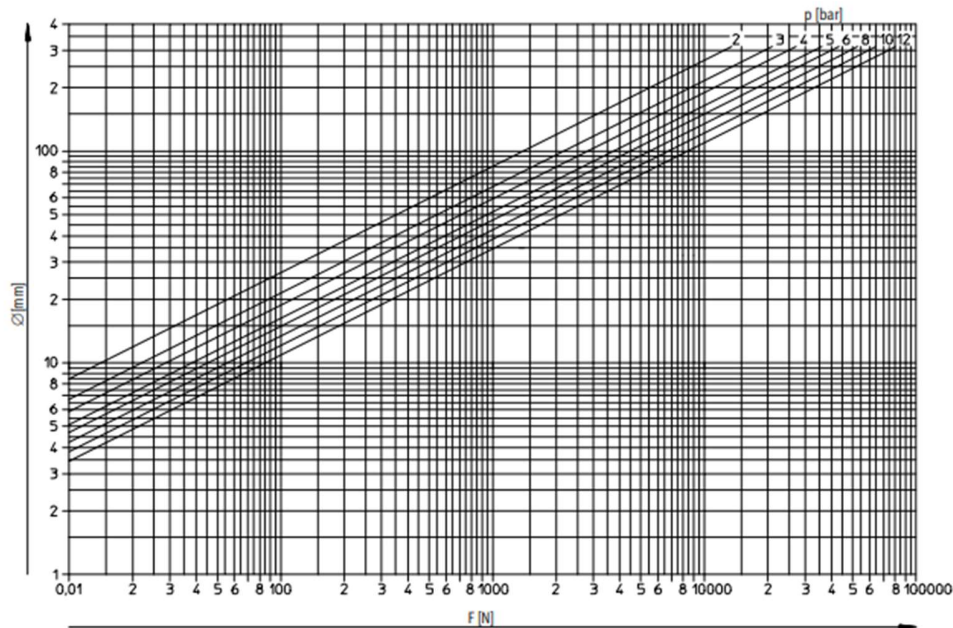


Imagen 6.35: Tabla para selección del cilindro neumático. (FESTO Didactics)

Las carreras demasiado largas significan un esfuerzo muy grande en los cojinetes guías y el vástago. Para evitar peligros de pandeo verificamos que cumpla con las relaciones máximas especificadas por el fabricante:

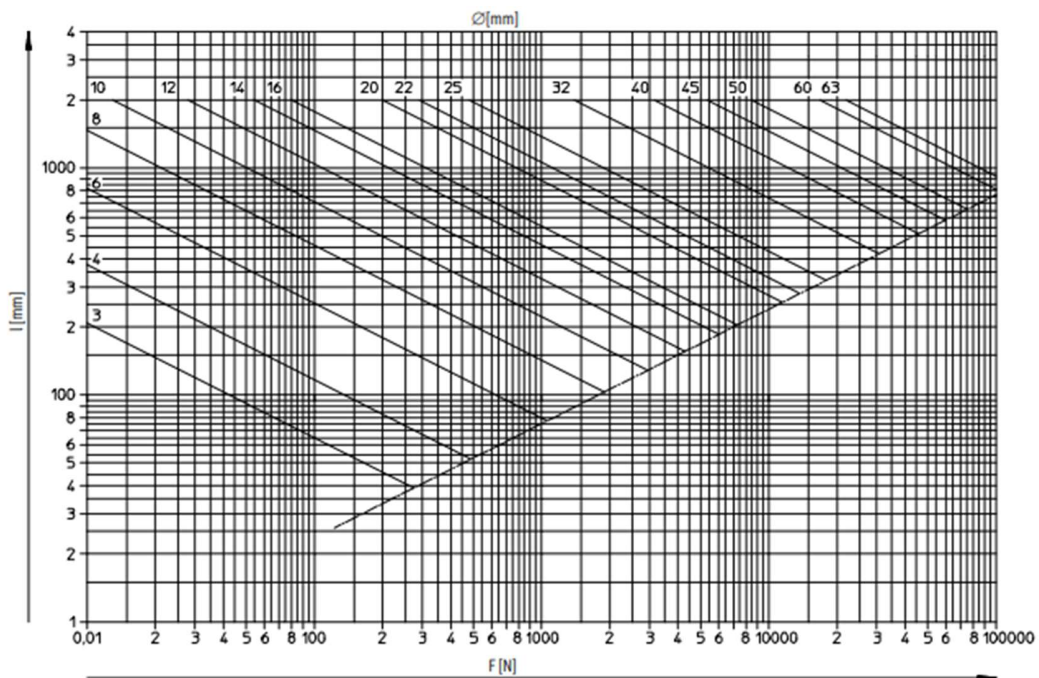


Imagen 6.36: Tabla de relaciones entre diámetros y carreras. (FESTO Didactics)



### 6.5.3 Unidad de mantenimiento

En la unidad de mantenimiento se ejecutan las funciones de acondicionamiento del aire a presión: filtrar, regular y lubricar. Esta se antepone a todas las instancias neumáticas del circuito. El condensado, las impurezas y exceso de aceite pueden ser motivo de desgaste de las piezas móviles del circuito. El filtrado es fundamental, ya que el equipo se instala en un horno para productos alimenticios y si se inyecta aire con residuos, puede contaminar el producto final. Considerando esto, no se debe lubricar el aire debido a que el aceite llegaría a la superficie del horno cuando el circuito neumático realiza las purgas propias del funcionamiento. (FESTO Didactics)

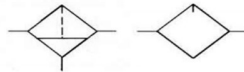


Imagen 6.37: Unidad de mantenimiento—Símbolo. (FESTO Didactics)

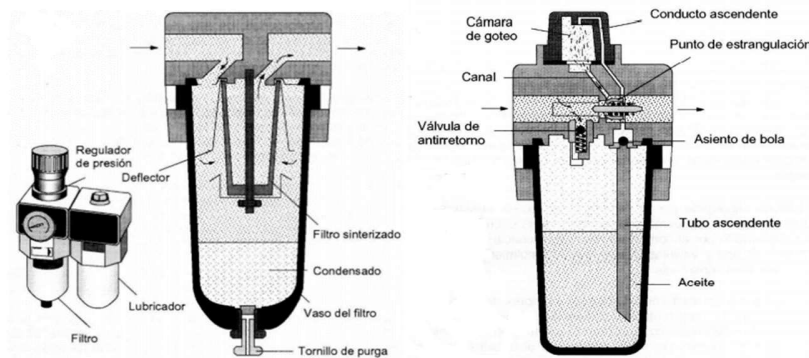


Imagen 6.38: Unidad de mantenimiento--Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.4 Válvula 5/2

Una válvula multi vía es la que tiene varias entradas y salidas, de modo que puede, mediante un mecanismo conveniente, distribuir el flujo de un fluido por unos caminos u otros, según convenga a la instalación a la que sirve. Las válvulas 5/2 tienen cinco conexiones y dos posiciones, su accionamiento es completamente neumático y con esta podemos detener el cilindro de doble efecto en los márgenes de su carrera. Si en ambas conexiones de mando, pilotajes, no se aplica ninguna señal neumática, la válvula se mantiene en su posición intermedia por efecto de los muelles de centrado. (FESTO Didactics)

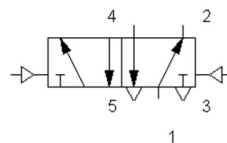


Imagen 6.39: Símbolo de válvula 5/2. (FESTO Didactics)

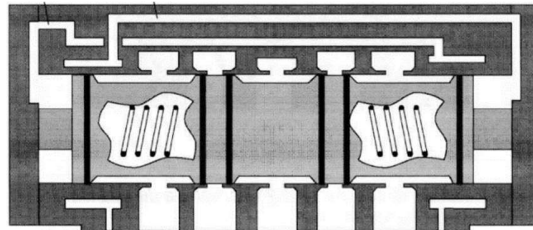


Imagen 6.40: Válvula 5/2--Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.5 Silenciadores

Los silenciadores sirven para disminuir el ruido y los riesgos de proyección de partículas producidas por los escapes de diferentes componentes neumáticos. Normalmente se instalan en vías de escape de válvulas de control y de otros tipos de válvulas. Algunos modelos tienen un orificio variable que se ajusta con un tornillo de reglaje, esto genera una restricción que permite controlar el caudal de aire que pasa por el silenciador, cumpliendo la función de válvula estranguladora del actuador. (FESTO Didactics)

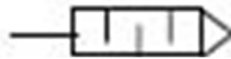


Imagen 6.41: Silenciador-Símbolo. (FESTO Didactics)

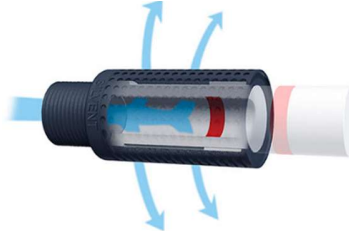


Imagen 6.42: Silenciador--Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.6 Sensores de final de carrera

Los sensores de final de carrera son válvulas distribuidoras de 3/2 vías con rodillo basculante, normalmente cerrada, esta se acciona cuando el rodillo es actuado en un determinado sentido por una leva unida al vástago de un cilindro. Una vez liberada la leva, la válvula regresa a su posición inicial por medio de un muelle de retorno. La conexión 1 se cierra. Cuando el rodillo es accionado en sentido contrario, la válvula no es accionada. (FESTO Didactics)

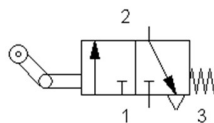


Imagen 6.43: Sensor de fin de carrera--Símbolo. (FESTO Didactics)

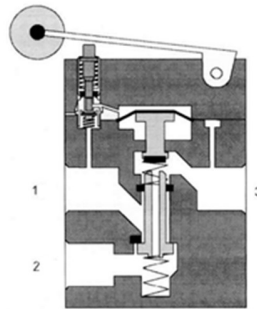


Imagen 6.44: Sensor de fin de carrera--Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.7 Válvulas de caudal

El grado de apertura de las válvulas estranguladoras se ajusta con la ayuda de un botón giratorio, en la medida en la que se ajuste el botón se restringe el caudal de aire comprimido que alimenta la válvula. El efecto que produce es la reducción de la velocidad en el embolo, pero no disminuye la fuerza con la que actúa el mismo. (FESTO Didactics)



Imagen 6.45: Válvula de caudal-Símbolo. (FESTO Didactics)

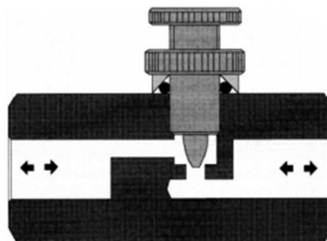


Imagen 6.46: Válvula de caudal--Corte transversal. (FESTO Didactics)

### 6.5.8 Válvula 3/2 con enclave y muelle de reposición

Estas válvulas tienen 3 conexiones y 2 posiciones, posición abierta o cerrada. Son accionadas manual o neumáticamente. En el caso del equipo desarrollado en este proyecto se acciona de manera manual para dar comienzo a un ciclo continuo de funcionamiento que solo finalizará si se cambia esta válvula a posición cerrada. La finalidad de estas válvulas es alimentar o evacuar aire de los sistemas neumáticos. (FESTO Didactics)

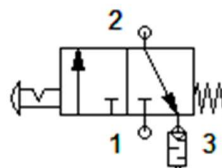


Imagen 6.47: Válvula con enclave 3/2--Símbolo. (FESTO Didactics)





### 6.5.9 Consumo de aire del conjunto neumático

#### Cilindro doble acción:

El consumo está condicionado por las diferentes variables características del cilindro elegido y se define en litros por minuto

$$\text{Consumo}_{\text{CILINDRO}} = 2 * \frac{\text{Consumo de aire}}{\text{cm de carrera}} * \text{Carrera [cm]} * \text{Carreras/min (FESTO Didactics)}$$

La carrera por minuto se estima inicialmente en 2, pero puede modificarse acorde a las necesidades que surjan en la operación diaria.

El consumo de aire por centímetro de carrera surge del siguiente grafico provisto por el fabricante del cilindro:

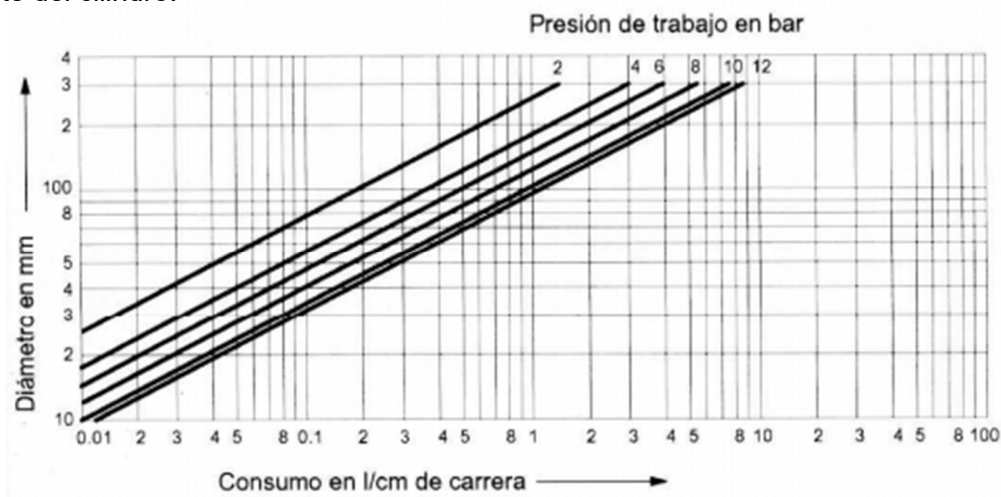


Imagen 6.48: Consumo de aire por centímetro de carrera. (FESTO Didactics)

Queda definido en 0.07 [L/cm de carrera]

$$\text{Consumo}_{\text{CILINDRO}} = 2 * 0.07 \frac{\text{l}}{\text{cm}_{\text{CARRERA}}} * 950[\text{cm}] * 2 \text{ Carreras/min} = 266 [\text{l/min}]$$

#### Boquillas:

Cada boquilla consume 368 SLPM. El consumo total por minuto es:



$Consumo_{BOQUILLA} = n^{\circ}_{BOQUILLAS} * SLPM = 12 * 368 \left[ \frac{L}{min} \right] = 4416 \left[ \frac{L}{min} \right]$  (FESTO Didactics)

### **Sensores de final de carrera y válvula 5/2:**

Estos dispositivos que influyen en el paso y el bloqueo del aire, tienen que evacuar el aire del conducto transmisor de señal, por lo que mientras menor sea el volumen que puede manejar dicho conducto, menor será el consumo de estos. (FESTO Didactics)

$$Consumo_{ACCESORIOS} = \frac{Longitud_{mangueras}}{1000} * Sección_{mangueras} * \frac{n^{\circ} \text{ ciclos}}{\text{minuto}} = \left[ \frac{\text{litros}}{\text{minuto}} \right]$$

$$Consumo_{ACCESORIOS} = \frac{3 [m]}{1000} * 7.91 * 10^{-6} [m^2] * \frac{2 \text{ ciclos}}{\text{minuto}} = 4.75 * 10^{-8} \left[ \frac{\text{litros}}{\text{minuto}} \right]$$

Vemos que el consumo es despreciable.

### **Consumo total:**

El consumo de aire del equipo es de  $4682 \left[ \frac{L}{min} \right]$  considerando solo 2 carreras por minuto. Dicho valor se puede elevar hasta 10 carreras por minuto sin llegar el límite de generación del compresor.



## Capítulo 7. Estudios de Costos

### 7.1 Estudio de Costos de la Fabricación del Equipo

Los costos para la manufactura del automatismo son todas las erogaciones realizadas por la empresa para su construcción, puesta a punto, instalación y pruebas iniciales del equipo se consideraron como costos de fabricación.

Si bien el automatismo de limpieza analizado previamente no tiene un precio de mercado definido, se consideró de suma importancia construir dicho precio a través del cómputo de costos para la posterior evaluación de factibilidad de su implementación.

La materia prima en el caso estudiado es el material que la empresa debe adquirir para la manufactura de la única unidad del equipo que se va a manufacturar

La mano de obra para la construcción del automatismo se considera la mano de obra de terceros y propia, destinada a tareas de manufactura, montaje, puesta a punto y testeado del equipo.

Para el desarrollo del automatismo se verifica que las cargas fabriles de los terceros involucrados en el proceso son incluidas en el precio del servicio de manufactura, para las tareas desarrolladas por JL S.A. se realizó una asignación de cargas acorde a la cantidad de personal involucrado en el proceso.

Para el desarrollo del automatismo no se incurren en costos de comercialización.

El capital aplicado para la ejecución de la producción es propio, por lo que no genera el costo financiero.

Al momento del desarrollo del presente proyecto los responsables del proyecto no consideran comercializar el equipo de limpieza por lo que el costo de comercialización no fue tenido en cuenta.

Todos los costos mencionados hasta este punto constituyen el costo de un producto, si se agregara la ganancia que se pretende por el mismo se podría definir el precio de mercado de este. Como el objetivo no es la comercialización del producto desarrollado, no se tuvo en cuenta la ganancia.



Por el enfoque con el que se planteó el desarrollo del automatismo, el costo de producción es que se utiliza en el presente proyecto para evaluar la inversión en el desarrollo.

Se estableció un centro de costo productivo en el sector "taller" de la empresa JL, este centro tiene la función de registrar las erogaciones para la manufactura del automatismo.

### 7.1.2 Costo de la materia prima

Se relevó información de los costos de la materia prima en el mercado de proveedores locales, se definió así para evitar demoras, minimizar costos de transporte y, ante cualquier eventualidad, disponer de un rápido contacto con los proveedores.

La información que se seleccionó corresponde la mejor oferta de un mínimo de 3 proveedores diferentes, excepto en el caso de las boquillas de aire, las cuales se seleccionaron por sus prestaciones y no por su costo.

MATERIA PRIMA			
Caño cuadrado con pulido exterior			
Dimensiones	((25 x 25 x 2.0) mm) x 6m	Unidades	2
Material	Acero inoxidable AISI 304L	Precio unitario	\$ 106,32
Proveedor	Famiq S.R.L	Subtotal	\$ 212,64
Pico pulverizador micro			
Dimensiones	1/8"	Unidades	9
Material	Acero inoxidable	Precio unitario	\$ 144,60
Proveedor	Ayrful	Subtotal	\$ 1.301,40
Carro de acero para sistema corredizo			
Dimensiones	Modelo 174	Unidades	6
Material	Acero inoxidable	Precio unitario	\$ 19,17
Proveedor		Subtotal	\$ 115,02
Riel de acero perfil "C"			
Dimensiones	Modelo 174. 6 metros de largo	Unidades	1
Material	Acero inoxidable	Precio unitario	\$ 106,32
Proveedor		Subtotal	\$ 106,32
Conjunto neumático			
Dimensiones	8 elementos	Unidades	1
Material	Acero inoxidable	Precio unitario	\$ 755,62
Proveedor	Albecar neored	Subtotal	\$ 755,62
		<b>TOTAL u\$d</b>	<b>\$ 2.491,00</b>

Tabla 7.1: Costo de materia prima.



## 7.2 Costo de Transformación

A continuación se detallan los costos de transformación que el autor definió:

- Mantenimiento
  - Producción
  - Instalaciones
  - Materiales mantenimiento
- Calidad
- Materiales de consumo (no incorporados al producto)
- Energía eléctrica
  - De producción
  - De instalaciones auxiliares
- Gas
- Agua
- Logísticas
  - Abastecimiento
  - Movimiento de materiales
- Estructura
  - Gastos de dirección
  - Gestión de compra
  - Gestión del personal
  - Gastos de ingeniería
  - Gestión de administración
- Gastos de librería
- Gastos de teléfono
- Gastos varios

Los procesos involucrados en la manufactura del equipo son:

- Corte
- Soldado
- Perforado
- Plegado
- Montaje
- Puesta a punto

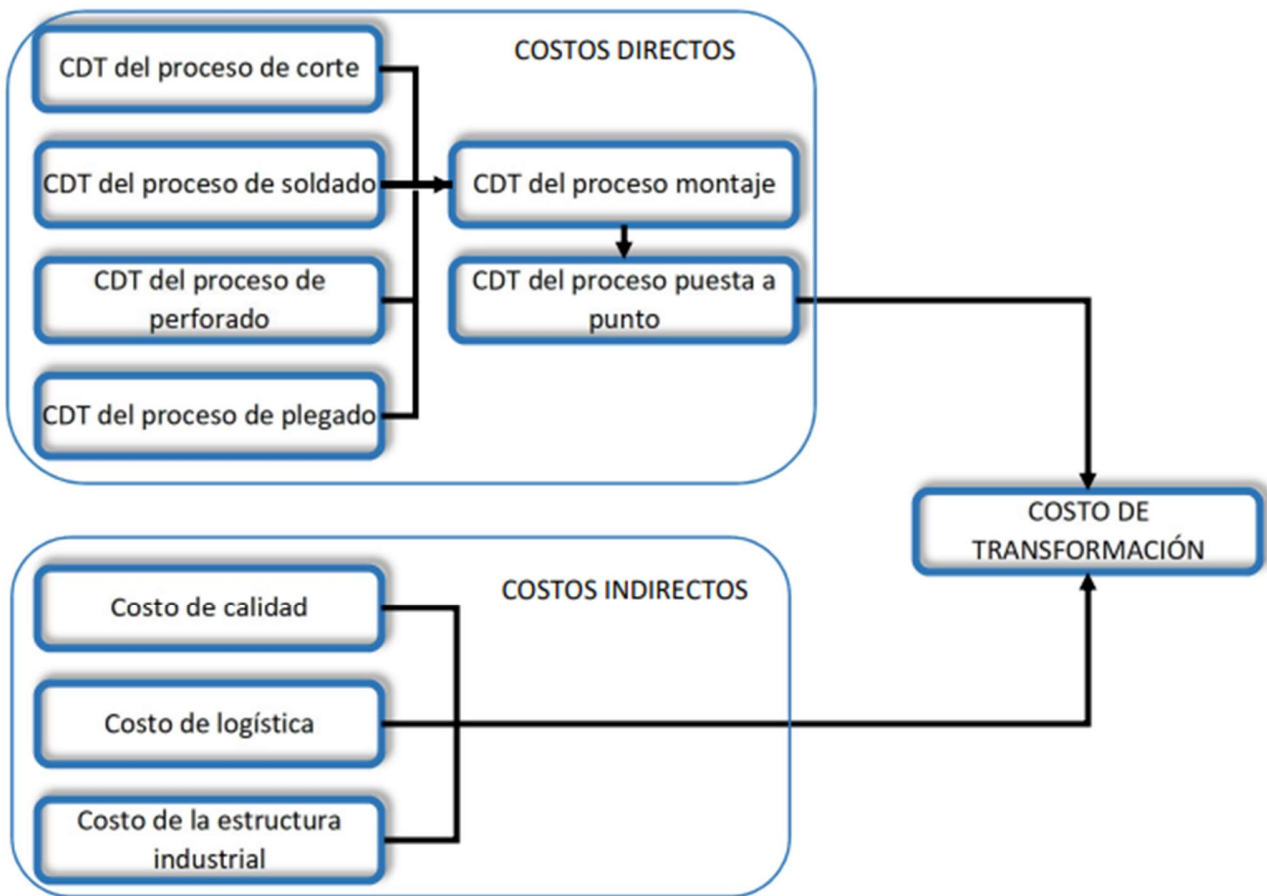


Imagen 7.1: Costos de transformación de la manufactura del automatismo.

Se expresó el costo de cada una de las operaciones en horas hombre. Las cargas fabriles comprenden los insumos utilizados en cada una de las operaciones: discos de corte, gas y material de aporte para el soldado, herramienta de perforado, plegadora, guantes, gafas protectoras, sordinas y calzado de trabajo. Para los equipos eléctricos se estimó que funcionan de manera continua la mitad de las horas hombre que implica realizar el trabajo. Para los elementos de uso personal de los operadores se estableció una alícuota que representa el consumo de dicho material, una alícuota de 1 implica que, por ejemplo, un par de guantes se compraron y se usaron hasta quedar completamente desgastados en dicho proceso.

Por tratarse de un proyecto de pequeña envergadura, el autor consideró estimar los costos indirectos (cargas fabriles) de calidad, logística y de estructura industrial para este desarrollo. Esta estimación se realizó con un coeficiente  $k=1,15$  respecto de los costos directos.



CARGAS FABRILES				
PROCESO DE CORTE				
Herramienta	Potencia [kW/h]	Horas [h]	Costo [kW/h]	Subtotal [\$]
Cortadora	0,25	6	\$ 129,00	\$ 193,50
Insumo	Costo unitario[\$/#]	Cantidad [#]	Alícuota de uso	Subtotal
Disco de corte	\$ 13.099,00	1	0,5	\$ 6.549,50
Guantes anticorte	\$ 400,00	1	0,5	\$ 200,00
Gafas	\$ 900,00	1	0,2	\$ 180,00
Sordinas	\$ 1.300,00	1	0,05	\$ 65,00
Lubricantes 10 L	\$ 8.750,00	1	0,1	\$ 875,00
PROCESO DE SOLDADO				
Herramienta	Potencia [kW/h]	Horas [h]	Costo [kW/h]	Subtotal [\$]
Soldadora MIG	10	6	\$ 129,00	\$ 7.740,00
Insumo	Costo unitario[\$/#]	Cantidad [#]	Alícuota de uso	Subtotal
Alambre 10 kg	\$ 10.300,00	1	0,4	\$ 4.120,00
Gas [m3]	\$ 1.495,00	3	0,85	\$ 3.812,25
Guantes soldador	\$ 4.900,00	1	0,05	\$ 245,00
Mascara	\$ 3.450,00	1	0,05	\$ 172,50
PROCESO DE PERFORADO				
Herramienta	Potencia [kW/h]	Horas [h]	Costo [kW/h]	Subtotal [\$]
Perforadora	1,5	2	\$ 129,00	\$ 387,00
Insumo	Costo unitario[\$/#]	Cantidad [#]	Alícuota de uso	Subtotal
Mecha	\$ 1.200,00	1	0,7	\$ 840,00
Guantes anticorte	\$ 400,00	1	0,5	\$ 200,00
Gafas	\$ 900,00	1	0,2	\$ 180,00
Sordinas	\$ 1.300,00	1	0,05	\$ 65,00
Lubricantes 10 L	\$ 8.750,00	1	0,1	\$ 875,00
PROCESO DE MONTAJE				
Insumo	Costo unitario[\$/#]	Cantidad [#]	Alícuota de uso	Subtotal
Guantes anticorte	\$ 400,00	1	0,5	\$ 200,00
Gafas	\$ 900,00	1	0,05	\$ 45,00
Sella rosca	\$ 780,00	2	1	\$ 1.560,00
Tuercas	\$ 56,00	18	1	\$ 1.008,00
Tornillos	\$ 80,00	18	1	\$ 1.440,00
Arandelas	\$ 7,00	18	1	\$ 126,00
PUESTA A PUNTO				
Herramienta	Potencia [kW/h]	Horas [h]	Costo [kW/h]	Subtotal [\$]
Compresor	11,18	1,5	\$ 129,00	\$ 2.163,33
Insumo	Costo unitario[\$/#]	Cantidad [#]	Alícuota de uso	Subtotal
Guantes anticorte	\$ 400,00	1	0,5	\$ 200,00
Gafas	\$ 900,00	1	0,05	\$ 45,00
Precintos	\$ 0,50	50	1	\$ 25,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 33.512,08</b>
<b>TOTAL u\$d</b>				<b>\$ 331,80</b>

Tabla 7.2: Cargas fabriles de la manufactura del automatismo.



MANO DE OBRA DIRECTA y CARGAS FABRILES			
<b>PROCESO DE CORTE</b>			
HORAS HOMBRE	6	Costo unitario	\$ 406,25
INSUMOS	Disco de corte, energia, sordinas, guantes, gafas protectoras, lubricantes.	Costo	\$ 8.063,00
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 10.500,50</b>
<b>PROCESO DE SOLDADO</b>			
HORAS HOMBRE	12	Costo unitario	\$ 406,25
INSUMOS	Soldadora, material de aporte, gas argon, guantes, gafas protectoras, cepillo de acero, energia electrica.	Costo unitario	\$ 16.089,75
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 20.964,75</b>
<b>PROCESO DE PERFORADO</b>			
HORAS HOMBRE	4	Costo unitario	\$ 406,25
INSUMOS	Herramienta, mechas, lubricante, energia electrica, guantes, gafas protectoras.	Costo unitario	\$ 2.547,00
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 4.172,00</b>
<b>PROCESO DE PLEGADO</b>			
HORAS HOMBRE	1	Costo unitario	\$ 4.500,00
INSUMOS	Servicio tercerizado.	Costo unitario	\$ -
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 4.500,00</b>
<b>PROCESO DE MONTAJE</b>			
HORAS HOMBRE	5	Costo unitario	\$ 406,25
INSUMOS	Tuercas, tornillos, guantes, gafas protectoras, sella rosca, herramientas.	Costo unitario	\$ 4.379,00
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 6.410,25</b>
<b>PROCESO DE PUESTA A PUNTO</b>			
HORAS HOMBRE	3	Costo unitario	\$ 406,25
INSUMOS	Aire comprimido, guantes, gafas, precintos	Costo unitario	\$ 2.433,33
		<b>Subtotal</b>	<b>\$ 3.652,08</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 50.199,58</b>
		<b>TOTAL u\$d</b>	<b>\$ 497,03</b>

Tabla 7.3: Mano de obra y cargas fabriles en la manufactura del automatismo.

### 7.3 Costo de Producción

En el costo de producción definido por el autor es el siguiente:

COSTO DE PRODUCCION DEL AUTOMATISMO		
Caño cuadrado con pulido exterior		
MATERIA PRIMA	[u\$d]	\$ 2.491,00
MANO DE OBRA DIRECTA	[u\$d]	\$ 165,22
CARGAS FABRILES	[u\$d]	\$ 331,80
COSTOS INDIRECTOS	[u\$d]	\$ 74,55
<b>TOTAL [u\$d]</b>		<b>\$ 3.062,58</b>

Tabla 7.4: Costo de producción del automatismo.





## 7.4 Costo de Funcionamiento

La empresa no tiene definido un costo de generación de aire comprimido. Se define el mismo en función del consumo del equipo generador. La empresa cuenta con el siguiente equipo para la generación del aire comprimido en ese sector de la planta:

Electro compresor de aire a tornillo	
Modelo	Shoptek 1108
Marca	Sullair
Fabricante	Sullair corp.
Potencia nominal	15 Hp
Caudal FAD de aspirado	1,8 m <sup>3</sup> /min
Presión de trabajo	8 kg/cm <sup>2</sup>
Conexión de salida de aire	1" NPT
Dimensiones	(L 998x A 618x H 1035) mm
Peso	350 Kg
Nivel máximo de ruido	66 dBA



Tabla 7.5: Características del compresor que abastece al sector "Horneado".

Este compresor funciona entre 100 y 110 horas semanales incluyendo los turnos nocturnos de trabajo, alimentando un pulmón de 1,83 [m<sup>3</sup>] y consumiendo  $11,1855 \left[ \frac{kW}{hora} \right]$ . El consumo del equipo de limpieza se definió para 2 carreras por minuto en  $4682 \left[ \frac{L}{min} \right]$ . Se pretende sustituir la limpieza semanal que se le realiza a la cadena en la cual se debe parar el horno y desarmar el mismo. La velocidad de la cinta transportadora del horno es de 60 [cm/min], su longitud es de 64 [m] aproximadamente, es decir que un eslabón de 0,2 [m] de ancho completa el total del recorrido en 107 minutos.

En base a lo mencionado, se establecen 3 ciclos de limpieza semanales de 2 horas cada uno, los cuales se realizan mientras el horno está encendido. Esto genera una demanda adicional de 1685520 litros de aire semanales, lo que puede representar como 94 minutos semanales de trabajo adicional para el compresor. Definiendo un factor de seguridad  $K=1,2$ , debido a las pérdidas por fricción en el transporte de aire comprimido, tendremos una demanda total de 112 minutos semanales para el compresor. Con lo relevado se define el costo de funcionamiento en 20,9 kW/semana adicional con un valor de \$129/kW, es decir, \$2696 o u\$d26,70 semanales de energía eléctrica.



## Capítulo 8. Ingeniería Económica

### 8.1 El Proceso de Toma de Decisiones Económicas

En el caso de estudio del presente proyecto se debió evaluar si la inversión en el automatismo, con las erogaciones iniciales y mensuales que el mismo implica, produce un mayor beneficio para la empresa que la situación actual de “no inversión”. Para tomar la decisión de inversión correcta es necesario determinar todos los beneficios que genera la implementación del proyecto y sus costos. También es preciso seleccionar adecuadamente la tasa de rendimiento que sirve de parámetro de evaluación, esta debe ser superior a la tasa mínima vigente en el mercado financiero.

### 8.2 Identificación de Beneficios del Proyecto

En proyectos de inversión de desarrollo o de infraestructura, generalmente de carácter tecnológico, no hay ingreso monetario se debe medir el beneficio como ahorros en el proceso.

Beneficios:

- ❖ Ahorro anual en el costo de ociosidad del horno: la empresa JL S.A. tiene definido un costo de ociosidad de u\$8,75 por hora para este equipo. Sin la implementación del automatismo de limpieza hay un total de 16,6 horas en cada una de las 2 paradas anuales que el equipo no está funcionando por la ejecución de tareas de limpieza y mantenimiento, de las cuales 2,5 horas son exclusivamente de limpieza de la cinta transportadora. Considerando que la limpieza de la cinta transportadora impedirá que ingresen residuos orgánicos al horno, esto reducirá el tiempo de trabajo para el resto de las tareas de limpieza y mantenimiento. Esta reducción se estima de manera conservadora en un 15%. Esto representa una reducción total en el tiempo de parada por mantenimiento de 4,7 horas. La inversión en el equipo permite la reducción de paradas programadas por mantenimiento de 2 anuales a 1 parada por año.

- Ahorro de horas de parada: 21,3 horas anuales.

Por otra parte, semanalmente, hay una parada para limpieza y mantenimiento de 5,3 horas en las cuales 2,5 horas son exclusivamente de limpieza de la cinta transportadora. Considerando 52 semanas por año se obtiene:

- Ahorro de horas de parada: 130 horas anuales.
- Beneficio total: 151,3 horas anuales o u\$1323,9 anuales



- ❖ Ahorro anual en horas hombre asignadas a la limpieza del horno: considerando las 151,3 horas anuales en paradas del horno que se ahorra por implementar el automatismo, implica de manera directa el ahorro de 151,3 horas hombres anuales; a un valor de \$406,25 o u\$d 4,03 por hora, se obtiene un ahorro anual de u\$d 609,75.
- ❖ Ahorro en insumos de limpieza: se utiliza un tercio de una bobina de papel para limpieza industrial de 400 metros por parada semanal. El costo de la misma es de \$1250 o u\$d 12,40. Esto implica un ahorro anual de 8,6 bobinas, es decir, u\$d 106,4.  
Se utiliza también cloro líquido puro para el proceso de limpieza, se consumen 10 litros por cada parada de mantenimiento, con un costo de \$3500 o u\$d 34,65 por bidón de 50 litros, se obtiene así un ahorro anual de 10,4 bidones o u\$d 360,36. Ahorro anual total en insumos de limpieza u\$d 466,75

### 8.3 Flujo de Fondos

Para la inversión en equipos o maquinaria se considera como flujo de fondo positivo el ahorro o beneficio que la operación del mismo representa y como egresos los costos de operación, mantenimiento del equipo y el monto de inversión inicial. Se define un horizonte de evaluación de 5 años y, para evitar la distorsión en los cálculos debido a la inflación, se utilizó como moneda el dólar estadounidense a la tasa de conversión provista por el Banco Central de la República Argentina para empresas.

Consideraciones para el flujo de fondos:

- ❖ Semanas por año: 52
- ❖ Tasa de cambio: 1u\$d=101ARS
- ❖ Valor de salvamento (VS). Es el valor de mercado de un activo, en cualquier momento de su vida útil. Valor de mercado es el valor monetario al que puede ser vendido un activo en el año "n" = 5. Es un ingreso en la evaluación de la inversión.

Debido a que se está evaluando la posibilidad de construir el equipo para limpiar el horno a medida de las necesidades de la empresa, solo se puede salvar el conjunto neumático del mismo, el resto de los componentes se consideran sin valor de reventa. Acorde a la opinión de profesionales del mercado, por el tipo de carga que moviliza el conjunto neumático, su frecuencia de uso y las



condiciones de entorno; este tiene un valor de reventa del 40% de su valor original al término de 5 años.  $VS=0,40*(u\$d 755,62)$

- $VS=u\$d 302,25$
- ❖ Vida útil de un activo. Es el periodo de tiempo durante el cual el mismo puede ser utilizado. Acorde a la opinión de profesionales del mercado, por el tipo de carga que moviliza el conjunto neumático, su frecuencia de uso y las condiciones de entorno; la vida útil de este automatismo es de 10 años
  - $VU=10$  años

FLUJO DE FONDOS - Construcción de automatismo						
CONCEPTOS	Períodos					
	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios no afectados por impuestos</b>						
Ahorro anual en costos de ociosidad del horno.	\$ -	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90
Ahorro anual en salarios de operadores.	\$ -	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75
Ahorro anual en costos de materiales de limpieza.	\$ -	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75
<b>Subtotal</b>	\$ -	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40
<b>Gastos deducibles de impuestos - COSTOS</b>						
Operación y mantenimiento	\$ -	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40
<b>Utilidad neta</b>	\$ -	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00
<b>Inversión</b>						
Inversión inicial	\$ -3.062,58					
<b>Valor de salvamento</b>						
Valor de salvamento						\$ 302,25
<b>Flujo de fondos neto</b>	\$ -3.062,58	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.320,25
<b>Flujo de fondos neto TOTAL</b>	\$ 2.329,67					

Tabla 8.1: Flujo de fondos del proyecto de construcción del automatismo.

#### 8.4 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

Es una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer inversiones

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + premio\ al\ riesgo$$

En el caso de la presente evaluación, se desestimó el premio al riesgo debido a que no se pueden asignar ingresos de manera directa al proyecto de inversión. Se consideró la tasa de inflación proyectada por el departamento del tesoro de Estados Unidos para determinar el valor presente de las erogaciones futuras, esto es para ser consistentes con la moneda que el autor seleccionó para realizar los cálculos.

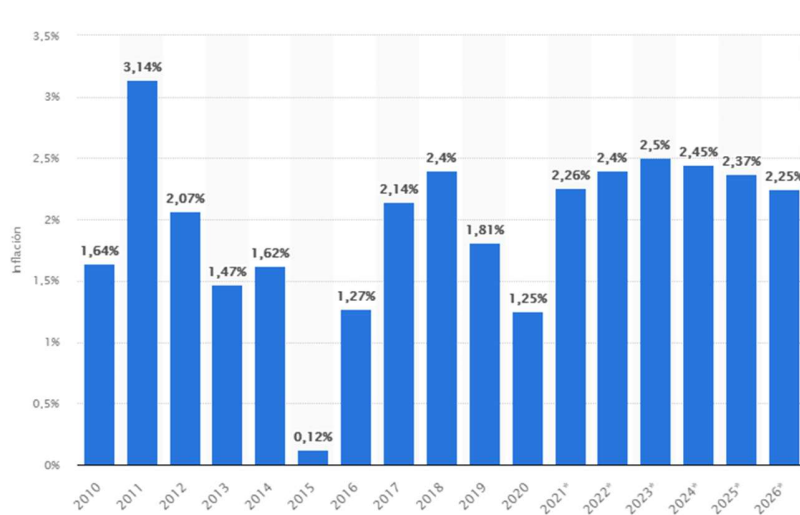


Imagen 8.1: Proyección de inflación de los Estados Unidos. (FERNÁNDEZ, 2021)

Se definió como tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa aceptable de rendimiento, como el triple del promedio de la inflación proyectada entre los años 2021 y 2026.

- TMAR:7,5%

## 8.5 Valor Presente Neto (VPN)

Se obtuvo el VPN como criterio de selección para definir si conviene invertir en el proyecto del automatismo acorde a determinadas expectativas de ganancias y acorde a la inversión requerida.

Para calcularlo, se trasladan los flujos de los años futuros al tiempo presente y se descuenta la inversión inicial que ya está en tiempo presente. Los flujos se descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = -I + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- FNE = flujo neto de efectivo del año "n"
- I = inversión inicial en el año cero.
- i = tasa de referencia que corresponde a la TMAR.



El VPN indica si el inversionista, en este caso JL S.A., está ganando un aproximado del porcentaje de ganancia que él mismo fijó como mínimo aceptable. Por tal razón, los criterios para tomar una decisión con el VPN son:

- Si  $VPN > 0$ , es conveniente aceptar la inversión
- Si  $VPN < 0$ , se debe rechazar la inversión porque no se estaría ganando el rendimiento mínimo solicitado.

FLUJO DE FONDOS - Construcción de automatismo						
CONCEPTOS	Períodos					
	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios no afectados por impuestos</b>						
Ahorro anual en costos de ociosidad del horno.	\$ -	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90
Ahorro anual en salarios de operadores.	\$ -	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75
Ahorro anual en costos de materiales de limpieza.	\$ -	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75
<b>Subtotal</b>	\$ -	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40
<b>Gastos deducibles de impuestos - COSTOS</b>						
Operación y mantenimiento	\$ -	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40
<b>Utilidad neta</b>	\$ -	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00
<b>Inversión</b>						
Inversión inicial	\$ -3.062,58					
<b>Valor de salvamento</b>						
Valor de salvamento						\$ 302,25
<b>Flujo de fondos neto</b>	\$ -3.062,58	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.320,25
<b>Flujo de fondos neto TOTAL</b>	\$ 2.329,67					
<b>TMAR</b>	7,5%					
<b>VPN</b>	\$ 1.266,67					

Tabla 8.2: Flujo de fondos del proyecto considerando VPN.

Se observa que acorde al criterio de análisis del valor presente neto invertir en la manufactura del automatismo es financieramente conveniente.

## 8.6 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Se calculó la TIR para completar la evaluación en la inversión del proyecto de manufactura del automatismo. Recordando que el criterio es:

- Si  $TMAR \geq TIR$  es preciso rechazar la inversión
- Si  $TMAR < TIR$  es recomendable aceptar la inversión



FLUJO DE FONDOS - Construcción de automatismo						
CONCEPTOS	Períodos					
	0	1	2	3	4	5
<b>Beneficios no afectados por impuestos</b>						
Ahorro anual en costos de ociosidad del horno.	\$ -	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90	\$ 1.329,90
Ahorro anual en salarios de operadores.	\$ -	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75	\$ 609,75
Ahorro anual en costos de materiales de limpieza.	\$ -	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75	\$ 466,75
<b>Subtotal</b>	\$ -	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40	\$ 2.406,40
<b>Gastos deducibles de impuestos - COSTOS</b>						
Operación y mantenimiento	\$ -	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40	\$ -1.388,40
<b>Utilidad neta</b>	\$ -	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00
<b>Inversión</b>						
Inversión inicial	\$ -3.062,58					
<b>Valor de salvamento</b>						
Valor de salvamento						\$ 302,25
<b>Flujo de fondos neto</b>	\$ -3.062,58	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.320,25
<b>Flujo de fondos neto TOTAL</b>	\$ 2.329,67	\$ 946,98	\$ 880,91	\$ 819,45	\$ 762,28	\$ 919,63
<b>TMAR</b>		7,5%				
<b>VPN</b>	\$ 1.266,67					
<b>TIR</b>		21,47%				

Tabla 8.3: Flujo de fondos del proyecto considerando VPN y TIR.

Se verifica que TMAR es menor que la TIR, lo que sugiere que es conveniente realizar la inversión en el automatismo.

### 8.7 Período de Recuperación de la Inversión PRI

Su cálculo se realizó acumulando los valores presentes de cada uno de los flujos de fondos de cada período hasta igualar la inversión inicial para definir el perfil de recupero de esta.

Acorde al perfil de liquidez generado se observa que la inversión se recupera en 1,8 años si no se considera la tasa de descuento. Si se considera la tasa de descuento, la inversión se recupera en 4,5 años. Ambos son criterios igualmente válidos que respaldan lo observado en el indicador VPN y el TIR: la inversión en el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.



Perfil de liquidez						
CONCEPTOS	Períodos					
	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondos neto (FFN)	\$ -3.062,58	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.018,00	\$ 1.320,25
FFN actualizados	\$ -3.062,58	\$ 946,98	\$ 880,91	\$ 819,45	\$ 762,28	\$ 919,63
FFN acumulados y actualizados	\$ -3.062,58	\$ -2.115,60	\$ -1.234,69	\$ -415,24	\$ 347,03	\$ 1.266,67

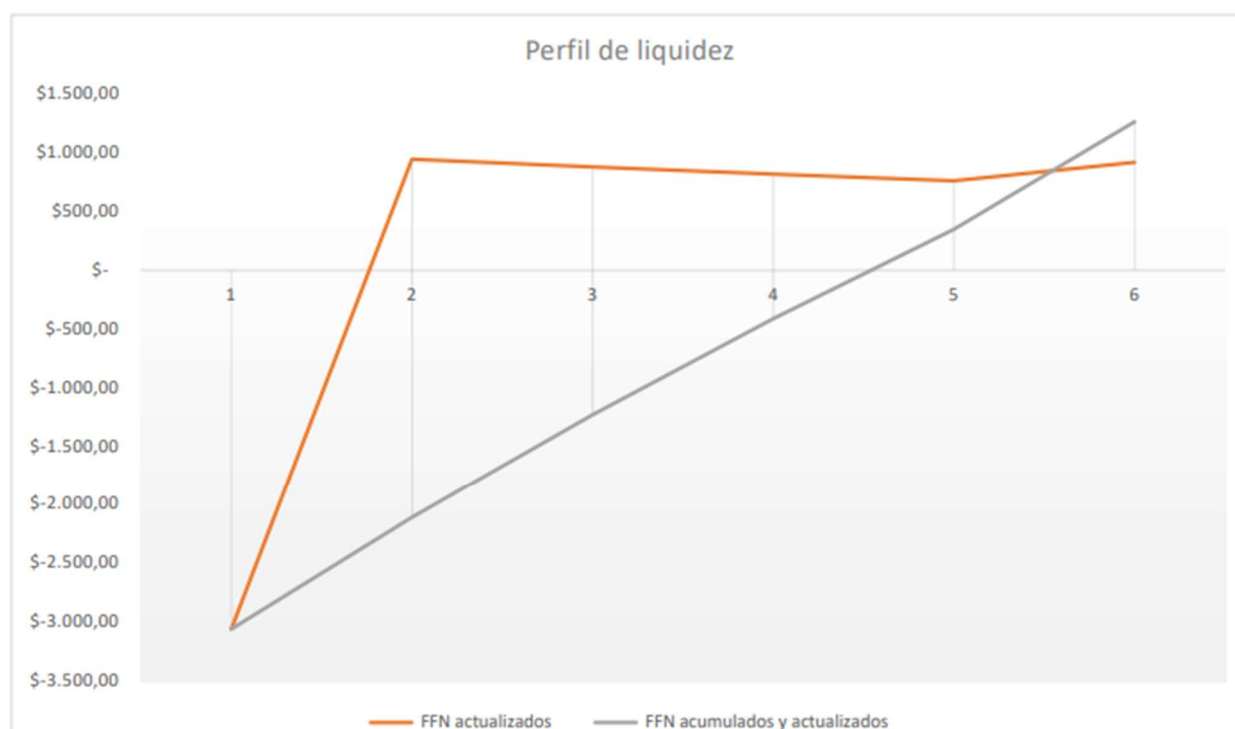


Tabla 8.4: Perfil de liquidez del proyecto de construcción del automatismo.





## Capítulo 9. Rediseño del Puesto de Mantenimiento

### 9.1 Método Perfeccionado

Se procede a la definición del nuevo método para la realización de la tarea, a través de la elaboración de cursogramas, diagramas y ficha de puesto con el nuevo flujo de tareas en estos. Se desarrollan dos versiones de estos estudios en las que se contempla el automatismo de limpieza ya instalado en el horno:

- Versión semanal: contiene las tareas que debe realizar los operadores para dar mantenimiento sistémico al automatismo (independientemente de las condiciones del mismo) y las que se realizan en el horno túnel.
- Versión anual: contiene las tareas que debe realizar los operadores para dar mantenimiento sistémico al automatismo y las tareas ejecutadas en las paradas anuales de mantenimiento preventivo del horno túnel.

Para contemplar el mantenimiento que se deberá realizar al automatismo se definió un subproceso dentro del proceso de mantenimiento del horno en el cual se establece la secuencia de tareas a realizar para mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento.

Del estudio que se realizó en el capítulo 5 se concluyó que existe un desplazamiento excesivo por parte de los operadores, esto sucede por falta de planificación estratégica para la realización de las tareas en el puesto: los operadores siguen una lista de actividades y deben completar una actividad para pasar a la siguiente. El nuevo criterio para la ejecución de actividades implica dividir al horno en 2 sectores de trabajo, asignar diferentes tareas a dichos sectores, agrupando las tareas que se puedan realizar de manera simultánea y asumir que las tareas compartidas por ambos sectores se realizan en la mitad del tiempo del originalmente medido (ya que se trabaja sobre la mitad de elementos, superficie, etc.). De esta forma se evitarán los movimientos no necesarios en el puesto.

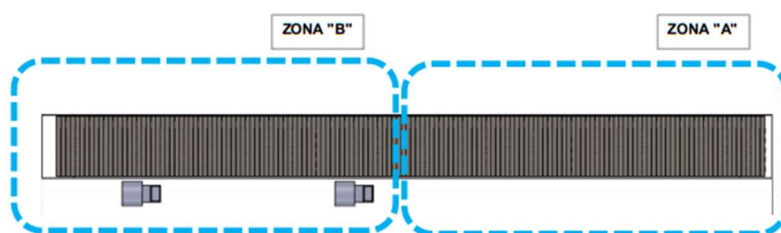


Imagen 9.1: Sectores de trabajo en el horno.



En las siguientes tablas se detalla el inventario de tareas de cada zona ya combinadas:

ACTIVIDADES	ZONA
Equipar elementos de higiene	Común
Equipar elementos de protección personal	Común
Traslado al depósito de herramientas	Común
Solicitar herramientas de trabajo	Común
Solicitar insumos de limpieza	Común
Transportar herramientas al sector del horno	Común
Inspeccionar VISUALMENTE : Cinta transportadora + Cadena de eslabones + Tapas laterales + Burletes de tapas.	Común
Ejecutar subproceso de mantenimiento del automatismo de limpieza	A
Inspeccionar VISUALMENTE los quemadores	A
Inspeccionar VISUALMENTE : Cinta transportadora + Cadena de eslabones + Tapas laterales + Burletes de tapas.	A
Inspeccionar VISUALMENTE forzadores de calor	A
Inspeccionar VISUALMENTE compuestas de ingreso	A
Inspeccionar VISUALMENTE tolvas de ingreso de mani	A
Desmontar, Limpiar y Testear sensores de presión	A
Desmontar, Limpiar y Testear Forzadores	A
Desmontar, Limpiar y Testear Quemador y sus elementos	A
Raspar materia orgánica adherido en el interior del horno	A
Aplicar desengrasante industrial al interior del horno	A
Limpiar picos aspersores	A
Armar y montar forzadores	A
Armar y montar quemadores	A
Retirar desengrasante con alcohol y papel	A
Limpieza externa del horno	A
Limpieza del sector	A

Tabla 9.2: Actividades en zona "A".

ACTIVIDADES	ZONA
Inspeccionar VISUALMENTE caja de reducción	B
Inspeccionar VISUALMENTE ventiladores de enfriamiento	B
Inspeccionar VISUALMENTE ductos + chimeneas + extractores	B
Desmontar, Limpiar y Testear extractores	B
Desmontar, Limpiar y Testear enfriadores	B
Desmontar y limpiar chimeneas y ductos	B
Raspar materia orgánica adherido en el interior del horno	B
Aplicar desengrasante industrial al interior del horno	B
Limpiar picos aspersores	B
Armar y montar extractores	B
Armar y montar enfriadores	B
Armar y montar ductos y chimeneas	B
Retirar desengrasante con alcohol y papel	B
Limpieza externa del horno	B
Limpieza del sector	B
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	B

Tabla 9.1: Actividades en zona "B".

Se observa que en el proceso hay tareas que se repiten, pero su ejecución se realiza en un sector diferente del horno. Otra modificación importante es que se elimina la espera que los operadores realizan para que el desengrasante haga efecto, en su lugar, se asignan otras tareas que puedan completar hasta que el desengrasante surta efecto.

## 9.2 Mantenimiento del Automatismo

La ficha de o estándar de mantenimiento de un equipo contiene los datos más sobresalientes de este que afecten al mantenimiento del mismo (GARCIA GARRIDO, 2003).

En la ficha de equipo debemos anotaremos los siguientes datos :

- Código del equipo, descripción y datos generales.
- Características principales (especificaciones).
- Valores de referencia (temperaturas de funcionamiento, etc.)
- Análisis de criticidad del equipo. Se clasifica acorde al impacto de su falla en el proceso productivo. Tabla de clasificación:



Proyecto Integrador  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
 Universidad Nacional de Córdoba



Tipo de equipo o de zona	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.	Su parada afecta al Plan de Producción y/o a clientes.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Imagen 9.2: Criterio de criticidad para diferentes departamentos. (GARRIDO, 2003)

- Modelo de mantenimiento recomendable ¿Necesita mantenimiento legal?
- Si necesita de subcontratos a fabricantes.
- Repuestos críticos que deben permanecer en stock de ese equipo.
- Repuestos que se prevé que necesitará ese equipo en un ciclo de 5 años.
- Consumibles necesarios (lubricantes, filtros, etc.) que necesita para funcionar.
- Acciones formativas para operadores de mantenimiento.

(GARRIDO, 2003)

<b>EQUIPO:</b> Automatismo de limpieza		<b>CODIGO:</b> EB 001
<b>FABRICANTE:</b> JL S.A.	<b>AÑO:</b> 2021	
<b>DESCRIPCION:</b> Equipo de acción neumática que utiliza la extrusión de aire comprimido, a través de boquillas, para remover material residual de diversas superficies. Posee funcionamiento autónomo, se caracteriza por su bajo consumo y por no generar residuos por su funcionamiento. El aire comprimido moviliza un cilindro de doble acción, el cual traslada, de manera lineal y alternativa, un conjunto de carros que sostienen las boquillas que liberan el aire comprimido en un área de acción pre establecida.		
<b>CARACTERISTICAS PRINCIPALES:</b> Funcionamiento autónomo, no genera residuos, bajo consumo, funciona a baja temperatura, componentes de acero inoxidable de alta duración, se caracteriza por su robustez, su bajo desgaste y fácil mantenimiento.		
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>		
Temperatura de funcionamiento	Hasta 80°C	
Presión de trabajo	[7:9] kg	
Emisión sonora	80 [dBA]	
Consumo	4682[L/min]	
<b>CRITICIDAD:</b> Tipo "B" Importante. Afecta la producción pero es recuperable, no llega a afectar a clientes o plan de producción. Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.		
¿MANTENIMIENTO LEGAL?	SI: <input type="checkbox"/>	NO: <input checked="" type="checkbox"/>
<b>MODELO DE MANTENIMIENTO:</b> Sistemático, 1 vez cada 21 días Por la simplicidad de las tareas y la criticidad del equipo se define un mantenimiento autónomo que se realiza de manera periódica junto a la operación del mismo.		
<b>REPUESTOS CRITICOS:</b> Retenes del cilindro doble acción, mangueras plásticas para el transporte de aire comprimido, rodamientos blindados y radiales, conectores de alta velocidad.		
<b>ACCIONES FORMATIVAS:</b> Neumática básica, lubricantes, operación del equipo		




Tabla 9.3: Ficha del equipo.



Una vez caracterizado el equipo se procedió a definir las tareas de mantenimiento, estas son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos. Las tareas de mantenimiento pueden ser de los siguientes tipos:

- I. Inspecciones visuales. Por su bajo coste son rentables.
- II. Limpiezas técnicas sistemáticas realizadas cada cierto tiempo de funcionamiento, sin importar cómo se encuentre el equipo
- III. Lubricación. Por su bajo coste son rentables.
- IV. Ajustes sistemáticos, sin considerar si el equipo ha dado síntomas de fallo.
- V. Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line) y externos (off-line).
- VI. Sustitución sistemática de piezas, por horas de servicio o por fecha de calendario, sin comprobar su estado.
- VII. Grandes revisiones, con la sustitución de todas las piezas sometidas a desgaste. (GARRIDO, 2003)

Se creó el estándar de mantenimiento del equipo para definir las tareas a realizar:

TAREAS DE MANTENIMIENTO	
<b>INSPECCIONES VISUALES</b>	
1) Verificar obstrucciones en boquillas. 2) Verificar obstrucciones en válvula 5/2. 3) Verificar obstrucciones en válvulas 3/2. 4) Verificar obstrucciones en válvulas estranguladoras. 5) Verificar obstrucciones en sensores.	6) Verificar obstrucciones en silenciador. 7) Verificar residuos en pista. 8) Verificar residuos en el vástago del cilindro. 9) Verificar residuos en rodamientos. 10) Verificar residuos en el conjunto del automatismo.
<b>LIMPIEZAS SISTEMATICAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Limpiar haciendo uso de una aspiradora industrial con una boquilla de aspiración con cepillo:</li> <li>• Vástago del cilindro doble acción</li> <li>• Conectores rápidos para manguera</li> <li>• Sensores de fin de carrera</li> <li>• Válvulas estranguladoras</li> <li>• Unidad de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvulas 3/2</li> <li>• Silenciadores</li> <li>• Pista</li> <li>• Válvula 5/2</li> <li>• Rodamientos</li> <li>• Carros</li> <li>◆ Elementos necesarios: • Boquilla de aspiración con cepillo.</li> </ul> 
<b>TAREAS DE LUBRICACION</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Lubricar utilizando aceitera manual:</li> <li>• Vástago del cilindro</li> <li>• Rodamientos del conjunto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elementos necesarios: • Aceitera manua</li> <li>• Aceite para maquinas neumáticas SAE10</li> </ul> 
<b>AJUSTES SISTEMATICOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ajustar/verificar ajuste de:</li> <li>• Vástagos de montaje</li> <li>• Tomillos de fijación del puente</li> <li>• Tomillos de fijación del cilindro</li> <li>• Tomillos de fijación de sensores</li> <li>• Tomillos de fijación de válvulas neumáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomillos reguladores del múltiple</li> <li>• Boquillas</li> <li>• Conexiones de mangueras</li> <li>• Tomillo conductor y extremo de vástago del cilindro</li> <li>◆ Elementos necesarios: • Llave de 8 mm</li> <li>• Llave de 10 mm</li> </ul> 




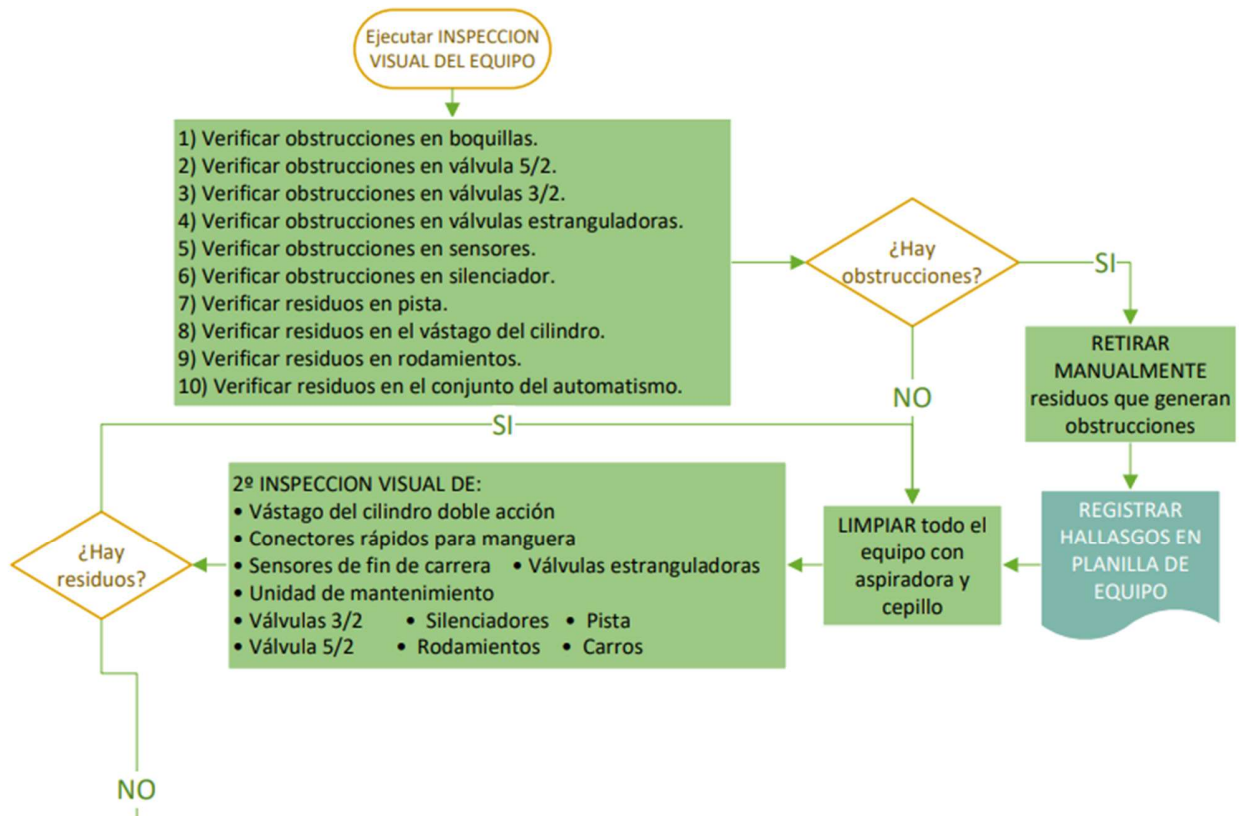
VERIFICACIONES ONLINE y OFFLINE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Activar el equipo y verificar:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento de pulsador</li> <li>• Perdidas en conexiones</li> <li>• Salidas en el cuerpo de la manguera</li> <li>• Salida de aire en sensores</li> </ul> </li> <li>• Salida de aire de boquillas</li> <li>• Salida de aire en válvulas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclos por minutos del equipo</li> <li>• Temperatura de los retenes del cilindro</li> <li>◆ Elementos necesarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronómetro</li> <li>• Termómetro laser</li> </ul> </li> </ul>
	
SUSTITUCION SISTEMICA DE LOS COMPONENTES SOMETIDOS A DESGASTE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Acorde al proveedor la vida útil de los componentes sometidos a desgaste es de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cilindro neumático [1000 ; 3000] [km]</li> <li>• Carrera del cilindro 0,95 [m]</li> <li>• Rodamientos 5000 [km]</li> <li>• Desplazamiento del rodamiento 0,85 [m]</li> <li>• Válvulas - Sensores: depende de la calidad del aire</li> <li>• Unidad de mantenimiento: 1000 hs</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Se procede a la sustitución de componentes desgastados acorde al seteo del automatismo. Considerando 2 carreras por minuto               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retenes de cilindro: luego de 13000 hs</li> <li>• Rodamientos: luego de 24000 hs</li> <li>• Válvulas: luego de 2000 hs</li> <li>• Sensores: luego de 2000 hs</li> <li>• Unidad de mantenimiento: luego de 1000 hs</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 9.4: Estándar de mantenimiento.

### 9.3 Subproceso de Mantenimiento del Automatismo

El subproceso de mantenimiento del automatismo se ejecuta junto con el mantenimiento semanal del horno túnel, pero con menor frecuencia: 1 de cada 3 semanas. Las tareas que del operador se definieron con el estándar de mantenimiento del equipo, se caracterizaron las mismas con un diagrama de flujo y con un cursograma analítico del operador.



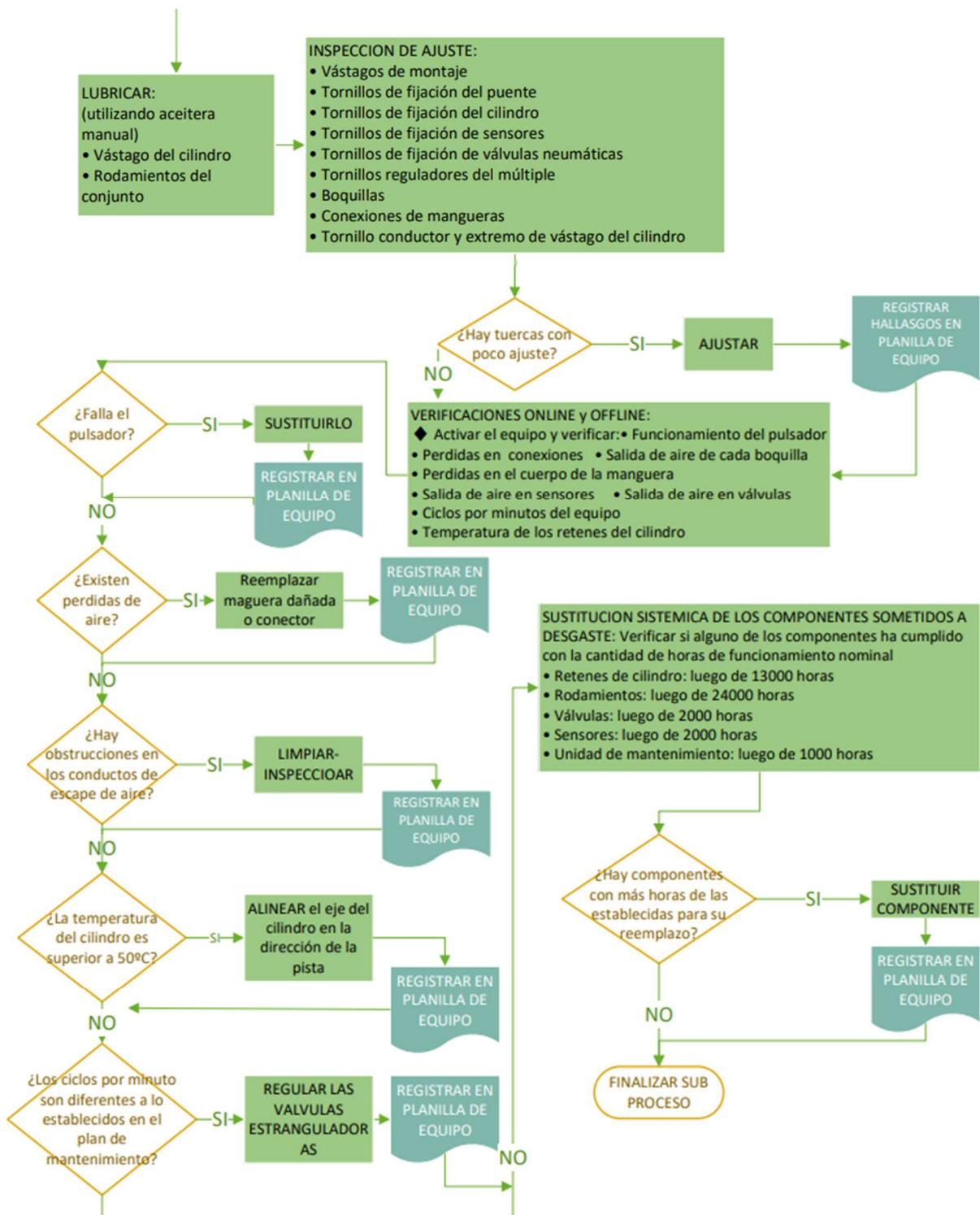


Imagen 9.3: Diagrama de flujo de tareas.



CURSOGRAMA ANALITICO: OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO									
Cursograma N°4 HOJA: 1/1			RESUMEN						
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA			
			OPERACIÓN		9				
ACTIVIDAD: Mantenimiento sistémico del automatismo de limpieza			TRANSPORTE		8				
			ESPERA		0				
LUGAR: PLANTA de J.L.S.A.			INSPECCION		8				
			ALMACENAMIENTO		0				
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
			●	➔	◐	■	▼	☐	⊙
Verificacion visual de boquillas	1	2							
Verificacion visual de valvulas 5/2 y 3/2	1	2							
Verificacion visual de valvulas estranguladoras	1	1							
Verificacion visual de sensores	1	0							
Verificacion visual de silenciador	1	0							
Verificacion visual de pista de rodamientos	2	3							
Buscar equipo aspirador	4	6							
Limpiar con aspiradora todo el equipo	5	4							
Buscar equipo de lubricacion	4	5							
Lubricar vastago de cilindro	4	0							
Lubricar rodamientos	4	2							
Buscar set de herramientas	4	6							
Ajustar tornillos de fijacion, reguladores y conexiones	10	4							
Translacion hacia el boton de encendido	1	2							
Activar automatismo	0,5	0							
Verificar funcionamiento del pulsador	1	0							
Verificar perdidas de aire en conexiones y mangueras	5	2							
Controlar ciclos por minuto del equipo. Configurar	2	0							
Medir temperatura del cilindro	1	0							
Verificar en planilla horas de funcionamiento del equipo	1	0							
Sustituir componentes que hayan superado el limite de horas previsto en el estandar de mantenimietno	15	2							
<b>TOTAL</b>	<b>68,5</b>	<b>41</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Tabla 9.5: Mantenimiento sistémico del automatismo.

Se observa que el subproceso implica 68,5 minutos de trabajo y un desplazamiento de 41 metros. Estas tareas se deben considerar como parte del proceso de mantenimiento del horno túnel.

#### 9.4 Cursogramas

Los cursogramas sinópticos del proceso no presentan cambios con esta reestructuración de tareas, por otra parte, los cursogramas analíticos del proceso muestran la profundidad del impacto de la reestructuración de las tareas en el puesto y la incorporación del automatismo de limpieza. A continuación, se presentan los cursogramas analíticos anuales y semanales:



Proyecto Integrador  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



CURSograma ANALITICO: OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO									
Cursograma N°5 HOJA: 1/2			RESUMEN						
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA			
ACTIVIDAD: MANTENIMIENTO <b>ANUAL</b> DE HORNO TIPO TUNEL			OPERACIÓN	31	28	3			
			TRANSPORTE	35	37	-2			
LUGAR: PLANTA de JL S.A.			ESPERA	1	0	1			
			INSPECCION	13	7	6			
			ALMACENAMIENTO	2	2	0			
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
ZONA COMUN			●	➔	◐	■	▼	⊞	⊞
Equipar elementos de higiene	2	0							
Equipar elementos de protección personal	2	0							
Traslado al deposito de herramientas	1	50							
Solicitar herramientas de trabajo	5	0							
Solicitar insumos de limpieza	5	0							
Transportar herramientas al sector del horno	1	50							
Inspeccionar VISUALMENTE : Cinta transportadora + Cadena de eslabones + Tapas laterales + Burletes de tapas.	44	60							
<b>ZONA "A"</b>									
Ejecutar subproceso de mantenimiento del automatismo de limpieza	68,5	41							
Inspeccionar VISUALMENTE los quemadores	7	30							
Inspeccionar VISUALMENTE forzadores de calor	3,5	10							
Inspeccionar VISUALMENTE compuestas de ingreso	10	5							
Inspeccionar VISUALMENTE tolvas de ingreso de maní	5	2							
Traslación a la zona de sensores	0,5	15							
Desmontar, Limpiar y Testear sensores de presión	20	0							
Traslación a la zona de Quemadores	0,5	13							
Desmontar, Limpiar y Testear Quemador y sus elementos	55	0							
Desmontar, Limpiar y Testear Forzadores	55	0							
Traslación al extremo de ingreso del horno	0,5	20							
Raspar materia orgánica adherido en el interior del horno	20	30							
Aplicar desengrasante industrial al interior del horno	7,5	30							
Limpiar picos aspersores	15	30							
Traslación a la zona de Forzadores	0,5	10							
Armar y montar forzadores	17,5	15							
Armar y montar quemadores	20	5							
Retirar desengrasante con alcohol y papel	13	30							
Limpieza externa del horno	15	30							
Limpieza del sector	7,5	35							
Traslación al extremo de salida del horno	1	25							
<b>ZONA "B"</b>									
Inspeccionar VISUALMENTE caja de reducción	10	2							
Inspeccionar VISUALMENTE ventiladores de enfriamiento	7	30							
<b>TOTAL</b>	<b>419,5</b>	<b>568</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Tabla 9.6: Cursograma analítico ANUAL-Hoja 1.





Proyecto Integrador  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
 Universidad Nacional de Córdoba



CURSOGRAMA ANALITICO: OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO		RESUMEN							
Cursograma N°5	HOJA: 2/2	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		OPERACIÓN	31	28	3				
ACTIVIDAD: MANTENIMIENTO <b>ANUAL</b> DE HORNO TIPO TUNEL		TRANSPORTE	35	37	-2				
LUGAR: PLANTA de J.L.S.A.		ESPERA	1	0	1				
		INSPECCION	13	7	6				
		ALMACENAMIENTO	2	2	0				
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
			●	→	◐	■	▼	⇨	↻
Inspeccionar VISUALMENTE ductos + chimeneas + extractores	11	30							
Desmontar, Limpiar y Testear extractores	56	2							
Desmontar, Limpiar y Testear enfriadores	56	10							
Desmontar y limpiar chimeneas y ductos	125	30							
Raspar materia orgánica adherido en el interior del horno	20	30							
Aplicar desengrasante industrial al interior del horno	7,5	30							
Limpiar picos aspersores	15	30							
Translación a la zona de extractores y enfriadores	1	15							
Amar y montar extractores	35	2							
Amar y montar enfriadores	35	2							
Amar y montar ductos y chimeneas	25	30							
Retirar desengrasante con alcohol y papel	13	30							
Limpieza externa del horno	15	30							
Limpieza del sector	7,5	35							
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	20	0							
<b>TOTAL</b>	<b>861,5</b>	<b>874</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>

Tabla 9.7: Cursograma analítico ANUAL-Hoja 2.

Con las actividades redefinidas para el puesto de mantenimiento del horno tenemos un ahorro de 3 operaciones, 1 espera, 6 inspecciones y 2 actividades de transporte adicionales. Por otra parte, hay 14,36 horas de tareas respecto de 16,6 horas y 874 metros de desplazamiento respecto de 1389 metros.

CURSOGRAMA ANALITICO: OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO		RESUMEN							
Cursograma N°4	HOJA: 1/1	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA				
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		OPERACIÓN	9	8	1				
ACTIVIDAD: LIMPIEZA <b>SEMANAL</b> DE HORNO TUNEL		TRANSPORTE	6	6	0				
LUGAR: PLANTA de J.L.S.A.		ESPERA	0	0	0				
		INSPECCION	2	1	1				
		ALMACENAMIENTO	2	2	0				
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO						
			●	→	◐	■	▼	⇨	↻
Equipar elementos de higiene	2	0							
Equipar elementos de protección personal	2	0							
Traslado al deposito de herramientas	1	50							
Solicitar herramientas de trabajo	8	0							
Solicitar insumos de limpieza	5	0							
Transportar herramientas al sector del horno	1	50							
Inspeccionar VISUALMENTE : Cinta transportadora + Quemadores	22	30							
Translación a la zona de sensores	0,5	15							
<b>ZONA "A"</b>									
Desmontar, Limpiar y Testear sensores de presión	20	0							
Translación a la zona de Quemadores	0,5	13							
Desmontar, Limpiar y Testear Quemador y sus elementos	55	0							
Limpiar picos aspersores	15	30							
Translación al extremo de salida del horno	1	25							
<b>ZONA "B"</b>									
Limpiar picos aspersores	15	30							
Limpieza del sector	7,5	35							
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	20	0							
<b>TOTAL</b>	<b>175,5</b>	<b>278</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Tabla 9.8: Cursograma analítico SEMANAL-Sin subproceso de mantenimiento.



Con las actividades redefinidas en las actividades de mantenimiento semanal hay un ahorro de 1 inspección y 1 operación. Por otra parte, hay 2,92 horas de tareas respecto de 5,33 horas y 278 metros de desplazamiento respecto de 455 metros originales. Cada 3 semana se ejecutará el subproceso de mantenimiento del automatismo en conjunto con el mantenimiento semanal del horno, esto implica 68,5 minutos y 41 metros de desplazamiento del operador adicionales.

CURSOGRAMA ANALITICO: OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO		RESUMEN			
Cursograma N°4 HOJA: 1/1		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA
OBJETO: PROCESOS DE MANTENIMIENTO		OPERACIÓN	9	9	0
ACTIVIDAD: LIMPIEZA <u>SEMANAL</u> DE HORNO TUNEL		TRANSPORTE	6	7	-1
		ESPERA	0	0	0
LUGAR: PLANTA de JL S.A.		INSPECCION	2	1	1
		ALMACENAMIENTO	2	2	0
DESCRIPCION	TIEMPO [MIN]	DISTANCIA [m]	SIMBOLO		
Equipar elementos de higiene	2	0	●	➔	◐
Equipar elementos de protección personal	2	0	■	▼	⏪
Traslado al deposito de herramientas	1	50	◐	➔	◐
Solicitar herramientas de trabajo	8	0	■	▼	⏪
Solicitar insumos de limpieza	5	0	■	▼	⏪
Transportar herramientas al sector del horno	1	50	◐	➔	◐
Inspeccionar VISUALMENTE : Cinta transportadora + Quemadores	22	30	◐	➔	◐
Translación a la zona de sensores	0,5	15	◐	➔	◐
<b>ZONA "A"</b>					
Ejecutar subproceso de mantenimiento del automatismo de limpieza	68,5	41	◐	➔	◐
Desmontar, Limpiar y Testear sensores de presión	20	0	■	▼	⏪
Translación a la zona de Quemadores	0,5	13	◐	➔	◐
Desmontar, Limpiar y Testear Quemador y sus elementos	55	0	■	▼	⏪
Limpiar picos aspersores	15	30	◐	➔	◐
Translación al extremo de salida del horno	1	25	◐	➔	◐
<b>ZONA "B"</b>					
Limpiar picos aspersores	15	30	◐	➔	◐
Limpieza del sector	7,5	35	◐	➔	◐
Registro de hallazgos en la planilla del equipo	20	0	■	▼	⏪
<b>TOTAL</b>	<b>244</b>	<b>319</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Tabla 9.9: Cursograma analítico SEMANAL-Con subproceso de mantenimiento.

### 9.5 Evaluación del Nuevo Método

Producto del estudio que se realizó, surgió una propuesta de mejora para las tareas que se desarrollaban en el mantenimiento preventivo del horno. La evaluación económico-financiera mostro que la inversión en un automatismo es viable, se aborda en esta sección el estudio de beneficios y costos desde el punto de vista operativo o beneficios que pueden expresarse únicamente en términos cualitativos.

El método que se usa para esta evaluación es el de "ponderación y puntuación", este sirve para evaluar cuantitativamente factores cualitativos, es una técnica pseudocuantitativa para transformar los juicios en resultados numéricos.



Procedimiento:

- I. Se listan de beneficios y desventajas de las 2 situaciones a comparar.
- II. Se asignan ponderaciones relativas a cada factor que indique la importancia dentro de la organización de estos. Son los responsables del sector quien pondera cada uno de los factores.
- III. Cada método propuesto recibe una puntuación con respecto a cada factor, 1 a 5, basada en datos cuantitativos o juicios subjetivos, de cómo resuelve el problema.
- IV. Por último, los puntos de cada factor se multiplican por el índice de ponderación correspondiente a cada factor y la suma de esos resultados da una ponderación global para el método.
- V. Se selecciona la alternativa con mayor puntaje

Este método, además de tener un criterio numérico para decidir, obliga a los participantes del proceso de decisión a tomar en cuenta todos los factores y reflexionar sobre la importancia relativa de cada uno de ellos. (Organización internacional del trabajo, 2000)

Se procedió a comparar el método existente en la empresa con el método propuesto, la definición de los diversos factores de decisión, como así también su ponderación, se realizó con el responsable de mantenimiento y el jefe de taller.

Los criterios cualitativos y cuantitativos a evaluar de ambos métodos son:

- a) Duración de la tarea: cuanto tiempo demanda realizar la limpieza semanal que se le hace al horno, la parada anual para la realizar mantenimiento preventivo y el tiempo asignado al mantenimiento a la rotura que puede suceder.
- b) Efectividad de las tareas: En qué medida el método evaluado “soluciona” el problema tratado.
- c) Eficiencia de las tareas: Cuan costoso es solucionar el problema tratado.
- d) Mejora la seguridad: a cuantos riesgos están expuestos los trabajadores que utilizan el método evaluado.
- e) Mayor polivalencia de los colaboradores: El método evaluado permite que los trabajadores incorporen herramientas que pueden usar en otros puestos
- f) Mayor de la producción: Impacto del método en la producción de la empresa



- g) Reducción de paradas: Impacto del método en la disminución de las paradas de producción.
- h) Reducción de costos: impacto del método en los costos del sector
- i) Mejora en los aspectos ergonómico de las tareas: impacto del método en la ergonomía de los colaboradores.
- j) Mejora en satisfacción del empleo: impacto del método en la satisfacción de los colaboradores.
- k) Mejora en la relación de los colaboradores: impacto del método en las relaciones entre los colaboradores.
- l) Mejora en las habilidades de los colaboradores: impacto del método en el desarrollo de los colaboradores.

(Organización internacional del trabajo, 2000)

Se aplicó este método de evaluación comparando las actividades realizadas en el puesto sin la inversión en el automatismo de limpieza y con la inversión en el automatismo de limpieza.

Método de Ponderación y Puntuación					
M1:método original		Puntaje[1-10]		Subtotal	
M2:método mejorado		M1	M2	M1	M2
Factores	Ponderación [1-5]				
a	3	2	10	6	30
b	5	7	9	35	45
c	2	6	4	12	8
d	5	7	7	35	35
e	2	4	5	8	10
f	4	2	10	8	40
g	5	2	9	10	45
h	2	9	3	18	6
i	4	4	7	16	28
j	4	2	8	8	32
k	2	7	5	14	10
l	3	1	7	3	21
TOTAL				173	310

Tabla 9.10: Tabla de ponderación y puntuación para evaluación de método. (Organización internacional del trabajo, 2000)

Se observa que acorde a los factores, y a la ponderación de los mismos, definidos por la empresa el nuevo método para dar mantenimiento al horno (M2) es más adecuado.



## Capítulo 10. Conclusiones

Como conclusión final y a partir de los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías que se presentan en el proyecto integrador, se puede decir que se han cumplido los objetivos específicos señalados por el autor, en donde se pudo definir la causa raíz de las paradas del “horno túnel JL” en la poco eficiente limpieza de la cadena transportadora ejecutada por el equipo de mantenimiento de la planta. Este hecho es fruto de la aplicación de un método “artesanal” para realizar la limpieza de la cadena transportadora.

Mediante la observación y el análisis metódico, se logró definir el puesto de mantenimiento, sus relaciones, sus responsabilidades, su autoridad, el nivel de rendimiento que los operadores deben alcanzar como así también sus especificaciones. Este proceso analítico enriqueció la tecnoestructura de la empresa y le permitió al autor realizar un sondeo de la situación del puesto a mejorar.

También se pudo definir, medir y valorar cada una de las tareas ejecutadas por el equipo de mantenimiento como así también su flujo de ejecución en las diferentes instancias en que se da soporte al horno túnel, resultando una valoración negativa con oportunidades de mejora en el campo del método de trabajo.

Como solución al problema determinado el autor propuso crear un equipo de funcionamiento automático que se encargue de ejecutar la tarea de limpieza de la cadena transportadora. Mediante el uso de software de diseño tridimensional, se generó un modelo digital del horno túnel sobre el cual se trabajó para la creación de un automatismo de limpieza que sustituya el método artesanal que se utiliza en la organización. Dicho automatismo cumple con los requisitos especificados por el departamento de ingeniería de la empresa: que su material constitutivo sea apto para industria alimenticia, que su manufactura no presente desafíos técnicos complejos, que posea funcionamiento autónomo, que no genere residuos que contaminen el producto, que sea de bajo consumo y principalmente que sea efectivo en su función.

Se pudo determinar con precisión el costo de manufactura y de funcionamiento del automatismo de limpieza y se demostró, mediante diversos indicadores y técnicas de ingeniería económica, que la inversión en este equipo genera mayores beneficios que costos para la empresa.



Con la información recolectada en las diferentes instancias del proyecto se pudo re definir las tareas que se realizan en el puesto que da mantenimiento al horno túnel y agregar tareas de mantenimiento sistémico del automatismo. Mediante la elaboración de cursogramas, se demostró una reducción en el tiempo invertido por los operadores para dar mantenimiento al horno y se logró reducir la frecuencia de paradas del horno para la ejecución de estas tareas.

Para cerrar, se destaca el impacto de los cambios realizados en el puesto:

- Se produce una reducción en el tiempo de ejecución de las tareas en las sesiones de mantenimiento semanal de un 46%.
- Se produce una reducción en la distancia recorrida por el operador en las sesiones de mantenimiento semanal de un 29%.
- Se produce una reducción en la cantidad de paradas de mantenimiento preventivo de 2 a 1 por año
- Se produce una reducción en el tiempo de ejecución de las tareas en las sesiones de mantenimiento preventivo de un 13,5%.
- Se produce una reducción en la distancia recorrida por el operador en las sesiones de mantenimiento semanal de un 37%.
- Los responsables del área de mantenimiento estiman que la implementación de este automatismo va a reducir al menos en un 90% las paradas no planeadas del equipo.



## Glosario, Definiciones y Siglas

- ✚ Pymes: pequeñas y medianas empresas
- ✚ Cadena de valor: La cadena de valor es una herramienta de análisis estratégico que ayuda a determinar la ventaja competitiva de la empresa. Se consigue examinar y dividir la compañía en sus actividades estratégicas más relevantes a fin de entender cómo funcionan los costos, las fuentes actuales y en qué radica la diferenciación.
- ✚ OIT: Organización internacional del trabajo.
- ✚ Flujo de aire: Es el movimiento de aire entre dos puntos, como resultado de una diferencia de presión entre estos, con la dirección de flujo siempre siendo del punto de mayor a menor presión.
- ✚ Efecto coanda: En mecánica de fluidos, el efecto Coanda es el fenómeno físico en el cual una corriente de fluido —gaseosa o líquida— tiende a ser atraída por una superficie vecina a su trayectoria.
- ✚ OSHA: son las siglas con las cuales se denomina abreviadamente a la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos, una delegación que responde y depende en materia de gestión al Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. Es el organismo encargado de controlar que cualquier trabajador se desempeñe en su trabajo con un marco saludable y seguro.
- ✚ Normas OSHA: leyes que hacen a la seguridad y a la salud en los ámbitos laborales
- ✚ SLM: litros estándar por minuto.
- ✚ dB: El decibelio o decibel, con símbolo dB, es una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora, o tensión y potencia eléctrica
- ✚ dBA: Decibelio, una unidad de nivel sonoro medido con un filtro previo que quita parte de las bajas y las muy altas frecuencias. De esta manera, después de la medición se filtra el sonido para conservar solamente las frecuencias más dañinas para el oído, razón por la cual la exposición medida en dBA es un buen indicador del riesgo auditivo y vital.



- ✚ HP: El caballo de fuerza mecánico se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente a la velocidad de 1 pie/minuto un peso de 33 000 libras (14968.548 kg). Tiene un valor de exactamente 550 pies-libras por segundo.
- ✚ kW: Medida de potencia eléctrica, de símbolo kW, que es igual a 1000 vatios.
- ✚ W: Unidad de potencia del Sistema Internacional que equivale a la potencia capaz de conseguir una producción de energía igual a 1 julio por segundo.
- ✚ Arandela grower: una arandela es un elemento de montaje con forma de disco delgado con un agujero usualmente en el centro. El tipo “grower” es una arandela elástica helicoidales de seguridad. La hélice absorbe inicialmente el par de apriete, hasta que se hace plana (desaparece la hélice) bajo la presión de la carga de trabajo, o de apriete, o de ajuste. Luego que la arandela grower queda cerrada (aplastada) por efecto de la carga de ajuste aplicada al conjunto que la contiene, se la ve como una arandela plana.
- ✚ Hoja de instrucciones: documento que define los pasos a seguir para llevar a cabo una función, operación o actividad específica, generalmente para documentar una parte de un proceso más largo.
- ✚ Automatismo: ausencia de intervención de agentes exteriores en el funcionamiento de un mecanismo o en el desarrollo de un proceso.
- ✚ Cualitativo: de la cualidad o relacionado con ella.
- ✚ Cuantitativo: de la cantidad o relacionado con ella.
- ✚ Pseudo: prefijo, que es supuesto o falso.
- ✚ ISO: (Internacional Organization for Standardization) es la Organización Internacional de Normalización, cuya principal actividad es la elaboración de normas técnicas internacionales.
- ✚ ONUAA: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura





## Referencias

- ANTÓN, F. E. (2007). *Costos Industriales*.
- BACA URBINA, G. (2007). *Fundamentos de la Ingeniería Económica*.
- Beale, I. C. (2019). *Gestión de la Calidad*.
- Cámara Argentina de Maní. (2014). *Cluster Manicero Argentino*. Obtenido de Cámara Argentina de Maní: <http://www.camaradelmani.org.ar/espanol/outlook/>
- CHIAVENATO, I. (2000). *Administración de recursos humanos*.
- DASSAULT SYSTEMES. (s.f.). *Introducción a Solidworks*.
- EXAIR. (s.f.). *Soplado de alta eficiencia*. Obtenido de AYRFUL:  
<https://www.ayrful.com.ar/productos/exair/boquillas-de-soplado-y-jets-de-aire/boquillas-soplado/>
- FERNÁNDEZ, R. (Septiembre de 2021). *Proyección inflación en EE. UU. 2010-2026*. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/598528/proyeccion-inflacion-en-ee-uu-2008-2020/>
- FESTO Didactics. (s.f.). *Neumática básica*.
- FESTO Didactics. (s.f.). *Neumática intermedia*.
- FREIVALDS, N. &. (2001). *Métodos, Estándares y diseño del Trabajo*.
- GARCIA GARRIDO, S. (2003). *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*.
- GARRIDO, S. G. (2003). *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- GOOGLE Inc. (s.f.). *Mapa de Ticino*. Obtenido de Google Maps:  
<https://www.google.com/maps/@-32.6942792,-63.4437103,15z>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (s.f.). *Certificación halal INTI-CIRA*. Obtenido de INTI: <https://www.inti.gov.ar/areas/servicios-regulados/certificaciones/organismo-de-certificacion/tramites/certificacion-halal-inti-cira>



Israel, A. (s.f.). *¿Qué es Kosher?* Obtenido de Ajdut Israel:

[https://www.kosher.org.ar/?gclid=CjwKCAjw49qKBhAoEiwAHQVTo96YwHBmew6EXWVZdCizeZO0d-hLEmBGGrDYapmfaO-3qI0M2Qj2VxoCnYUQAvD\\_BwE#/empresas](https://www.kosher.org.ar/?gclid=CjwKCAjw49qKBhAoEiwAHQVTo96YwHBmew6EXWVZdCizeZO0d-hLEmBGGrDYapmfaO-3qI0M2Qj2VxoCnYUQAvD_BwE#/empresas)

JL Productos Alimenticios. (s.f.). *JL Maní*. Obtenido de JL Maní: <https://manijl.com.ar/>

Lorenzati Ruetsch y Cia. S.A. (s.f.). *Lorenzati Maní*. Obtenido de Lorenzati Maní:

<https://www.lorenzati.com/>

MASAAKI, I. (1999). *Kaizen*.

MINTZBERG, H. (1993). *Diseño de Organizaciones Eficientes*.

NASSIR, S. C. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL*. Obtenido de

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

<http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm>

Organización internacional del trabajo. (2000). *Introducción al estudio del trabajo*.

Superintendencia de Riesgos de Trabajo -SRT. (s.f.). *Método de Árbol de Causas*. Obtenido de

Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/publicaciones/arbol-de-causa>

VAZQUEZ, J. C. (1992). *Costos*.



## ANEXO I: Diagramas de Flujo

El diagrama de flujo consiste en una representación gráfica de los pasos que se siguen para realizar un proceso; partiendo de una entrada, y después de realizar una serie de acciones, llegando a una salida. Cada paso se apoya en el anterior y sirve de sustento al siguiente (Beale, 2019):

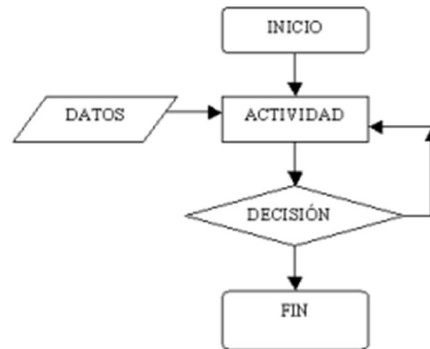


Ilustración 1: Modelo de diagrama de flujo. (Beale, 2019)

Para representar la información, necesitamos una serie de símbolos básicos que emplearemos en la confección de diagramas de flujo:

Símbolo	Significado
	Comienzo o final de proceso: en su interior situamos materiales, información o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el resultado en el final del mismo
	Conexión con otros procesos: Nombramos un proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el proceso principal.
	Actividad: Tarea o actividad llevada a cabo durante el proceso. Puede tener muchas entradas, pero solo una salida.
	Información de apoyo: Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad (datos para realizarla).
	Decisión/ Bifurcación: Indicamos puntos en que se toman decisiones: sí o no, abierto o cerrado.
	Conexiones de pasos o flechas: Muestran dirección y sentido del flujo del proceso, conectando los símbolos.
	Documento: Se utiliza este símbolo para hacer referencia a la generación o consulta de un documento específico en un punto del proceso.
	Subproceso: actividad que será detallada en otro diagrama de flujo

Ilustración 2: Símbolos en un diagrama de flujo. (Beale, 2019)



Para realizar el diagrama de flujo debemos seguir una serie de pasos:

1) Determinar el marco y los límites del proceso. Se debe definir para cada proceso:

- Objetivo
- Cliente: Quién se beneficia de ese conjunto de actividades del proceso.
- Origen del proceso: Información, un producto anterior o una actividad.
- Resultados del proceso: Salidas obtenidas después del proceso.
- Quién: Personas o puestos de trabajo, dentro o fuera de la organización, que desempeñan las actividades pertenecientes al procedimiento descrito.

2) Determinar los pasos del proceso: Se realiza una lista con las actividades principales, entradas, salidas y decisiones.

3) Dibujar el diagrama de flujo: Se utilizan los símbolos citados anteriormente. Antes de comenzar, se tienen que etiquetar cada actividad de la lista. En general, se nombran las acciones con verbos en infinitivo: comprar, hacer, entregar, revisar, etc. Para hacer el diagrama, se comienza identificando qué actividad, hecho, información o producto inicia el proceso: este hecho irá dentro de un rectángulo de aristas redondeadas. Luego se determina la actividad, o en su caso actividades, inmediatamente posterior o posteriores. A medida que se realiza el diagrama, para las actividades en que se considere necesario, se irá rellenando una "plantilla" en la que se indica:

- " Qué ", qué es lo que se hace;
- " Quién ", quién lo hace;
- " Cuándo " debe hacerlo;
- " Cómo ", cómo debe hacerlo;
- Registros y/ o documentos que se hayan generado y que nutren la siguiente actividad.

(Beale, 2019)