



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**INGENIERIA DE LA LINEA DE PRODUCCION COMERCIAL PARA LA ELABORACION DE
PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Cynthia Gabriela Lombardi Barrios

Asesorado por la Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola Ph. D

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INGENIERIA DE LA LINEA DE PRODUCCION COMERCIAL PARA LA ELABORACION DE
PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CYNTHIA GABRIELA LOMBARDI BARRIOS

ASESORADO POR LA INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA PH. D

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Inga. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INGENIERIA DE LA LINEA DE PRODUCCION COMERCIAL PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial -EMI- con fecha 2 de septiembre de 2019.

Cynthia Gabriela Lombardi Barrios

Guatemala, 13 de agosto del 2021

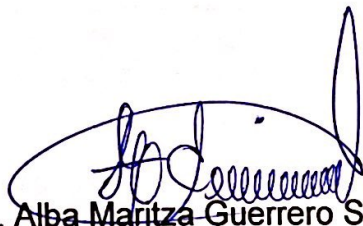
Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Urquizú:

Reciba un cordial saludo, por este medio hago de su conocimiento que la estudiante **Cynthia Gabriela Lombardi Barrios**, con registro académico 201503529 y CUI 3000823200101, de la carrera de Ingeniería Industrial ha finalizado su trabajo de graduación titulado "**Ingeniería de la línea de producción comercial para la elaboración de productos de limpieza autosostenible dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala**", motivo por el cual firmo de conformidad y aprobación de la tesis, en su desarrollo y contenido.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Alba Maritza Guerrero Spínola Ph.D.

Colegiado No. 4611

Celular 59188464

ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.114.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INGENIERÍA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN COMERCIAL PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Cynthia Gabriela Lombardi Barrios**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2021.

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.137.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INGENIERÍA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN COMERCIAL PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Cynthia Gabriela Lombardi Barrios**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2021.

/mgp



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG. 698.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **INGENIERIA DE LA LINEA DE PRODUCCION COMERCIAL PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA AUTOSOSTENIBLE DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Cynthia Gabriela Lombardi Barrios**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las bendiciones recibidas hasta el día de hoy, por las enseñanzas y oportunidades de convertirme en mejor persona y una buena profesional.
- Mi madre** Imelda Barrios, porque por ella soy la mujer que soy hoy en día, por su apoyo y amor incondicional, sus enseñanzas, guía y valentía siempre.
- Mi hermano** Fausto Ortiz, por el apoyo incondicional brindado, por sus consejos, amor y no dejarme sola en ningún momento, por animarme a seguir adelante.
- Mi hermana** Ana Lucía Lombardi, por ser mi consejera, alera, compañía incondicional, la que siempre me apoyó y no dejó que me desanimara.
- Mi padre** Axel Lombardi, por sus palabras de aliento y su apoyo moral, por darme ese empujón que muchas veces necesité.

Mis amigos

A todos porque no me faltaron las risas, el apoyo y porque jamás dudaron de mí y mis capacidades.

Mi asesora

Alba Guerrero, por ser un papel fundamental en los inicios de mi vida profesional, por ser ese empuje y por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios y ser mi segundo hogar durante los últimos años.

Facultad de Ingeniería

Por prepararme profesionalmente para salir al mercado laboral.

Mi familia

Por su apoyo cuando más lo necesité, por darme esas palabras de aliento y permitirme enfocarme en mis estudios.

**Mis amigos de la
Facultad**

A todos, por esos momentos que marcaron e hicieron especial mi vida universitaria.

Mi asesora

Por confiar en mí para formar parte de su equipo de trabajo y por el apoyo incondicional.

Mis catedráticos

A todos por prepararme profesionalmente, y a algunos, por aconsejarme, escucharme y estar para mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
HIPÓTESIS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	5
1.1.4. Visión	5
1.1.5. Facultades y Escuelas	6
1.1.5.1. Centros y Regionales	8
1.1.6. Unidades Académicas	9
1.1.7. Organización.....	10
1.1.7.1. Organigrama.....	10
1.2. Facultad de Ingeniería	11
1.2.1. Ubicación	11
1.2.2. Historia	12
1.2.3. Misión	17
1.2.4. Visión	17
1.2.5. Objetivos técnicos.....	17

1.2.6.	Estrategias académicas	18
1.2.7.	Escuelas.....	19
1.2.8.	Junta Directiva.....	19
1.3.	Escuela de Mecánica Industrial.....	20
1.3.1.	Historia	20
1.3.2.	Ubicación.....	21
1.3.3.	Misión	21
1.3.4.	Visión.....	22
1.3.5.	Política de calidad	22
1.3.6.	Objetivos	22
1.3.7.	Valores éticos.....	23
1.3.8.	Organización	24
1.4.	Centro de Investigaciones.....	25
1.4.1.	Información General.....	25
1.4.1.1.	Ubicación.....	26
1.4.1.2.	Misión.....	27
1.4.1.3.	Visión.....	27
1.4.1.4.	Objetivos	27
1.4.1.5.	Funciones.....	28
1.4.1.6.	Políticas internas	28
1.4.1.7.	Código de ética	29
1.4.2.	Tipo de organización	31
1.4.2.1.	Cuerpo ejecutivo	32
1.4.2.2.	Organigrama	32
1.4.2.3.	Descripción de secciones.....	33
1.4.3.	Distribución de espacio	36
1.5.	Ingeniería	39
1.5.1.	Definición.....	39
1.5.2.	Características	40

1.5.3.	Funciones	41
1.6.	Producción.....	42
1.6.1.	Definición	43
1.6.2.	Características técnicas.....	44
1.6.3.	Programas de producción.....	44
1.6.4.	Tipos de producción	45
1.6.4.1.	Por trabajo	45
1.6.4.2.	Por lote	46
1.6.4.3.	Continua	47
1.7.	Línea de producción	48
1.7.1.	Definición.....	48
1.7.2.	Lineamientos técnicos	48
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	51
2.1.	Centro de Investigaciones	51
2.1.1.	Distribución de espacio.....	52
2.1.2.	Organización.....	52
2.2.	Descripción de productos	52
2.2.1.	Desinfectante.....	53
2.2.1.1.	Características.....	53
2.2.1.2.	Presentaciones.....	53
2.2.1.3.	Componentes	54
2.2.2.	Desodorantes	55
2.2.2.1.	Características.....	56
2.2.2.2.	Presentaciones.....	56
2.2.2.3.	Componentes	56
2.2.3.	Jabón para manos	57
2.2.3.1.	Características.....	57
2.2.3.2.	Presentaciones.....	58

	2.2.3.3.	Componentes	58
2.2.4.		Limpiavidrios	60
	2.2.4.1.	Características	60
	2.2.4.2.	Presentaciones.....	61
	2.2.4.3.	Componentes	61
2.3.		Materia prima	62
	2.3.1.	Alcohol isopropílico	62
	2.3.2.	Amoniaco	62
	2.3.2.1.	Amonio cuaternario	63
	2.3.3.	Butil cellosolve.....	63
	2.3.4.	Cloruro de sodio	64
	2.3.5.	Colorante.....	64
	2.3.6.	Dietalonamina	64
	2.3.7.	Fragancia	64
	2.3.8.	Formaldehido	65
	2.3.9.	Glicerina	65
	2.3.10.	Metilparabeno.....	65
	2.3.11.	Nonilfenol	66
	2.3.12.	Propilenglicol.....	66
	2.3.13.	Propilparabeno	66
	2.3.14.	Texapon	67
	2.3.15.	Envases.....	67
2.4.		Descripción del equipo	67
	2.4.1.	Maquinaria.....	67
	2.4.1.1.	Mezcladora.....	68
	2.4.1.2.	Llenadora	68
	2.4.1.3.	Compresor.....	69
	2.4.2.	Equipo	69
	2.4.2.1.	Vaso de precipitado (<i>beaker</i>)	70

	2.4.2.2.	Probeta	70
	2.4.2.3.	Cubeta	70
	2.4.2.4.	Balanza.....	71
2.5.		Descripción del proceso	71
	2.5.1.	Área de materia prima	71
	2.5.2.	Área de proceso	72
	2.5.3.	Área de llenado.....	72
	2.5.4.	Área de control de calidad	73
	2.5.5.	Área de producto terminado	73
	2.5.6.	Diagrama de flujo de operaciones	73
2.6.		Distribución de espacio actual	77
	2.6.1.	Plano de situación actual	77
	2.6.2.	Diagrama de recorrido	77
2.7.		Tiempo de producción	80
3.		PROPUESTA PARA LA INGENIERÍA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	89
3.1.		Diseño de la línea de producción	89
	3.1.1.	Estaciones de trabajo	89
		3.1.1.1. Materia prima.....	89
		3.1.1.2. Mezcla	90
		3.1.1.3. Llenado.....	90
		3.1.1.4. Control de calidad.....	91
		3.1.1.5. Producto terminado	91
	3.1.2.	Distribución de espacio.....	92
		3.1.2.1. Plano planta propuesta.....	92
3.2.		Maquinaria y equipo	94
	3.2.1.	Maquinaria	94
		3.2.1.1. Mezcladora	94

	3.2.1.2.	Llenadora para producto líquido	95	
	3.2.1.3.	Llenadora para producto viscoso	97	
3.2.2.	Equipo		98	
	3.2.2.1.	Vaso de precipitado.....	98	
	3.2.2.2.	Balanza digital	100	
	3.2.2.3.	Probeta.....	101	
	3.2.2.4.	Cubeta.....	102	
3.3.	Planeación de procesos		103	
	3.3.1.	Tiempo estándar de procesos	103	
	3.3.2.	Diagrama de operaciones	107	
	3.3.3.	Diagrama de flujo	108	
	3.3.4.	Diagrama de recorrido.....	108	
3.4.	Costos de operación		115	
	3.4.1.	Materia prima	116	
	3.4.2.	Insumos.....	117	
	3.4.2.1.	Agua.....	118	
	3.4.2.2.	Energía eléctrica	118	
	3.4.3.	Costo de producción	119	
	3.4.3.1.	Por producto.....	119	
		3.4.3.1.1.	Desinfectante	119
		3.4.3.1.2.	Desodorante ambiental.....	120
		3.4.3.1.3.	Jabón para manos	121
		3.4.3.1.4.	Limpiavidrios	121
	3.4.3.2.	Por lote.....	122	
		3.4.3.2.1.	Desinfectante	122
		3.4.3.2.2.	Desodorante ambiental.....	123
		3.4.3.2.3.	Jabón para manos	123

	3.4.3.2.4.	Limpiavidrios.....	123
3.5.		Comercialización interna	124
	3.5.1.	Estudio de mercado.....	124
		3.5.1.1. Caracterización de los bienes.....	125
		3.5.1.2. Segmentación de mercado	125
		3.5.1.3. Determinación de la demanda y oferta	126
		3.5.1.4. Pronóstico de la demanda	130
		3.5.1.5. Análisis de la competencia	135
	3.5.2.	Proyección de precios	136
	3.5.3.	Requisitos legales.....	137
	3.5.4.	Planificación de ventas	138
	3.5.5.	Propuesta de convenio interno	140
	3.5.6.	Propuesta de contrato de suministro	148
3.6.		Mantenimiento de equipo	156
	3.6.1.	Preventivo.....	156
		3.6.1.1. Mezcladora	157
		3.6.1.2. Llenadora para producto líquido	158
		3.6.1.3. Llenadora para producto viscoso.....	158
	3.6.2.	Correctivo	158
		3.6.2.1. Mezcladora	159
		3.6.2.2. Llenadora para producto líquido	160
		3.6.2.3. Llenadora para producto viscoso.....	161
3.7.		Manual de seguridad e higiene industrial	161
	3.7.1.	Equipo de protección personal	162
	3.7.2.	Normativo interno	163
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	167
	4.1.	Reubicación de áreas.....	167

4.1.1.	Estaciones de trabajo	167
4.1.2.	Distribución de espacio	168
4.2.	Reubicación de maquinaria y equipo	169
4.2.1.	Maquinaria.....	169
4.2.2.	Equipo	169
4.3.	Procesos	172
4.3.1.	Limpiavidrios	173
4.3.1.1.	Diagrama de operaciones	173
4.3.1.2.	Diagrama de flujo	173
4.3.1.3.	Diagrama de recorrido.....	174
4.3.2.	Desinfectante	174
4.3.2.1.	Diagrama de operaciones	174
4.3.2.2.	Diagrama de flujo	175
4.3.2.3.	Diagrama de recorrido.....	175
4.3.3.	Jabón para manos.....	175
4.3.3.1.	Diagrama de operaciones	176
4.3.3.2.	Diagrama de flujo	176
4.3.3.3.	Diagrama de recorrido.....	176
4.4.	Convenio interno	195
4.4.1.	Demanda mensual	195
4.4.1.1.	Desinfectante	195
4.4.1.2.	Limpiavidrios	196
4.4.1.3.	Jabón para manos.....	196
4.5.	Programa de producción	196
4.5.1.	Capacidad máxima.....	197
4.5.2.	Producción diaria.....	198
4.5.3.	Programa.....	198
4.6.	Manejo de materiales	200
4.6.1.	Materia prima	201

	4.6.1.1.	Control de inventarios.....	202
	4.6.2.	Producto terminado	203
4.7.		Logística en el proceso.....	203
	4.7.1.	Solicitud de demanda	204
	4.7.2.	Programa de producción	205
	4.7.3.	Producción.....	206
	4.7.4.	Producto terminado	207
5.		SEGUIMIENTO O MEJORA.....	209
	5.1.	Resultados obtenidos	209
		5.1.1. Interpretación.....	209
		5.1.2. Aplicación	210
	5.2.	Ventajas y beneficios.....	211
		5.2.1. Reducción de costos	211
		5.2.2. Optimización de recursos	211
		5.2.3. Apoyo a la investigación	212
		5.2.4. Laboratorio auto sostenible.....	213
		5.2.5. Control de calidad.....	213
	5.3.	Acciones correctivas.....	214
		5.3.1. Mejora de procesos	214
		5.3.2. Aumento de demanda	215
	5.4.	Entidades responsables	216
		5.4.1. Departamento de Compras	216
		5.4.2. Autoridades del Maker Space.....	217
	5.5.	Auditorías	218
		5.5.1. Internas.....	219
		5.5.2. Externas	219

CONCLUSIONES.....221
RECOMENDACIONES223
BIBLIOGRAFÍA.....225
ANEXOS.....229

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del Campus Central de la USAC	2
2.	Mapa de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	12
3.	Organigrama de Junta Directiva de la Facultad	19
4.	Organigrama de la Escuela de Mecánica Industrial	24
5.	Ubicación del Centro de Investigaciones (CII).....	26
6.	Organigrama general del Centro de Investigaciones	33
7.	Planta primer nivel (CII).....	37
8.	Planta segundo nivel (CII)	38
9.	Diagrama de un proceso productivo.....	44
10.	Diagrama de flujo del proceso.....	75
11.	Diagrama de flujo del proceso.....	76
12.	<i>Layout</i> de la planta (diagrama del lugar)	78
13.	Diagrama de recorrido.....	79
14.	Plano planta propuesta.....	93
15.	Tanque mezclador.....	95
16.	Llenadora para producto líquido	96
17.	Compresor	97
18.	Llenadora para producto viscoso	98
19.	Vasos de precipitado de 1000 ml y 500 ml.....	99
20.	Vasos de precipitado de 250 ml	99
21.	Vasos de precipitado de 100 ml	100
22.	Vasos de precipitado de 50 ml	100

23.	Balanza digital	101
24.	Probetas de distintas capacidades	102
25.	Cubeta.....	102
26.	Diagrama de operaciones - Elaboración general	109
27.	Diagrama de operaciones - Elaboración general	110
28.	Diagrama de flujo - Elaboración general	111
29.	Diagrama de flujo - Elaboración general	112
30.	Diagrama de flujo - Elaboración general	113
31.	Diagrama de recorrido - Elaboración general	114
32.	Plano propuesto de estaciones de trabajo	168
33.	Plano propuesto de maquinaria	170
34.	Plano propuesto de mobiliario y equipo	171
35.	Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios.....	177
36.	Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios.....	178
37.	Diagrama de flujo – Elaboración de limpiavidrios	179
38.	Diagrama de flujo – Elaboración de limpiavidrios	180
39.	Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios.....	181
40.	Diagrama de recorrido – Elaboración de limpiavidrios	182
41.	Diagrama de operaciones – Elaboración de desinfectante	183
42.	Diagrama de operaciones – Elaboración de desinfectante	184
43.	Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante	185
44.	Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante	186
45.	Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante	187
46.	Diagrama de recorrido – Elaboración de desinfectante	188
47.	Diagrama de operaciones – Elaboración de jabón	189
48.	Diagrama de operaciones – Elaboración de jabón	190
49.	Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos.....	191
50.	Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos.....	192

51.	Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos.....	193
52.	Diagrama de recorrido – Elaboración de jabón	194
53.	Formato de orden de producción	205

TABLAS

I.	Facultades de la Universidad	6
II.	Escuelas de la Universidad	7
III.	Centros Regionales de la Universidad	8
IV.	Formulación del desinfectante	54
V.	Formulación del desodorante ambiental	56
VI.	Formulación del jabón para manos	58
VII.	Formulación para limpiavidrios.....	61
VIII.	Tiempo cronometrado por lote de desinfectante	80
IX.	Tiempo cronometrado por lote de desinfectante	81
X.	Tiempo cronometrado por lote de desinfectante	82
XI.	Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos.....	82
XII.	Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos.....	83
XIII.	Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos.....	84
XIV.	Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios.....	85
XV.	Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios.....	85
XVI.	Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios.....	86
XVII.	Costos de materia prima	116
XVIII.	Costos por galón de desinfectante	120
XIX.	Costos por galón de desodorante ambiental.....	120
XX.	Costos por galón de jabón para manos.....	121
XXI.	Costos por galón de limpiavidrios	122
XXII.	Demanda histórica de desinfectante	127
XXIII.	Demanda histórica de jabón para manos.....	127

XXIV.	Demanda histórica de limpiavidrios	128
XXV.	Precio por galón de desinfectante.....	129
XXVI.	Precio por galón de jabón para manos	129
XXVII.	Precio por galón de limpiavidrios	130
XXVIII.	Proyección de demanda de desinfectante	131
XXIX.	Proyección de demanda de jabón para manos.....	133
XXX.	Proyección de demanda de limpiavidrios.....	134
XXXI.	Análisis de la competencia (valores sin IVA)	135
XXXII.	Resumen precios costo	136
XXXIII.	Resumen precios promedio	137
XXXIV.	Resumen planificación de ventas	139
XXXV.	Resumen de pedidos mensuales.....	144
XXXVI.	Resumen de pedidos mensuales.....	145
XXXVII.	Suministro de lotes de producto para el primer semestre	150
XXXVIII.	Suministro de lotes de producto para el segundo semestre	151
XXXIX.	Formulación del desinfectante	199
XL.	Formulación del jabón para manos.....	199
XLI.	Formulación para limpiavidrios	200

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballos de fuerza (<i>horsepower</i>)
gal	Galón
g	Gramos
L	Litros
m	Metro
ml	Mililitros
s	Segundos
Q	Quetzales

GLOSARIO

Antifúngico	Que evita el desarrollo de hongos, destruyéndolos o evitando su crecimiento.
BPM	Bodega de materia prima.
BPT	Bodega de producto terminado.
Corrosiva	Que puede destruir o dañar irreversiblemente otra superficie con la cual entra en contacto.
C.S. P	Cantidad suficiente para.
Dispersión	Acto de dividir, repartir o dispersarse.
EMI	Escuela de Mecánica Industrial.
ERIS	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.
Ingestión	Introducir algo en el cuerpo por la boca.
IVA	Impuesto sobre el valor agregado.
Layout	Hace referencia al esquema de distribución de los elementos dentro de un diseño.

Monotonía	Falta de variedad, que produce aburrimiento o cansancio.
pH	Coeficiente que indica el grado de acidez de una solución acuosa.
RPM	Revoluciones por minuto.
Suministro	Dotación de un bien.
Suplementos	Elemento que sirve para completar, aumentar o reforzar una cosa en algún aspecto.
Timer	Temporizador, que permite medir el tiempo.
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala.

RESUMEN

La Escuela de Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la USAC cuenta con una línea de producción que elabora productos de limpieza de manera artesanal y es utilizado el laboratorio para que estudiantes realicen prácticas de cursos del área de producción y otros.

Conforme el paso del tiempo, el encargado del laboratorio y su equipo ha mejorado la formulación de los productos de limpieza y con ello su calidad. Por su parte, los estudiantes han propuesto mejoras en los procesos de elaboración y en la maquinaria utilizada.

Considerando el aprovechamiento de los distintos recursos productivos y pensando en mantener la mejora continua del laboratorio que contiene la línea de producción, se propone la creación e implementación de un convenio interno, principalmente entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial, donde se establecen cantidades y montos de los distintos productos de limpieza que se utilizan dentro de las instalaciones de la facultad.

El convenio pretende lograr una autosostenibilidad de la línea que permita mejoras en el proceso y en el laboratorio, posteriormente aumentar la capacidad de producción para cumplir con la necesidad de estos productos en todo el Campus Central de la USAC.

También se plantea un laboratorio que integre a otras escuelas de la facultad, siendo un espacio académico que permita el aprovechamiento del recurso humano por parte de los estudiantes al proponer mejoras en la

maquinaria, procesos, formulación de los productos, reducción de costos, entre otros.

OBJETIVOS

General

Realizar una Ingeniería de la línea de producción para la elaboración de productos de limpieza comercialmente auto sostenible dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Realizar un estudio de mercado para determinar la viabilidad de la comercialización interna de los productos de limpieza en la Universidad.
2. Elaborar una propuesta de mejora de la línea de producción ubicada en el Centro de Investigaciones para el aprovechamiento de recursos productivos.
3. Proponer una nueva organización de las áreas de trabajo en la planta para lograr una producción continua.
4. Establecer tiempos estándar de producción, métodos de trabajo y proyecciones de demanda interna para aumentar la productividad de la línea.
5. Diseñar nuevos sistemas de control de producción e inventarios para cumplir con la demanda interna.

6. Diseñar un convenio interno con la Universidad para lograr la autosostenibilidad de la línea de producción.

7. Evaluar el uso de los recursos productivos como espacio, materia prima, maquinaria, equipo y mano de obra para reducir costos de operación.

HIPÓTESIS

Estableciendo un convenio con la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser los proveedores de productos de limpieza se podrá tener una línea de producción autosostenible y a la vez, un laboratorio completo en donde los estudiantes puedan avocarse para complementar sus conocimientos del área de producción.

Hipótesis nula:

A través de un convenio con la Universidad de San Carlos de Guatemala, para ser los proveedores de productos de limpieza necesarios, se logrará la auto sostenibilidad de la línea de producción ubicada en el Centro de Investigaciones debido al establecimiento de un plan de producción mensual para cumplir.

Hipótesis alternativa:

- Se presentará una respuesta positiva por parte de las autoridades de la Universidad de San Carlos de Guatemala y apoyo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.
- Un buen plan de comercialización interna hará capaz a la línea de producción mantenerse económicamente por sí misma.
- Una buena distribución de las áreas de trabajo y los procesos que se realizan servirán como apoyo práctico a estudiantes.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala es actualmente la universidad más grande y con más historia en Guatemala, ya que fue fundada hace más de 300 años, cuenta con varias facultades, varias escuelas y centros regionales con el fin de apoyar a la educación superior. Siendo una de estas, la Facultad de Ingeniería que desde 1880 es la más grande de la ciudad atendiendo a más de doce mil estudiantes de pregrado.

Ingeniería tiene dependencias creadas con el propósito de buscar nuevos métodos para aumentar el conocimiento académico y la calidad de este. Aplicar la teoría y métodos aprendidos para el desarrollo de proyectos que apoyen el emprendimiento y la innovación.

Como lo es el Centro de Investigaciones de Ingeniería, que apoya directamente el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia interna de la Universidad, específicamente de la facultad.

Actualmente la Facultad de Ingeniería de la Universidad cuenta con un área designada a la elaboración de productos de limpieza ubicada en el Centro de Investigaciones, el Maker Space, teniendo como objetivo el brindar un espacio a los estudiantes en donde puedan complementar los conocimientos teóricos con la práctica en una línea de producción piloto.

Es de vital importancia que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se formen con mayor exigencia, debido a los avances

tecnológicos y a que las condiciones de mercado actual en cuanto a productos y servicios demandan competitividad.

Una línea de producción se define como un conjunto de subsistemas que trabajan en armonía con la finalidad de transformar o integrar materia prima en un producto final. Se divide en estaciones o áreas de trabajo con funciones específicas dentro del flujo del proceso.

Al momento de diseñar una línea de producción y establecer las áreas de trabajo que la conforman, no solamente en la elaboración de productos de limpieza, se busca que la producción sea fluida y se optimice tiempo, materia prima y todas las actividades que se dan en cada parte del proceso.

Además de ser un espacio de ayuda y complemento para los estudiantes, se busca lograr que sea capaz de mantenerse por sí misma siendo los proveedores oficiales de la Universidad de San Carlos de Guatemala en cuanto a los productos que esta genera.

En el presente trabajo de graduación se realizará la ingeniería de la línea de producción de productos de limpieza con un enfoque auto sostenible mediante su comercialización interna en la Universidad.

En el primer capítulo encontraran los antecedentes generales de la Universidad, la facultad de Ingeniería, el Centro de Investigaciones y conceptos básicos para el entendimiento del tema a tratar.

El segundo capítulo expone la situación actual de la línea de producción ubicada en el Maker Space, la descripción de los productos que se fabrican, la

materia prima utilizada, la maquinaria y equipo con el que se cuenta, descripción del proceso y distribución del espacio actual.

A partir del tercer capítulo se presenta la propuesta de mejora para la ingeniería de la línea de producción considerando un plan de acción promoviendo la auto sostenibilidad de dicha línea por medio de un convenio con la Universidad de San Carlos de Guatemala. Seguido de un capítulo como su implementación y un último capítulo con el plan de seguimiento.

1. ANTECEDENTES GENERALES

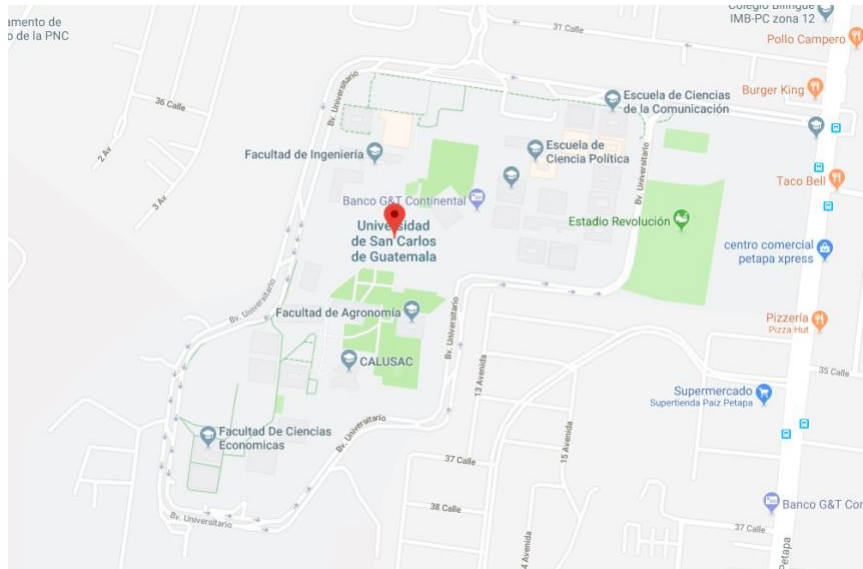
1.1. Universidad de San Carlos de Guatemala

La Universidad de San Carlos de Guatemala, más conocida como USAC, es actualmente la máxima casa de estudios a nivel superior en Guatemala y con más historia debido a su fundación desde hace más de 300 años. Es la única universidad estatal y autónoma, con su lema “Id y enseñad a todos”, su población estudiantil asciende a más de 50,000 estudiantes teniendo el costo de matrícula anual más bajo de Centroamérica.

1.1.1. Ubicación

El Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala se ubica en la Ciudad Universitaria zona 12 de Guatemala. Colindando al norte con el Anillo Periférico final zona 12, al sur con la Colonia el Carmen, al este con Santa Elisa, Villa Sol y al oeste con la Calzada Aguilar Batres y estación de transmetro El Carmen.

Figura 1. **Mapa del Campus Central de la USAC**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps.

1.1.2. **Historia**

Durante la colonia española se estableció en el Reino de Guatemala, siendo la más prestigiosa institución de educación superior de Centroamérica y la única de Guatemala hasta 1954.

La tradición universitaria centroamericana tiene sus inicios durante el siglo XVIII, cuando bajo diferentes denominaciones se crearon instituciones, estudios y cátedras de las ciencias de la época: fundada el 31 de enero de 1676 por Real Cédula de Carlos II, la Real Universidad de San Carlos se convirtió en la tercera universidad real fundada en la América hispánica. Pero sus actividades fueron interrumpidas después de la independencia de Centroamérica en 1821.

Para ese entonces cada provincia de la antigua Capitanía General de Guatemala impulsó la creación de una universidad local, que permaneció como institución, pero fue cerrada en 1829 y en 1834 convertida en la Academia de Ciencias. Atravesando una serie de cambios, en 1840 se llamó la Pontificia Universidad de San Carlos de Borromeo; para los años de 1918 a 1920, Universidad Estrada Cabrera, en honor al entonces presidente de la República, el licenciado Manuel Estrada Cabrera.

Como resultado de la revolución guatemalteca de octubre de 1944, la universidad logró obtener la autonomía total, pero al resurgir la educación católica y la fundación de universidades privadas en 1954, se inició un proceso de desgaste contra la institución, que incluyó, desde ese entonces, el incumplimiento del pago del porcentaje presupuestario que le corresponde a la Universidad, aun estando estipulado en la Constitución de la República, y la persecución de líderes estudiantiles y docentes durante todo el tiempo que duró la Guerra Civil de Guatemala, en los años de 1960 a 1996.

En noviembre de 1944 se emitió el Decreto No. 12 que otorgaba Autonomía a la entidad y comenzó a llamarse como Universidad de San Carlos de Guatemala USAC. La Universidad fue concebida como rectora de la educación superior, y fue encomendada con funciones de cooperación en el estudio y solución de los problemas nacionales.

En ese año también se creó la Facultad de Humanidades, fundada por el Dr. Juan José Arévalo en septiembre de 1945. Entre sus fundadores se puede mencionar como catedrático honorario fundador al Dr. Eduardo García Máynez, quien fue también catedrático emérito de la UNAM. Los estudios humanísticos que se incluyeron fueron: Filosofía, Historia, Literatura, Psicología y Pedagogía.

Otras facultades como: Facultad de Agronomía, Facultad de Arquitectura y Facultad de Ciencias Económicas. Posteriormente, se abrió la universidad a las mujeres y a todos los miembros de la sociedad guatemalteca.

Después de la contrarrevolución de 1954, la Universidad de San Carlos tuvo participación en la vida del país, presentando propuestas bien definidas y concretas sobre temas económicos, políticos y sociales.

Durante la época de la Guerra Fría entre Estados Unidos y la Unión Soviética, países que se repartieron la hegemonía mundial tras su victoria en la Segunda Guerra Mundial, la contrarrevolución de 1954 del Movimiento de Liberación Nacional, la Revolución Cubana en 1959 y con el influjo de estudiantes de todos los estratos sociales, el pensamiento marxista se radicalizó en la Universidad.

Por otra parte, el arzobispo de Guatemala en ese entonces, Mariano Rossell y Arellano consideró imprescindible la recuperación de la posición de la Iglesia Católica en Guatemala, perdida desde el gobierno liberal de Justo Rufino Barrios en 1872, y por esa razón se alió a los intereses de la United Fruit Company a través del Movimiento de Liberación Nacional para derrocar a los gobiernos revolucionarios a los que tildaba de ateos y comunistas.

El 4 de abril de 1954, Rossell Arellano emitió una carta pastoral en la que criticaba los avances del comunismo en el país, y hacía un llamado a los guatemaltecos para alzarse y pelear contra el enemigo común de Dios y de la patria.

Dicha pastoral fue distribuida por todo el país; y aunque publicara que la Iglesia Católica no buscaba privilegios en su lucha contra el gobierno de

Árbenz, Rossell y Arellano consiguió que tras el derrocamiento de este en junio de 1954, el gobierno del coronel Carlos Castillo Armas incorporara en la Constitución de 1956 lo siguiente: por primera vez desde 1872, la capacidad jurídica de la Iglesia Católica para tener propiedades, así como también que se declarara la educación religiosa de interés público que el Estado contribuyera al sostenimiento de la educación religiosa y se declarara la independencia académica de las universidades privadas respecto de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De esta forma, la Iglesia Católica recuperó una parte del poder que perdiera en 1871, luego de que la Reforma Liberal le expropiara sus tierras, bienes y privilegios, en un ataque directo contra ella, ya que era el principal miembro del Partido Conservador de la Guatemala de entonces.

1.1.3. Misión

En el Plan Estratégico de la USAC se define su misión que dice:

En su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.

Su fin fundamental es elevar el nivel espiritual de los habitantes de la República, conservando, promoviendo y difundiendo la cultura y el saber científico.

Contribuirá a la realización de la unión de Centro América y para tal fin procurará el intercambio de académicos, estudiantes y todo cuanto tienda a la vinculación espiritual de los pueblos del istmo.¹

1.1.4. Visión

¹ Universidad de San Carlos de Guatemala. *Plan estratégico de la USAC 2022*. p. 5.

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la institución de educación superior estatal, autónoma, con cultura democrática, con enfoque multi e intercultural, vinculada y comprometida con el desarrollo científico, social, humanista y ambiental con una gestión actualizada, dinámica, efectiva y con recursos óptimamente utilizados para alcanzar sus fines y objetivos, formadora de profesionales con principios éticos y excelencia académica.²

1.1.5. Facultades y Escuelas

La Universidad de San Carlos de Guatemala se conforma por unidades académicas denominadas: facultades o escuelas no facultativas.

Dentro del campus central en zona 12, se ubican nueve de las diez facultades. En la tabla I, se enumeran todas las facultades que la conforman.

Tabla I. **Facultades de la Universidad**

Código	Nombre de Facultad
01	Agronomía
02	Arquitectura
03	Ciencias Económicas
04	Ciencias Jurídicas y Sociales
05	Ciencias Médicas
06	Ciencias Químicas y Farmacia
07	Humanidades
08	Ingeniería
09	Odontología
10	Medicina Veterinaria y Zootecnia

Fuente: elaboración propia.

² Universidad de San Carlos de Guatemala. *Plan estratégico de la USAC 2022*. p. 5.

Tabla II. **Escuelas de la Universidad**

No.	Nombre de Escuela
1	Ciencias Psicológicas
2	Ciencias y Tecnología de la Actividad Física y Deporte - ECTAFIDE
3	Ciencias Políticas
4	Profesores de Enseñanza Media – EFPEM
5	Historia
6	Trabajo Social
7	Ciencias de la Comunicación
8	Ciencias Lingüísticas
9	Superior de Arte
10	Ciencias Físicas y Matemáticas
11	Diseño Gráfico
12	Administración de Empresas

Fuente: elaboración propia.

Cada facultad tiene una Junta Directiva que se integra por el decano, un secretario y cinco vocales de los cuales dos son catedráticos, un profesional que no sea catedrático y dos estudiantes.

Los vocales se definen según lo establecido por el Art. 29 de la Ley Orgánica de la universidad y en el caso del vocal cuarto y quinto, son elegidos por voto de estudiantes que tengan aprobado el primer año de su carrera.

1.1.5.1. Centros y Regionales

Según el Art. 1 de la Ley General de la Universidad de San Carlos de Guatemala un Centro Regional es toda Unidad Académica y Centro de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, encargado de desarrollar programas de interés regional y nacional, de acuerdo con la política de Regionalización de la Educación Superior, aprobada por el Consejo Superior Universitario en mayo de 1965.

Los Centros Regionales Universitarios satisfacen la necesidad de desconcentrar la población y los servicios universitarios, descentralizar las funciones de la universidad, diversificar y democratizar la enseñanza superior, permitiendo un mayor acceso de la población a la Universidad.

Entre los propósitos establecidos en la Ley General de la universidad se encuentran: el hacer más accesible la Universidad a la población del área donde están ubicados, disminuir la tendencia migratoria a la Ciudad Capital, por razones de estudios y formar los recursos humanos que se necesitan en el área de influencia de los Centros Regionales Universitarios, adecuándolos a la vocación y características de esta y del país.

Tabla III. **Centros Regionales de la Universidad**

No.	Nombre de Centro Regional	Ubicación
1	Centro Universitario de Baja Verapaz – CUNBAV	Baja Verapaz
2	Centro Universitario de Chimaltenango – CUNDECH	Chimaltenango
3	Centro Universitario de Oriente – CUNORI	Chiquimula
4	Centro Universitario del Norte – CUNOR	Alta Verapaz
5	Centro Universitario de El Progreso – CUNPROGRESO	El Progreso

Continuación de la tabla III.

6	Centro Universitario del Sur – CUNSUR	Escuintla
7	Centro Universitario del Nor Occidente – CUNOROC	Huehuetenango
8	Centro Universitario de Izabal – CUNIZAB	Izabal
9	Centro Universitario de Sur Oriente - CUNSORORI	Jalapa
10	Centro Universitario de Jutiapa – JUSAC	Jutiapa
11	Centro Universitario del Sur Occidente – CUNSUROC	Mazatenango
12	Centro Universitario de El Petén – CUDEP	El Petén
13	Centro Universitario de Occidente – CUNOC	Quetzaltenango
14	Centro Universitario de El Quiché – CUSACQ	El Quiché
15	Centro Universitario de San Marcos – CUSAM	San Marcos
16	Centro Universitario de Santa Rosa – CUNSARO	Santa Rosa
17	Centro Universitario de Sololá – CUNSOL	Sololá
18	Centro Universitario de Totonicapán – CUNTOTO	Totonicapán
19	Centro Universitario de Zacapa – CUNZAC	Zacapa
20	Centro Universitario de Sacatepéquez – CUNSAC	Sacatepéquez
21	Centro Universitario de Retalhuleu – CUNREU	Retalhuleu
22	Centros de Estudios del Mar y Acuicultura – CEMA	Guatemala

Fuente: elaboración propia.

1.1.6. Unidades Académicas

Cada facultad de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene una Junta Directiva que se integra por el decano, un secretario y cinco vocales de los cuales dos son catedráticos, un profesional que no sea catedrático y dos estudiantes.

Los vocales se designan de conformidad al orden establecido por el Art. 29 de la Ley Orgánica de la universidad y en el caso del vocal cuarto y quinto, son elegidos por voto de estudiantes que tengan aprobado el primer año de su carrera.

1.1.7. Organización

Actualmente la Universidad de San Carlos de Guatemala se conforma por 36 unidades académicas:

- 10 facultades
- 12 escuelas
- 22 centros Regionales
- 1 instituto Tecnológico Maya de Educación Superior
- 1 instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur
- 1 departamento de Transferencia de Tecnología

La estructura orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se integra por unidades de decisión superior, unidades de apoyo funcional y las unidades ejecutoras del desarrollo de las funciones de docencia, investigación y extensión de la Universidad.

1.1.7.1. Organigrama

La organización de la universidad está constituida por: el Consejo Superior Universitario (CSU), Rectoría y la Junta Electoral Universitaria.

El CSU está integrado por el Rector, seguidamente de los decanos de las Facultades, un representante del Colegio de Profesionales egresado de la

Universidad de San Carlos de Guatemala, que corresponda a cada facultad, un catedrático titular y un estudiante por cada Facultad.

Según la estructura organizativa de la Universidad y de conformidad a la política de desconcentración, la responsabilidad del gobierno universitario ha sido compartida a otros niveles de menor jerarquía tales como Juntas Directivas, Consejos Directivos, Decanos de facultades, Directores de escuelas no facultativas y centros universitarios.

1.2. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería es una de las facultades que conforman la Universidad de San Carlos de Guatemala y fue fundada en 1880. Actualmente es la facultad de ingeniería más grande y poblada del país, atendiendo a una población estudiantil de más de doce mil estudiantes de pregrado. La facultad cuenta con doce programas de pregrado y catorce programas de maestría.

1.2.1. Ubicación

La Facultad está ubicada en la Ciudad Universitaria, en la zona 12 de la Ciudad de Guatemala. Abarcando los edificios T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, S-11 y S-12. Se encuentra en el extremo noroeste del campus junto a la Facultad de Arquitectura, y consiste en varios edificios de denominación T, nomenclatura usada en el campus para definir los edificios de carreras técnicas.

Cuenta con un anexo en el edificio S-12 en donde se imparte el área común para los estudiantes de primer ingreso y el edificio S-11 donde se encuentra la escuela de estudios de postgrado.

Figura 2. **Mapa de la Universidad de San Carlos de Guatemala**



Fuente: USAC. *Mapa de edificios del Campus Central.*

<https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>. Consulta: mayo de 2019.

1.2.2. Historia

Durante 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en 1882, por decreto gubernativo, se nombró Facultad.

El primer Decano de la Facultad de Ingeniería fue el Ing. Cayetano Batres del Castillo, quien fue sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, período en el que se reformó el programa de estudios anterior, donde se redujo el tiempo de la carrera de Ingeniería, de ocho a seis años.

En 1894, por razones económicas, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, siendo el inicio de un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

En 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduado once ingenieros civiles y militares.

A partir de 1908, con la supresión de la Escuela Politécnica, la Facultad tuvo una existencia ficticia. Fue hasta en 1918, que la Universidad fue reabierta por el Gobierno de Estrada Cabrera y a la Facultad se le denominó Facultad de Matemáticas. En los años de 1908 a 1920, solamente se pudieron incorporar tres ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero.

En 1920 la Facultad reinició sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1930.

En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la Carrera de Ingeniería Civil. A partir de esto, arrancó la época moderna de esta Facultad. En 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum.

El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; cursos que, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el

momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

En 1944 sobresale por el reconocimiento de la Autonomía Universitaria y la asignación a la Universidad de sus recursos financieros por medio del presupuesto nacional, fijados por la Constitución de la República. Dando como resultado, que la Facultad de Ingeniería se independizara de las instituciones gubernamentales y se integrara al régimen autónomo estrictamente universitario.

Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil, y fue necesario su traslado a un local más amplio. En 1947, se trasladó a la 8a. Avenida y 11 calle de la zona 1. Este edificio, ya desaparecido, fue ocupado hasta 1959, año en que la Facultad se trasladó a sus instalaciones definitivas en la Ciudad Universitaria, zona 12.

En 1947, la Facultad solo ofrecía la carrera de Ingeniería Civil, en ese año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, pasó de seis años, a doce semestres para la carrera.

En 1953, dentro de la Facultad de Ingeniería fue creada la carrera de Ingeniero Arquitecto, paso que dio la pauta a la creación de la Facultad de Arquitectura.

Asimismo, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, con participación de varias instituciones públicas y privadas, para fomentar y coordinar la investigación científica.

En 1965 inició su funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, equipado de computadoras y del equipo periférico necesario, poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos de procesamiento de la información, lo que constituyó un evento importante a nivel nacional y regional.

En 1966 se estableció en la Facultad un primer programa regional centroamericano de estudios a nivel de postgrado, donde se creó la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria.

La Escuela de Ingeniería Química, que funcionaba inicialmente en la Facultad de Farmacia desde 1939, se integró a la Facultad de Ingeniería durante 1967. En ese año también se estableció la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, incluyendo las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica y una combinación de ambas, denominada Ingeniería Mecánica Industrial.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se creó en 1968, la que administra las carreras de Ingeniería Eléctrica y la combinada de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Luego, se creó la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Al final de la década de 1960, se estudió la reestructuración y modernización del Plan de Estudios de la Facultad. El nuevo plan fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad y por el Honorable Consejo Superior Universitario en octubre y noviembre de 1970, respectivamente.

En 1975 fueron creados los estudios de Postgrado en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, en tres opciones: Calidad del Agua, Hidrología e Hidráulica. En 1976, se creó la Escuela de Ciencias, encargada de atender la Etapa Básica o común de las diferentes carreras de Ingeniería.

En 1980 se establecieron, las carreras de Licenciatura en Matemática Aplicada y de Licenciatura en Física Aplicada. En 1986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Así mismo, debido al avance tecnológico en la rama de Ingeniería Eléctrica, en 1989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica, a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Servicio de Apoyo al Profesor, llamada por sus siglas SAE/SAP, la que tiene como fin prestar apoyo a los estudiantes por medio de la ejecución de programas de orientación en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

En 1995 se expandió la cobertura académica de la Escuela de Postgrado con los estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Sistemas de Ingeniería Vial, y en 1996 se estableció la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

En 1998, se abrió la opción de Ingeniería Civil con Diplomado en Administración, que incluye un grupo de clases adicionales en la carrera de Ingeniería Civil, para formar especialistas en el área administrativa.

Desde 1999, se aplica un examen de ubicación a todos los alumnos de primer ingreso.

En julio de ese año, se incluyeron cursos opcionales de Inglés Técnico para todas las carreras de Ingeniería. Luego, se remodeló un área del Edificio de Aulas, T-3, donde se instaló el Laboratorio de Computación de la Facultad

de Ingeniería, para uso de los estudiantes que cursan las etapas de Ciencias de Ingeniería y de Cursos Profesionales. Luego, se completaron las instalaciones de la Red de Ingeniería, que comunica internamente (intranet), a las diferentes escuelas, centros, coordinaciones y unidades ejecutoras, y externamente se comunica con Internet. En el año 2003, se expandió la cobertura académica con los estudios de Maestría en Gestión Industrial.

En el año 2004, se abrió la opción del Diplomado en Administración de Empresas y para la Escuela de Mecánica Industrial el de Competencias Gerenciales.

1.2.3. Misión

Formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país y la región.³

1.2.4. Visión

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala es una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales emprendedores en distintas áreas de la ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.⁴

1.2.5. Objetivos técnicos

El objetivo general de la Facultad de Ingeniería es:

³ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Misión*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

⁴ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Visión*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

Formar el recurso humano dentro del área técnico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico, natural, social, económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país en forma eficiente, eficaz como profesional de la ingeniería⁵.

Sin embargo, tiene tres objetivos a los que se rige la facultad, siendo el primero el proporcionar a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería las oportunidades para obtener una formación técnico-científica para su aplicación al medio laboral y adaptación a la tecnología moderna; el fomentar la investigación científica y el desarrollo de la tecnología y ciencias entre los estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería, con proyección y como resarcimiento para el pueblo de Guatemala; y el fortalecer las relaciones con los sectores externos del país que se vinculan con las diversas ramas de la ingeniería y contribuir a satisfacer sus necesidades, lo cual generará el beneficio mutuo.

1.2.6. Estrategias académicas

Para lograr los objetivos antes mencionados, la facultad tiene cursos de acción que permitirán el cumplimiento de los mismo. Entre estas estrategias se pueden destacar la estructuración de un programa adecuado que abarque el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la ingeniería, la utilización de métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con el avance acelerado de la ciencia y la tecnología, el proporcionar al estudiantado la experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión y la constante capacitación a los profesionales para su autoeducación luego de que egresen de las aulas.

⁵ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Objetivos*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

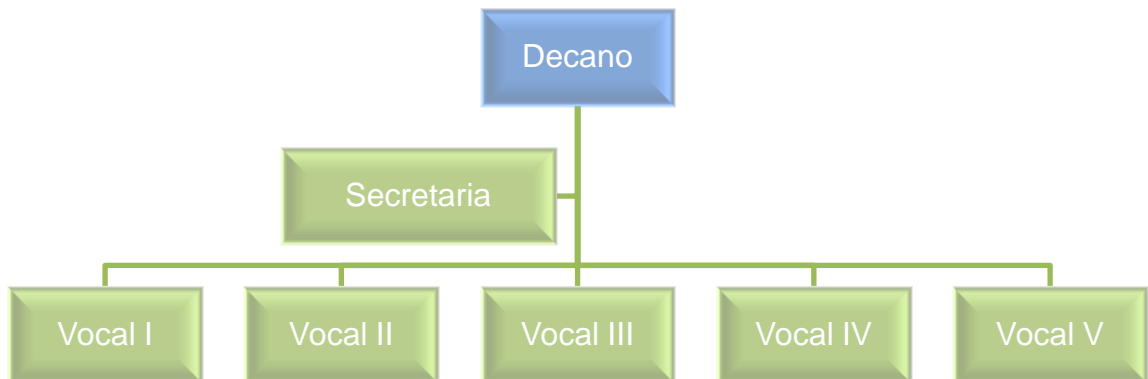
1.2.7. Escuelas

La facultad se conforma por once escuelas: Escuela de Ciencias, Escuela de Ciencias y Sistemas, Escuela de Civil, Escuela de Mecánica, Escuela de Mecánica Eléctrica, Escuela de Mecánica Industrial, Escuela de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, Escuela de Química, Escuela Técnica, Escuela de Estudios de Posgrado y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos ERIS.

1.2.8. Junta Directiva

La junta directiva de la facultad está formada por el decano y cinco vocales, en donde dos son catedráticos, un profesional no catedrático y dos estudiantes.

Figura 3. Organigrama de Junta Directiva de la Facultad



Fuente: elaboración propia.

1.3. Escuela de Mecánica Industrial

En su página oficial, la EMI se define como:

El área profesional de la Ingeniería que se encarga de organizar, planificar, dirigir, diseñar, ejecutar y controlar los sistemas productivos integrados por recurso humano, materiales y equipo, utilizando los conocimientos especializados de las ciencias matemáticas, físicas, sociales y administrativas, con principios, métodos de análisis y diseño de ingeniería⁶.

1.3.1. Historia

Debido a la exigencia de la industria nacional de contratar profesionales competentes, capaces y con conocimientos profundos en el entorno de la Ingeniería Industrial, teniendo en cuenta que el medio no es ajeno a los constantes cambios tecnológicos que exige el medio laboral, se fundó a inicios de los sesenta.

Su origen sucede a inicios del año 1966 cuando el 8 de enero, el Consejo Superior Universitario en el Acta No. 911 punto 5to. dio lectura al plan de estudios para la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, propuesto por la Facultad de Ingeniería, solicitando que previo a su aprobación se realizaran estudios relativos a los intereses y necesidades de la carrera para el país, sin dejar de lado lo que implicaría económicamente su establecimiento a la universidad.

Creando para ello, una comisión conformada por profesionales de Ingeniería Química.

⁶ Escuela de Mecánica Industrial USAC. *Página Oficial – Plan estratégico.* emi.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

Fue hasta el 24 de septiembre de ese año que luego del análisis y discusión de documentos, estudios y dictámenes, por unanimidad se aprobó la creación de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, el 8 de octubre del mismo año se autorizó el plan de estudios integrado por 12 semestres y para que el 14 de enero de 1967 la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial comenzó a funcionar el primer semestre de ese año, siendo lo anterior un paso inicial y crucial en la posterior creación de nuestra carrera de Ingeniería Industrial.

Fue finalmente hasta 11 de noviembre del año 1967, cuando en el Acta No. 966 punto 6to., el Consejo Superior Universitario acordó aprobar la nueva distribución de las carreras de la Facultad de Ingeniería dejando el anexo No. 3 del Acta mencionada, constancia de la aprobación del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial.

1.3.2. Ubicación

La escuela de Ingeniería Mecánica Industrial se ubica en el tercer nivel del edificio T-1, en medio del salón LIII6 y el Área de Protocolos.

1.3.3. Misión

Su misión es “preparar y formar profesionales de la ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, capaces de generar e innovar sistemas y adaptarse a los desafíos del contexto global”⁷.

⁷ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Misión*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

1.3.4. Visión

En el año 2022 la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial acreditada a nivel regional y con excelencia académica, es líder en la formación de profesionales íntegros de la Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, que contribuyen al desarrollo sostenible del entorno.⁸

1.3.5. Política de calidad

“En la Escuela de Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se toman decisiones continuamente aplicando nuestros valores, para ofrecer servicios administrativos en cumplimiento de los requisitos y expectativas de nuestros clientes”.⁹

1.3.6. Objetivos

Para el cumplimiento de la misión y visión de la facultad, se plantea objetivos como el “formar adecuadamente el Recurso Humano dentro del campo científico y tecnológico de la Ingeniería Mecánica Industrial e Ingeniería Industrial, para contribuir al fortalecimiento y desarrollo de Guatemala”.¹⁰

Se propone que “el estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial e Ingeniería Industrial adquiera una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura, para que como profesionales posea la capacidad de auto educarse”.¹¹

⁸ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Visión*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

⁹ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Políticas de calidad*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

¹⁰ Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Objetivos*. portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

¹¹ *Ibíd.*

Y finalmente planea “evaluar los planes y programas de estudio a efecto de introducirle las mejoras pertinentes, acordes a los avances de la ciencia, la tecnología para satisfacer las necesidades del país”.¹²

1.3.7. Valores éticos

Entre los valores a los que se rige la Escuela de Mecánica Industrial, EMI, y a los que se deben apegar los estudiantes que pertenecen a ella está la integridad, excelencia, compromiso, código de valores y política de calidad.

La integridad para asumir una firme adhesión a un código de valores morales y éticos en todas nuestras actuaciones; la excelencia, para aspirar al más alto nivel académico, en la preparación y formación de los egresados, que constituye el fundamento de su competencia profesional; el compromiso para cumplir con los requerimientos y expectativas de la sociedad en la formación de los profesionales.

En el código de valores que la escuela plantea para que todos los miembros de ella deben practicarlos a lo largo de su vida, se encuentran: espíritu de servicio, trabajo en equipo, confianza, innovación, honradez, calidad, ética, dignidad, justicia, honestidad, responsabilidad, disciplina, proyección social, liderazgo, lealtad, competencia, respeto, equidad e igualdad.

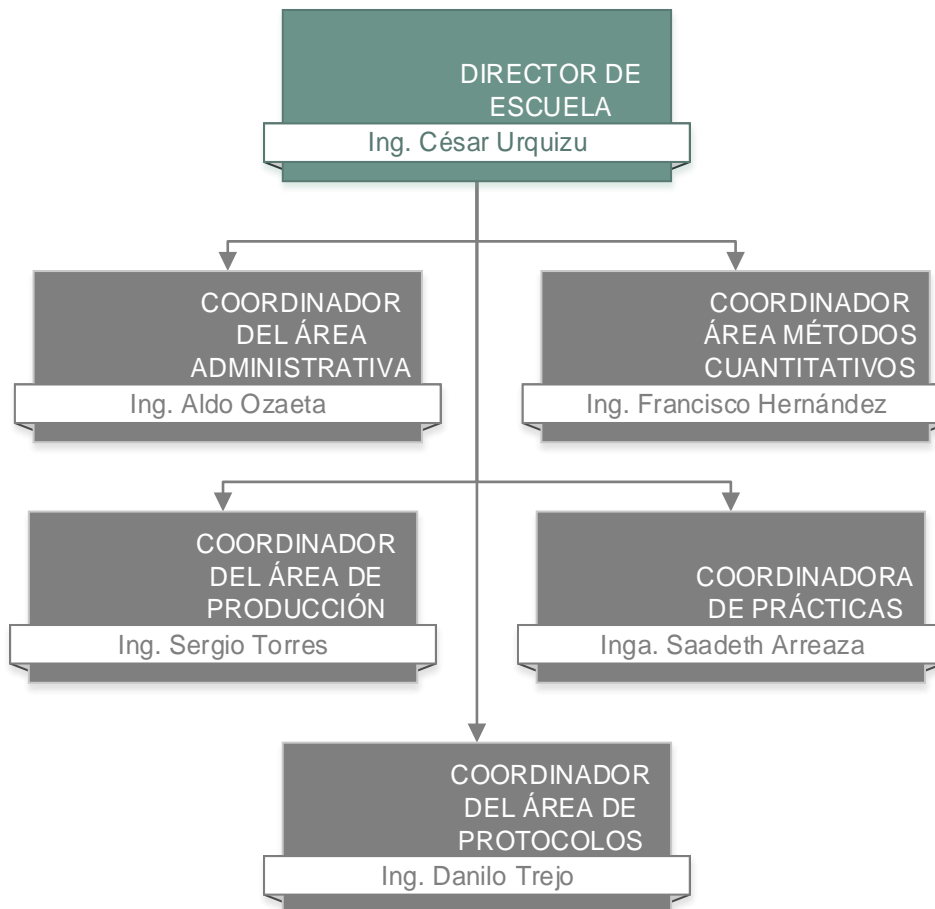
La escuela también establece una política de calidad, para tomar decisiones día tras día, aplicando el código de valores morales y éticos, para alcanzar la excelencia en la formación académica de los profesionales en cumplimiento de los requerimientos y expectativas de la sociedad.

¹² Facultad de Ingeniería USAC. *Antecedentes: Objetivos.* portal.ingenieria.usac.edu.gt/. Consulta: mayo de 2019.

1.3.8. Organización

Para cumplir con los objetivos que la Escuela de Mecánica Industrial se plantea, se necesita de un sistema definido y organizado. En la figura 4 se muestra la organización actual.

Figura 4. Organigrama de la Escuela de Mecánica Industrial



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

1.4. Centro de Investigaciones

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), es la institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería.

1.4.1. Información General

El Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, se creó por Acuerdo del Consejo Superior Universitario, Punto Noveno del Acta No. 842 de Sesión celebrada el 27 de junio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base para construir el Centro nace de la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y la Dirección General de Obras Públicas en el año 1959, posteriormente, la adición a los mismos de los laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria de las entidades ya mencionadas. En 1965 se agregó al CII el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala.

En 1967 se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, que empezó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química y posteriormente los laboratorios de Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas escuelas.

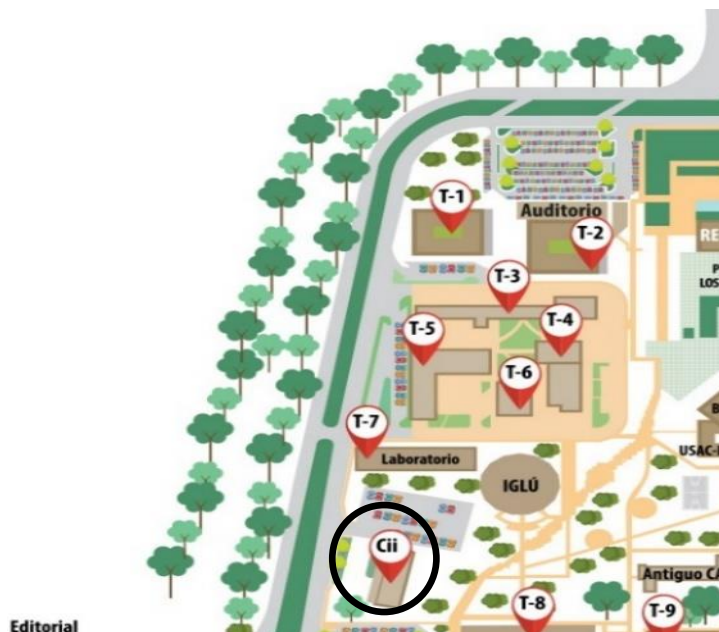
El CII cuenta con siete secciones adscritas al Centro de Investigaciones de Ingeniería y son: el Laboratorio de Investigaciones de Extracción de Vegetales, la Planta Piloto de Biodiesel, la Sección de Gestión de la Calidad,

Tecnología de los Materiales, la Sección de Tecnología de la Madera, la Sección de Asfaltos y la Sección de Topografía y Catastro. El Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas, privadas, gubernamentales, no gubernamentales, y a personas individuales que buscan la solución a sus problemas técnicos específicos, en las áreas de la construcción, ingeniería sanitaria, metrología eléctrica y química industrial.

1.4.1.1. Ubicación

El Centro de Investigaciones de Ingeniería se ubica en el nuevo Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12. Al lado del parqueo denominado como anexo.

Figura 5. **Ubicación del Centro de Investigaciones (CII)**



Fuente: USAC. *Mapa de edificios del Campus Central*. <https://www.usac.edu.gt/mapausac.php>.

Consulta: mayo de 2019.

1.4.1.2. Misión

Formar profesionales de la ingeniería con valores éticos, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno, conscientes de la realidad nacional y comprometidos con la sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo sostenible del país y la región.¹³

1.4.1.3. Visión

Ser una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional formando profesionales emprendedores en distintas áreas de la ingeniería con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.¹⁴

1.4.1.4. Objetivos

El Centro de Investigaciones tiene como objetivos:

Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales. El prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del Centro en forma cooperativa o bien utilizar sus recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.

Y el colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento y la promoción de realización de trabajos de tesis en sus laboratorios y unidades técnicas.¹⁵

¹³ Centro de Investigaciones de Ingeniería USAC. *Sitio Oficial – Conócenos.* portal.ingenieria.usac.edu.gt/cii/. Consulta: mayo de 2019.

¹⁴ *Ibíd.*

¹⁵ Ing. MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad.* p. 6.

1.4.1.5. Funciones

Por su parte, tiene funciones establecidas como lo son el fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país, y que estén orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.

La realización de programas docentes en áreas de su competencia para colaborar en la formación de profesionales y técnicos y promover la realización de trabajos de tesis en sus laboratorios. La colaboración en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en los campos de la construcción y la ingeniería sanitaria; con los servicios de extensión universitaria.

La realización del análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de su competencia; de inspecciones, evaluaciones, experticia y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría en materia de su competencia.

Y la actualización, procesamiento y divulgación de la información técnica y documental en las materias afines, en especial en el campo de la tecnología de los Asentamientos Humanos.

1.4.1.6. Políticas internas

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería: prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos a entidades y personas que, mediante convenios específicos, deseen participar en sus actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos de este en relación con sus problemas técnicos específicos.

Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales.

Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y el adiestramiento y la promoción en la realización de trabajos de tesis, en sus laboratorios y áreas técnicas.

Y propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala.

Para el cumplimiento de esas políticas, el Centro de Investigaciones como parte de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios.

Se tiene una relación de prestación de servicios también con otras instituciones estatales municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales, sector privado de la construcción, otras industrias, y público en general que solicite los servicios del Centro.

Teniendo la existencia de una vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnico-científicas a nivel mundial.¹⁶

1.4.1.7. Código de ética

El Código de ética funciona como pilar fundamental del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería como un factor determinante para el cumplimiento de sus funciones manteniendo la armonía entre el personal y las áreas distintas que conforman el centro.

Es por ello que la Dirección del Centro de Investigaciones deja plasmado las normas ideales del comportamiento sobre las que se cubre el Centro, logrando integrar los equipos de trabajo como uno solo, representado en los valores que forman parte de la identidad que culminará en una convivencia

¹⁶ Ing. MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. p. 5-6.

gratificante. A continuación, se presenta el Código plasmado que el personal acepta cumplir y mantener durante su trabajo.

“Como trabajador del Centro de Investigaciones de Ingeniería, me comprometo a observar los siguientes valores, adelantando las acciones necesarias para asegurar su difusión, apropiación y cumplimiento entre compañeros de trabajo”¹⁷

- Honestidad. El trabajador del Centro de Investigaciones de Ingeniería actuará con pudor, decoro y recato en cada una de sus actividades.
- Compromiso. El trabajador debe asumir el compromiso consigo mismo, con sus valores, con una misión con el trabajo mismo, con una filosofía y cultura organizacional que implica una obligatoriedad moral.
- Responsabilidad. El trabajador debe hacer un esfuerzo honesto para cumplir con cada uno de sus deberes. Cuanto más elevado sea el cargo que ocupa, mayor es su responsabilidad para el cumplimiento de las disposiciones de este código.
- Lealtad. El trabajador se consagrará voluntariamente a su trabajo, a sus colaboradores, superiores y al Centro.
- Solidaridad. El trabajador cultivará sus relaciones con las diferentes personas, buscando encontrar un objetivo en común.
- Respeto. El trabajador profesará el respeto por sí mismo, por la profesión, por el trabajo que se hace, por las normas, conductas

¹⁷ Ing. MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. p. 12.

personales y sociales que impone la naturaleza humana, la comunidad y la sociedad.

- **Humildad.** El trabajador procederá con nobleza, reconociendo sus aciertos o sus equivocaciones, mostrando disposición, para corregir lo que sea necesario, y vaya en beneficio de la persona y del Centro.
- **Compañerismo.** El trabajador debe mantener el deseo y la motivación de aportar, construir, ser responsable y trascender. Tener responsabilidad social y contribuir al bien común, trabajar en equipo y buscar permanentemente, la solidaridad y la coparticipación humana.
- **Diálogo.** El trabajador practicará el encuentro para la búsqueda de la verdad en la solución a los conflictos, para aprender a escuchar y entender al otro.
- **Justicia.** El trabajador debe de tener permanentemente disposición para el cumplimiento de sus funciones, otorgando a cada uno lo que le es debido, tanto en sus relaciones con el Centro, como con los clientes, superiores y subordinados.

1.4.2. Tipo de organización

El Centro de Investigaciones como unidad de la Facultad de Ingeniería tiene una estructura organizada para cumplir con los objetivos y funciones mencionados anteriormente. Cuenta con la ejecución de varias actividades o áreas en las que se dividen sus funciones.

1.4.2.1. Cuerpo ejecutivo

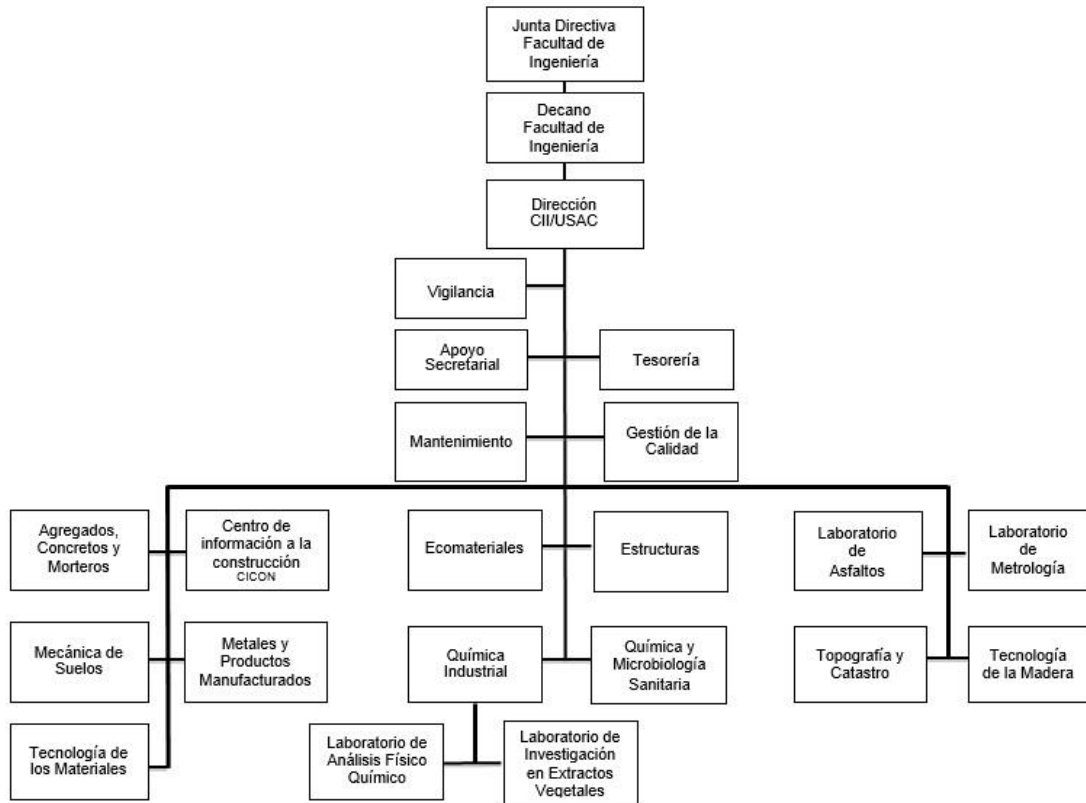
Para la ejecución de las actividades del Centro, al mes de septiembre de 2018 se cuenta con las siguientes secciones:

- Gestión de la Calidad
- Agregados, Concretos y Morteros
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología Industrial
- Química Industrial
- Metales y Productos Manufacturados
- Mecánica de Suelos
- Eco materiales
- CICON (Centro de Información a la Construcción)
- Estructuras
- Topografía y Catastro
- Tecnología de la Madera

1.4.2.2. Organigrama

El CII cuenta con 12 servicios que se clasifican en las secciones en las que se divide el centro según el área de ingeniería, presentados en el siguiente organigrama.

Figura 6. Organigrama general del Centro de Investigaciones



Fuente: MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. p. 9.

1.4.2.3. Descripción de secciones

- Sección de Agregados, Concretos y Morteros. Sección encargada de brindar asesorías a usuarios del CII, con el apoyo de informes técnicos sobre la manipulación de muestras de materiales en el laboratorio, tales como aglomerantes, agregados, mezclas de concretos y morteros, verificación de anillos de carga para CBR y martillo de impacto para concreto, brindándoles la explicación sobre los procesos de ensayo que

la norma requiere, sin incluir opinión de aceptación o rechazo de los materiales.

- Mecánica de Suelos y Asfaltos. Donde se realizan ensayos para conocer las características físicas y propiedades mecánicas de los suelos, el control de calidad de mezclas y cementos asfálticos.
- Metales y Productos Manufacturados. Encargada de realizar ensayos mecánicos y físicos a materiales de construcción y afines, como pueden ser blocks, adoquines, ladrillos, varillas de acero corrugadas, madera, tubos de PVC, tubos de concreto, entre otros. Los ensayos realizados en esta sección se realizan bajo especificaciones de normas COGUANOR y ASTM, donde se especifican las características de las muestras a ensayar y el procedimiento de ensayo.
- Tecnología de Madera. Encargada de realizar ensayos, ejecución de proyectos y capacitación sobre el uso y transformación de la madera para fines de la Ingeniería.
- Laboratorio Físicoquímico (LAFIQ). Se realizan capacitaciones y proyectos de investigación en el procesamiento de materiales no ferrosos, procesamiento de desechos especiales para reducción de impactos ambientales y en la reducción de volúmenes de materiales contaminantes como reactivos tóxicos provenientes de análisis químicos.
- Investigación de Extractos de Vegetales (LIEXVE). Realizar investigación sobre la obtención y caracterización de extractos provenientes de especies vegetales y forestales, los cuales son extraídos a nivel

laboratorio y a nivel de planta piloto, para su aplicación en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria.

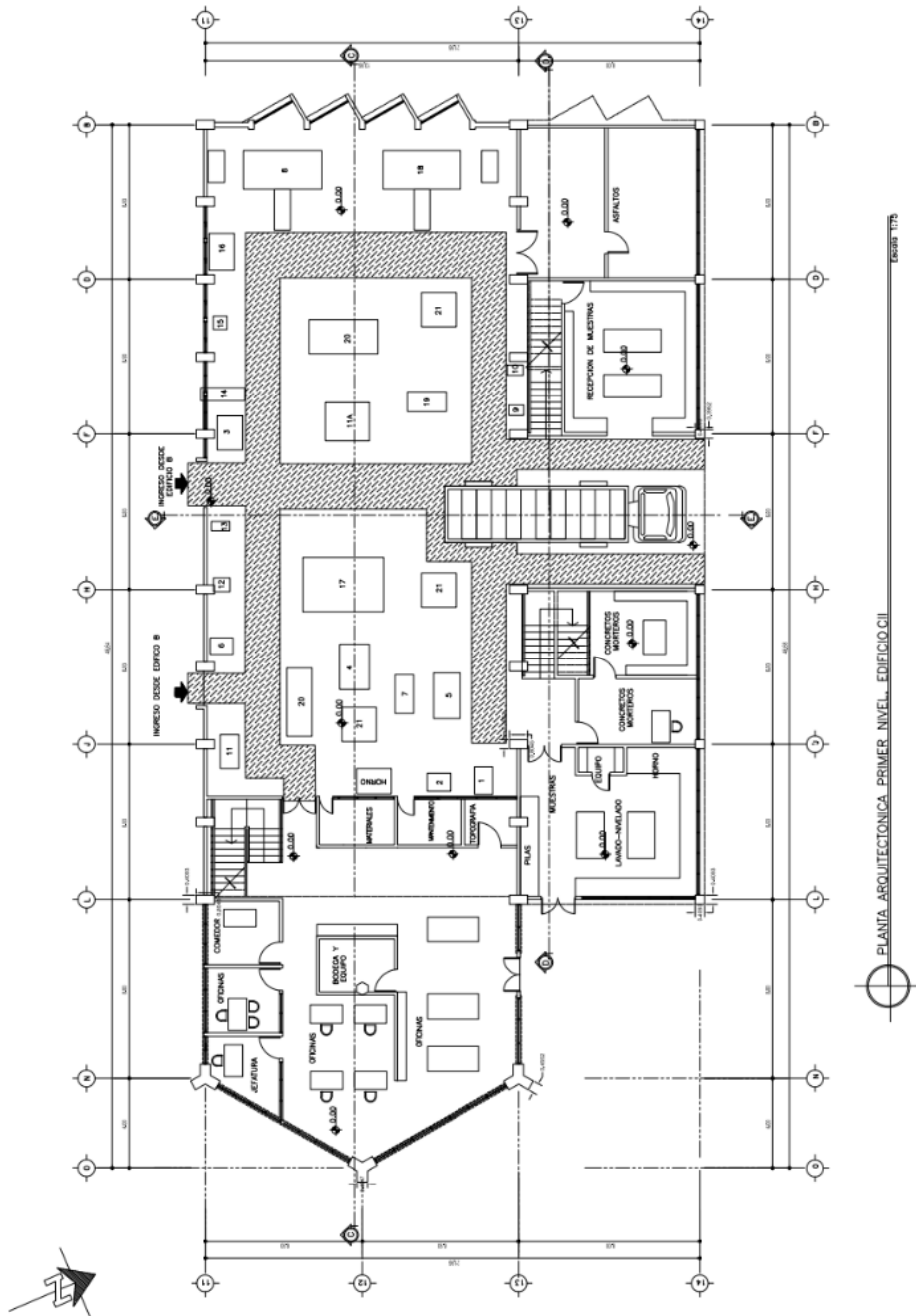
- Topografía y Catastro. Tiene como función realizar investigaciones en las temáticas de Topografía y Catastro valiéndose de herramientas como los equipos de medición topográfica, los sistemas de información geográfica, los vehículos aéreos no tripulados (drones), entre otros.
- Centro de Información a la Construcción (CICÓN). Tiene como finalidad principal, servir de apoyo a los investigadores que laboran en el CII y proporcionar el acceso a la información de cualquier tipo para crear una cultura de investigación y fomentar el hábito de la lectura.
- Eco materiales. Encargada de rescatar los conocimientos de las tecnologías tradicionales para construcción que utilizan materiales locales, por medio de su caracterización, mejoramiento y uso, así como desarrollar soluciones para la producción de componentes de construcción que signifiquen menos emisiones para los trabajadores, usuarios y el ambiente, como alta eficiencia térmica y durabilidad.
- Estructuras. Se dedica al estudio de elementos y materiales utilizados en construcción. Se realizan ensayos a elementos fabricados por diferentes empresas, entre algunos elementos se pueden mencionar como puntales metálicos, tubos de concreto sin refuerzo, prismas, costanera de fibra de vidrio, sistema de muros de contención, paneles de fibra-cemento con madera, entre otras.

- Gestión de la Calidad. Brinda asesoría al sector académico e industrial del país en acreditación de ensayos de laboratorio, para la aplicación de la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional ofreciendo consultorías y asesorías en gestión de riesgos, y diagnósticos de condiciones inseguras de trabajo.
- Metrología. Brindar apoyo en la medición de sistemas de puesta a tierra, de resistividad del suelo, capacitaciones en temáticas de metrología y presión.
- Tecnología de Materiales y Sistemas. se realiza investigación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los materiales y sistemas constructivos, para brindar alternativas de solución a la problemática de la vivienda y de la construcción en general.

1.4.3. Distribución de espacio

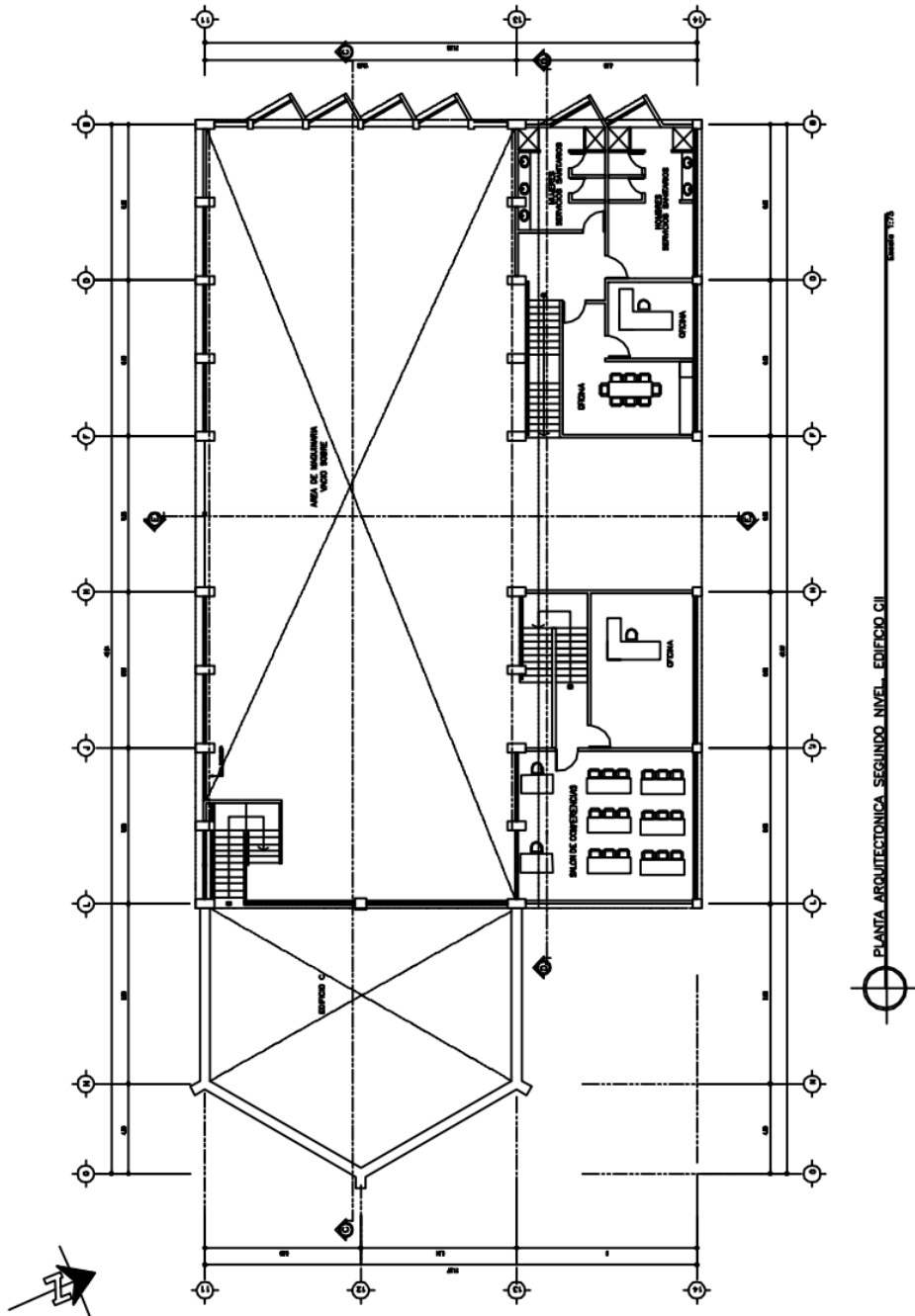
En las figuras 7 y 8 se presentan los planos donde se muestra la distribución de las secciones en el edificio Emilio Beltranena, el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

Figura 7. Planta primer nivel (CII)



Fuente: MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. p. 11.

Figura 8. Planta segundo nivel (CII)



Fuente: MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. p. 12.

1.5. Ingeniería

Para una mejor comprensión de la ingeniería, se debe hacer un breve recorrido histórico de la evolución del ser humano, debido a que tiene varias definiciones.

Durante la era primitiva, el ser humano cazaba y recolectaba sus alimentos de forma manual. Hacía uso de cuevas como vivienda, y vivía esencialmente de la naturaleza. En ese entonces, el hombre empezó a fabricar de manera manual las herramientas de trabajo. Desarrolló la agricultura, la ganadería, la pesca y con el tiempo, otras ramas de la vivencia.

La evolución implicó el origen de las ciencias, que buscaban el entendimiento de los fenómenos y sus regularidades, también el desarrollo de las humanidades y del propio idioma para la comunicación.

La humanidad fue dándole paso a la ingeniería como manera práctica de aplicar los conocimientos de la ciencia para mejorar las condiciones de vida.

Después del transcurrir de muchos años, hoy ya no se vive en cuevas sino en grandes edificaciones, la comunicación es más rápida y sencilla, hay diferentes tipos de transporte: por tierra mar y aire, ya se ubican satélites en el espacio y han existido grandes descubrimientos. Todo esto gracias al desarrollo de la ingeniería.

1.5.1. Definición

Partiendo del resumen de la historia y evolución del ser humano se define la ingeniería como la disciplina con la cual se puede mejorar todo el sistema y el entorno en el que se vive.

Adapta las ciencias y el conocimiento humano de manera práctica en función de satisfacer y dar soluciones a las necesidades humanas.

En resumen, la ingeniería es la disciplina profesional de la aplicación de la ciencia y todo el conocimiento humano para la conversión óptima de los recursos naturales en beneficio del hombre. También se define como el arte profesional de la aplicación de la ciencia para la conversión óptima de los recursos naturales.

Por su parte, la ingeniería de proyectos es la etapa en donde se definen los recursos necesarios para la ejecución de planes: máquinas y equipos, lugar de implementación, el suministro de insumos, recursos humanos, actividades complementarias, estudios de impacto ambiental, entre otros.

1.5.2. Características

Una ingeniería de proyectos debe considerar por lo menos las siguientes características en su fase de investigación:

- Ingeniería de Procesos. Donde se desarrolla y evalúa la ingeniería básica. Es donde se decide el camino que llevará la realización del proyecto: cómo se hará, cuáles serán las materias primas e insumos que emplear y qué condiciones ambientales pueden alterar su puesta en marcha. Para su definición se puede apoyar en principios matemáticos, estadísticos y teoría de ingeniería.
- Alcance. En esta etapa se analizan meticulosamente la maquinaria y equipo que forman parte del proceso. Se revisa el diseño y comportamiento de cada uno, haciendo un estudio de las condiciones

operativas. Su objetivo es tener una proyección de recursos en el tiempo y adecuar las necesidades del plan inicial.

- Documentación necesaria. Toda ingeniería de un proyecto debe ser sustentado y avalado por documentos de referencia.
- La memoria descriptiva, el banco de datos y correlaciones, los diagramas de bloques o de procesos preliminares y la información sobre experiencias en laboratorio o pruebas piloto, estudios de mercado entre otros.
- Ingeniería básica. Donde se describen los procesos de forma detallada. Que implica definir la capacidad de diseño de la obra, la flexibilidad de operación, los consumos específicos y las especificaciones una vez los productos estén terminados.
- Plano de distribución. Llamado también *layout*, se refiere a la distribución del espacio, planta o terreno en el que se ejecutará el proyecto. Supone la descripción de los límites, accesos, dimensiones, accidentes geográficos, recorridos, calles principales aledaños al terreno. Expuesto a manera de plano, es el punto de referencia más cercano a lo que serán los trabajos de ingeniería.
- Gestión de ingeniería. La etapa de ejecución y gestión. Se refiere a utilizar todo el personal y las unidades de recursos para la realización y la supervisión de las operaciones.

1.5.3. Funciones

Entre las funciones más importantes de la ingeniería se puede destacar las siguientes:

- Investigación, consiste en buscar métodos, sistemas o procedimientos nuevos para utilizar los recursos naturales.

- Desarrollo del producto, consiste en establecer cuál es la aplicación práctica de algún producto; método o sistema que se investigó en la etapa previa. Así como la forma optimizada de producirlo.
- Proyecto, consiste en emplear una metodología racional para encontrar una solución detallada de algunas necesidades establecidas en un estudio inicial.
- Construcción, donde el ingeniero combina los resultados obtenidos en las etapas anteriores para ensamblar, armar o producir los sistemas o productos deseados.
- Producción, donde los resultados se obtienen mediante un proceso que se repite cientos o miles de veces.
- Operación, se necesita una sensibilidad especial para la planeación y resolución de problemas imprevistos. Encargada de todas las actividades a realizar durante un proceso.
- Aplicación y ventas, al tener elaborado el producto, hay que distribuirlo en el mercado y convencer a los clientes, de las características que hacen que este producto sea superior al del competidor.
- Industria, es la relación entre el elemento humano y las máquinas. El ingeniero que desarrolla este trabajo actúa en su capacidad con el asesor.
- Administración, donde todo proceso o sistema deben controlarlo una o varias personas. En esta actividad, los ingenieros están en mayor contacto con decisiones de negocios que con actividades directamente técnicas.

1.6. Producción

Se entiende por producción a la actividad que consiste en la creación de productos o servicios, teniendo presente que dicho término implica también el

aportar valor agregado por la creación y el suministro de los antes mencionados.

Es decir, el incorporar mejoras y nuevas utilidades a las cosas ya existentes y no solamente la creación de nuevos productos, forman parte de la actividad denominada producción.

1.6.1. Definición

En términos generales, la producción implica la transformación de factores productivos en bienes o servicios a través del uso de la tecnología.

Es la parte de las funciones de una organización encargada de generar o fabricar un bien físico o un bien intangible.

Por su parte, un proceso productivo es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos (entradas), denominados factores, en otros elementos (salidas), denominados productos, con el principal objetivo de incrementar su valor, enfocado al concepto de ser la capacidad para satisfacer necesidades.

Los tres elementos que aparecen en el proceso de producción son:

- Los factores productivos de los que debe disponer la empresa para poder llevar cabo su actividad.
- La tecnología: la forma de combinar los medios humanos y materiales para elaborar bienes y servicios.
- Los bienes o servicios que la empresa produce, los cuales, pueden ser finales (destinados al consumo inmediato), o de capital (destinados a ser utilizados para producir otros bienes).

Figura 9. **Diagrama de un proceso productivo**



Fuente: elaboración propia.

1.6.2. Características técnicas

Las fases básicas de un proceso productivo son cinco: manipulación de la materia prima, operaciones físicas de acondicionamiento de dicha materia, reacción para su transformación, separación y elaboración de productos.

Su objetivo principal es modificar la sustancia con la que se trabaja de la manera que más utilidad represente para el conjunto del proceso.

Por lo general, existen 3 alternativas para conseguirlo: transformando la composición o masa de la materia prima, modificando el nivel de energía o calidad que le caracteriza o cambiando sus condiciones de velocidad, reacción y movimiento. El proceso industrial es la base para el buen funcionamiento de muchos sectores de la economía.

1.6.3. Programas de producción

Se puede definir como el calendario utilizado para distribuir los recursos y procesos requeridos por una empresa para producir bienes o prestar servicios.

Permite la conversión de la demanda de los clientes (ventas), en un plan de fabricación utilizando los pedidos planificados, considerando gestión de inventarios, proyecciones de venta y manejo de materiales.

El objetivo del programa de producción es mantener el flujo. Ajustar la fuerza de trabajo y el flujo del proceso para obtener un uso normal de los recursos de la empresa, con un tiempo de inactividad y cuellos de botella mínimos, y un nivel de salida consistente con todos los recursos puestos en el proceso.

1.6.4. Tipos de producción

Existen varios tipos de producción considerados por distintos autores, los más destacados y comunes son el tipo de producción por trabajo, por lote y la producción continua.

El tipo de producción que se decida en una industria depende del tipo de producto que se desea realizar, ya que cada uno tiene distintas características y especificaciones diferentes, que se pueden acoplar a alguna forma de producción específica.

1.6.4.1. Por trabajo

La producción por trabajo o por encargo es la que tiene como objetivo fabricar productos de forma unitaria. Puede ser llevado a cabo por un equipo o por una sola persona. Consiste en enfocar todos los esfuerzos en elaborar un solo producto cada vez.

El resultado cambia en cada ocasión, y se trata de un concepto asociado a un uso intensivo en mano de obra. Los productos pueden hacerse a mano o mediante una combinación de métodos manuales y mecánicos.

Antes de aceptar este tipo de producción es necesario seguir unos pasos que servirán tanto para presentar el presupuesto como para establecer un guion de trabajo.

Este paso debe incluir por lo menos la lista de materiales y maquinarias necesarias para realizar el pedido, el esquema que explique todos los pasos que se deben seguir y el plan con secuencia cronológica abordando todos los puntos a desarrollar, su tiempo y todo lo necesario para llevarlo a cabo.

1.6.4.2. Por lote

Al hablar de lote, se refiere a un grupo específico de componentes que pasan por un proceso de producción de forma conjunta.

Cuando un lote es terminado, se inicia la producción de uno nuevo. Los procesos de producción por lote concluyen sus actividades en una máquina antes de pasar a la otra.

Se define así al sistema de producción industrial por el cual se crea una cantidad determinada de productos idénticos y limitada.

Esta modalidad productiva puede ser intensiva en mano de obra, en su mayoría no lo es debido a la introducción del concepto de las plantillas o modelos, que contribuyen a agilizar la producción, reduciendo el factor de personalización que existía en la producción por trabajo.

Los lotes de producto se pueden hacer con la frecuencia necesaria y las máquinas pueden también sustituirse por otras fácilmente cuando es necesario producir un lote de un producto diferente.

Este tipo de producción puede ser de dos tipos: por orden del cliente o para inventario. El sistema debe ser flexible para poder adaptarlo a una gran variedad de estilos, tamaños o diseños.

1.6.4.3. Continua

El tipo de producción continua o en serie respeta un flujo de proceso sin interrupciones. De esta forma, la materia pasa por todos los estados de transformación hasta que el producto final es terminado, evitando posibles pausas o ineficiencias.

Es cuando se realizan productos idénticos en gran masa. En este caso, la línea de producción se mantiene de manera ininterrumpida durante todo el día, siete días a la semana. De esta forma se logra maximizar la producción y eliminar los costes adicionales de iniciar y detener el proceso productivo.

Cabe destacar que el tipo de producción depende del tipo de producto que se va a realizar, para tener una producción continua se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Demanda sustancialmente alta. Debe existir una demanda alta y constante previa para poder dar cabida a todo el trabajo de producción.
- Producto normalizado. El producto no debe sufrir modificaciones para que este tipo de producción se lleve a cabo.

- Las operaciones deben estar bien definidas. Es necesario saber en qué consiste cada etapa de la producción, los pasos y materiales a utilizar durante el proceso.

1.7. Línea de producción

La línea de producción hace referencia a una serie de procesos o actividades que en conjunto logran la transformación de materia prima en un producto final.

1.7.1. Definición

Una línea de producción es un conjunto de operaciones secuenciales en una fábrica de materiales que se ponen a través de un proceso para producir un producto final que es adecuado para su consumo final. Es el conjunto armonizado de diversos subsistemas con el fin en común de transformar o integrar materia prima en otros productos.

1.7.2. Lineamientos técnicos

Características

- Mínimo tiempo ocioso en las estaciones
- Alta cantidad (tiempo suficiente para que los operadores terminen el trabajo).
- Costo de capital mínimo.
- Transporte entre estaciones sin medio de transportación.
- Velocidades de transportación diferentes entre estaciones.
- Almacenes entre las operaciones o transportaciones.

Una línea de producción está conformada mínimo por lo siguiente:

- Recepción materias primas.
- Intervención mano de obra requerida.
- Transformación de la materia prima.
- Etapa de inspección y prueba.
- Almacenamiento.
- Transporte.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Centro de Investigaciones

El Centro de Investigaciones de Ingeniería está conformado por varias áreas o secciones encargadas de ayudar con laboratorios complementarios a la facultad en distintas ingenierías.

Como lo es el Maker Space, siendo un laboratorio de apoyo para los estudiantes que pertenecen al EMI. Cuenta actualmente con una mínima producción de productos de limpieza con fines académicos, es decir, como un medio demostrativo para los estudiantes de lo que implica un proceso productivo en una pequeña línea de producción.

La fabricación de productos de limpieza nace en la sección de Gestión de la Calidad, a cargo del ingeniero Oswin Melgar quien es el precursor de la idea y la ejecución de distintas actividades que incluyen a la comunidad estudiantil en niveles de primer ingreso, alumnos del curso de Técnicas de Investigación que son capacitados en el proceso de fabricación.

La idea ha ido evolucionando a tal punto de permitir que los alumnos reciban prácticas de laboratorio de varios cursos en la planta que está ubicada en el Centro de Investigaciones, dejando el espacio para permitir prácticas de otros cursos.

2.1.1. Distribución de espacio

El espacio proporcionado por parte del Centro de Investigaciones para el laboratorio es de 9,20 m x 6,85 m. Distribuido en estanterías, 4 gabinetes, 5 mesas, un compresor, una máquina mezcladora y una llenadora.

Incluyendo el equipo y la materia prima que se tiene disponible en la actualidad, almacenados en los gabinetes y estanterías.

2.1.2. Organización

El Centro de Investigaciones cuenta con varias secciones que pertenecen a las diferentes escuelas de la facultad de Ingeniería, el Maker Space en particular, le pertenece a la Escuela de Mecánica Industrial y está a cargo de la sección de Gestión de Calidad.

2.2. Descripción de productos

Los productos de limpieza más comunes que se realizan dentro del laboratorio son el desinfectante, desodorante ambiental o aromatizador, jabón para manos y limpiavidrios.

Tomando en cuenta que no es una producción diaria y la fórmula que se maneja en la actualidad, se mantiene en constante mejora.

2.2.1. Desinfectante

Un desinfectante es una sustancia empleada con el fin de destruir microorganismos o inhibir su desarrollo, y que ejercen su acción sobre una superficie inerte u objeto inanimado.

La limpieza y desinfección de superficies es fundamental para evitar un posible contagio, especialmente en determinadas áreas y sectores, como son los pasillos, los salones, los laboratorios, las cocinas o los baños.

2.2.1.1. Características

- Limpiador y desinfectante de formula ácida a base de sales cuaternarias de amonio; para aguas duras quita rápida y fácilmente residuos jabonosos y otras suciedades.
- Tiene agradables aromas (lavanda, manzana verde, limón, chicle, talco de bebe, entre otros).
- Remueve rápidamente la película jabonosa, la grasa, el aceite, los tipos de suciedades comunes en los baños y otros tipos de suciedad.

2.2.1.2. Presentaciones

Actualmente el laboratorio elabora este tipo de producto en dos presentaciones, litro y galón.

2.2.1.3. Componentes

Los componentes o ingredientes necesarios que se emplean para la elaboración del producto son los siguientes:

Tabla IV. **Formulación del desinfectante**

Materia Prima	Cantidad para un galón
Nonilfenol	15 ml
Alcohol Isopropílico	10 ml
Amonio Cuaternario	4 ml
Propilenglicol	8 ml
Formaldehido	1ml
Color Vegetal	C.S.P.
Aroma	15 ml
Agua	C.S.P. 1 GALÓN

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento:

- Se debe medir la cantidad indicada de Nonilfenol y depositarla en el recipiente de preparación principal.
- Al recipiente anterior se incorpora la cantidad indicada de Alcohol Isopropílico agitando la mezcla resultante con la varilla de agitación.
- Con la pipeta se mide la cantidad indicada de Amonio Cuaternario y se deber depositar en el recipiente de preparación principal. La mezcla se agita con una varilla de agitación.

- Se mide la cantidad indicada de Propilenglicol y aroma y se depositan en un recipiente de preparación principal. Esta mezcla también debe ser agitada mediante una varilla de agitación.
- La mezcla anterior se añade al recipiente de preparación principal, en donde la mezcla resultante es agitada mediante una varilla de agitación.
- La mezcla resultante se agrega a un recipiente de preparación final. Añadiendo 3500 ml de agua y agitando mediante una paleta de madera.
- Se mide el colorante vegetal para (C.S.P.), la tonalidad deseada, y se debe agregar al recipiente de preparación final, mezclando con la paleta de madera.
- Posteriormente la mezcla final se agrega al recipiente contenedor del producto final, utilizando un colador y embudo como control de calidad. Se debe tener cuidado de introducir el desinfectante lentamente, para no producir gran cantidad de espuma. Se agrega el agua necesaria para nivelar el contenido del galón.
- Se coloca la tapadera y etiqueta del producto final.

2.2.2. Desodorantes

O también llamado ambientador, es la sustancia o el compuesto orgánico aromático que perfuma un ambiente. Desde su origen y durante muchos siglos, las sustancias que lo conformaban eran naturales.

En la actualidad, los ambientadores utilizan productos químicos con el fin de facilitar su dispersión, evaporación y aumentar su duración en el ambiente. La importancia de un desodorante ambiental es la sensación de frescura que brinda en los diferentes escenarios que comúnmente existe presencia de malos olores.

2.2.2.1. Características

- Elimina malos olores
- Aroma elegante y sensación de frescura
- Aroma a base de agua
- Concentrado y no irrita la nariz

2.2.2.2. Presentaciones

Actualmente el laboratorio elabora este tipo de producto en presentaciones de 360 ml y por galón.

2.2.2.3. Componentes

Los componentes o ingredientes necesarios que se emplean para la elaboración del producto son los siguientes:

Tabla V. **Formulación del desodorante ambiental**

Materia Prima	Cantidad para un galón
Nonilfenol	38 ml
Alcohol etílico (al 95 %)	454 ml
Formol	4 ml
Propilenglicol	34 ml
Fragancia	60 ml
Colorante Vegetal	CSP
Agua	1723 ml

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento:

- Agregar la cantidad necesaria de nonilfenol al recipiente principal de preparación.
- Agregar la cantidad de alcohol etílico o de perfumería al 95 %.
- Mezclar con la varilla de agitación.
- Agregar la cantidad necesaria de formaldehído y mezclar con la varilla de agitación.
- En un vaso precipitado se agrega la cantidad necesaria de propilenglicol.
- Se agrega la cantidad de aroma y se mezcla con el propilenglicol utilizando la varilla de agitación.
- La mezcla resultante se agrega al recipiente principal de preparación y se mezcla utilizando la varilla de agitación.
- Se le agrega la cantidad suficiente de agua para un galón y se mezcla con la paleta de madera.
- A la mezcla anterior se le agrega el colorante en cantidad suficiente para que adquiera un color agradable.

2.2.3. Jabón para manos

Es una sustancia, en este caso líquida, con la finalidad de limpiar las manos. La importancia y preocupación del ser humano con la higiene del cuerpo y del entorno, se conoce desde siempre, es por ello que la producción de jabón es una de las más antiguas.

2.2.3.1. Características

- Jabón a base de glicerina para brindar una sensación suave y protección a la piel.

- Da buena limpieza por ser espumoso y cubrir una amplia zona a lavar.
- De agradable aroma, en presentación floral, lavanda y manzana.

2.2.3.2. Presentaciones

Actualmente el laboratorio elabora este tipo de producto en presentaciones de 500 ml, 1000 ml y galón.

2.2.3.3. Componentes

Los componentes o ingredientes necesarios que se emplean para la elaboración del producto son los siguientes:

Tabla VI. **Formulación del jabón para manos**

Materia Prima	Cantidad para un galón
Texapon	333 g
Dietalonamina	50 ml
Cloruro de Sodio	150 g
Propilparabeno*	1 g
Metilparabeno*	1 g
Glicerina	15 ml
Fragancia	15 ml
Colorante	C.S.P
Agua	C.S.P

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento:

- En el recipiente final de preparación (cubeta), se agrega la cantidad de Texapon y la Dietalonamina, y se mezcla utilizando la paleta de madera. Se le denomina mezcla 1.
- A la mezcla 1 se adiciona el Cloruro de Sodio, mezclándolo con una paleta de madera hasta lograr una consistencia pastosa, y se le denomina mezcla 2
- Con el vaso precipitado medir 1,500 ml de agua.
- La cantidad medida de agua se agrega lentamente a la mezcla 2 mientras se agita con la paleta de madera hasta homogeneizarla y que se espese nuevamente.
- Se agrega 1 gramo de Propilparabeno y 2 gramos de Metilparabeno a la mezcla 2 mientras se agita con la paleta de madera hasta homogeneizarla y que se espese nuevamente. Se le denomina mezcla 3.
- En la probeta de polipropileno se mide la cantidad específica de Glicerina.
- Se adiciona la cantidad especificada de Glicerina en el recipiente de preparación, y se continúa agitando la mezcla, denominándola mezcla 4.
- Con el vaso precipitado medir 500 ml de agua.
- La cantidad medida de agua adicionarla lentamente a la mezcla 4, agitando continuamente con la paleta de madera hasta homogeneizarla y que se espese nuevamente.
- En la probeta se mide la cantidad indicada de aroma y se agrega lentamente a la mezcla 4 mientras se agita con la paleta de madera hasta lograr la homogeneización del aroma. Medir 500 ml de agua.
- La cantidad medida de agua adicionarla lentamente a la mezcla 4 agitando continuamente con la paleta de madera hasta homogeneizarla y que se espese nuevamente.

- Con el vaso precipitado medir 500 ml de agua.
- En la probeta se mide la cantidad específica de colorante vegetal y se agrega a la cantidad medida de agua hasta obtener un color uniforme. Se denomina mezcla 5
- La mezcla 5 es agregada lentamente a la mezcla 4 agitando continuamente con la paleta de madera hasta homogeneizarla y que se espese nuevamente. Se le denomina mezcla final.
- La mezcla final se pasa lentamente (para evitar la espuma excesiva), al recipiente final del producto (envase de galón), utilizando el embudo y el colador como control de calidad. El resultado será un ligero enturbiamiento del preparado.
- Se agrega la cantidad de agua que sea necesaria para nivelar el galón.
- Se coloca la tapa.
- Se seca el exceso de humedad con una toalla o papel mayordomo.
- Se procede a agitar el galón con movimientos continuos y vigorosos
- Se procede a etiquetar el envase, el cual ya está listo para su posterior utilización.
- Se deja en reposo hasta que obtenga una apariencia traslúcida.

2.2.4. Limpiavidrios

Como su nombre lo indica, este tipo de producto está formulado con el fin de realizar una limpieza profunda de vidrios y cristales, logrando una limpieza perfecta, dejándolos limpios y resplandecientes con una sola aplicación, sin dejar residuos o marcas.

2.2.4.1. Características

- Remueve grasa y polvo depositados en la superficie de vidrio

- Ayuda a desempañar los vidrios y cristales
- Remueve sarro de los cristales

2.2.4.2. Presentaciones

Actualmente el laboratorio elabora este tipo de producto en presentaciones de 500 ml, 1000 ml y galón.

2.2.4.3. Componentes

Los componentes o ingredientes necesarios que se emplean para la elaboración del producto son los siguientes:

Tabla VII. **Formulación para limpiavidrios**

Materia Prima	Cantidad para un galón
Agua	3180 ml
Formol	4 ml
Texapon	30 g
Alcohol Isopropílico	125 ml
Butil cellosolve	100 g
Amoniaco	5 ml
Azul mineral	CSP

Fuente: elaboración propia, mayo 2019.

Procedimiento:

- Mezclar alcohol con el Texapón y Butil cellosolve en un vaso precipitado

- Agregar agua y mezclar bien
- Agregar formol y amoníaco a la mezcla anterior
- Agregar color azul mineral en cantidad deseada

2.3. Materia prima

Al hablar de materia prima, se refiere al o los materiales que pueden ser transformados y utilizados por la industria para elaborar otros productos.

2.3.1. Alcohol isopropílico

Su nombre comercial y científico es el mismo, se utiliza en la fabricación de limpiavidrios, y también en productos farmacéuticos.

Estado Físico: Líquido incoloro claro. Peligros Físicos: El vapor se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas. Peligros Químicos: Reacciona con oxidantes fuertes.

2.3.2. Amoníaco

Es utilizado en la fabricación de desinfectantes para pisos. Es un producto de desinfección 100 % manejarlo con precaución, usar mascarilla, cuando se utilice. El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N), y tres átomos de hidrógeno (H).

El amoníaco es fácilmente biodegradable, las plantas lo absorben con mucha facilidad eliminándolo del medio, de hecho, es un nutriente muy importante para su desarrollo.

2.3.2.1. Amonio cuaternario

Es una sal de amonio cuaternario. En solución (< 0,1 %), es un líquido incoloro sin ningún olor apreciable, no inflamable. Este producto es un irritante de ojos, piel y aparato digestivo y cuando se utiliza deben llevarse las protecciones adecuadas (guantes, gafas, entre otros).

El cloruro de benzalconio es ampliamente empleado en América Latina para desinfectar material médico, quirúrgico y odontológico.

Enfocado para controlar bacterias, algas, hongos, virus como moquillo, viruela, hepatitis, entre otras. Comúnmente utilizado en los desinfectantes de alta concentración para pisos. Es muy comercial el desinfectante con este producto en hospitales y centros institucionales.

2.3.3. Butil cellosolve

Es un líquido volátil, incoloro, de olor dulce agradable. Poco soluble en agua, pero miscible en la mayoría de los disolventes orgánicos. Es prácticamente ininflamable y no explosivo en condiciones normales de utilización.

Se emplea principalmente como disolvente, tanto en eliminación de pinturas y barnices como en su fabricación. Otras aplicaciones incluyen la fabricación de aerosoles para agroquímica y limpieza doméstica.

En las industrias farmacéutica y alimentaria se emplea en menor medida como agente extractor de aceites comestibles y aromatizantes.

2.3.4. Cloruro de sodio

Conocido comúnmente como sal de mesa, su fórmula es NaCl y es utilizado en su mayoría como un producto de cocina o de alimentación. Este componente sirve en la limpieza, ayuda a disminuir manchas y es ingrediente básico en productos como el jabón, detergente y *shampoo*.

2.3.5. Colorante

Se le llama así a la sustancia soluble en agua con la capacidad de teñir o dar un nuevo color a otra. Puede ser de origen natural o sintético, es decir, con componentes químicos.

2.3.6. Dietalonamina

La dietanolamina es un compuesto orgánico y considerado como una amina secundaria, debido a que actúa como base débil. Es comúnmente utilizada en disolventes, para la fabricación de materias primas de detergentes, como humectante, en la industria cosmética y como estabilizadora de pH.

Es una sustancia con consistencia viscosa, es tóxico, un líquido inflamable, producto incoloro, posee un olor similar al amoníaco y tiene propiedades corrosivas.

2.3.7. Fragancia

Según la RAE, la fragancia la emplean como un sinónimo de olor, hace referencia a un olor agradable. Es un producto aromático comercializado para

producir buen olor, se aplica en productos de limpieza para reducir los fuertes olores del alcohol isopropílico y otros componentes.

2.3.8. Formaldehido

Es un compuesto químico formado por hidrógeno, oxígeno y carbono. Este compuesto es más conocido por sus propiedades conservadoras y antibacterianas.

La química basada en el formaldehido es esencial en productos de cuidado personal, debido a que actúa como un conservador para combatir microorganismo y prevenir la proliferación de bacterias y otros agentes patógenos, logrando al mismo tiempo el extender la vida útil del producto.

2.3.9. Glicerina

La glicerina es un alcohol líquido que se utiliza para elaborar diversos productos cosméticos como el jabón y otros productos, aunque también se puede obtener para hacer remedios caseros.

Se obtiene a partir de los vegetales, su textura es viscosa, sin olor y su principal beneficio es el de hidratar y suavizar la piel gracias a sus propiedades humectantes.

2.3.10. Metilparabeno

El metilparabeno es un agente que evita irritaciones y antimicrobiano soluble en agua. Es un antifúngico y suele ser utilizado como conservante para

cosméticos, medicamentos y alimentos. Funciona como un preservante, y agente contra las bacterias.

2.3.11. Nonilfenol

Mezcla de isómeros. Estado Físico líquido viscoso, de incoloro a amarillo, de olor característico, utilizado como agente detergente en los productos de limpieza. La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.

Efectos de exposición de corta duración: La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de la sustancia puede originar edema pulmonar.

2.3.12. Propilenglicol

Es un compuesto orgánico insípido, inodoro, e incoloro, de composición líquida aceitosa clara, higroscópica y miscible con agua, acetona, y cloroformo. El propilenglicol es utilizado como humectante en productos farmacéuticos, cosmética, alimentos y tabaco.

2.3.13. Propilparabeno

El propilparabeno es un sólido blanco cristalino que se usa con frecuencia en cosméticos, productos de cuidado para la piel y comida. Tiene una toxicidad generalmente baja por ingestión. Puede irritar los ojos, la piel, el tracto intestinal y el respiratorio con el contacto, la ingestión y la inhalación, respectivamente. También es combustible.

2.3.14. Texapon

El texapon N70 es una sustancia líquida de color amarillo claro, con gran capacidad para disolver aceites. Es usado normalmente en la preparación de productos para la limpieza. El texapon es un derivado del petróleo tenso activo.

Debido a una excelente calidad de detergente y de limpieza, se puede emplear para la elaboración de agentes que se enjuagan y de líquidos, geles de baño, champú, jabones de papel, espumantes para el baño, entre otros.

2.3.15. Envases

Es el empaque primario de los productos, encargado de contener, proteger, manipular, distribuir y presentar el producto final.

2.4. Descripción del equipo

De forma general, el laboratorio está equipado con mesas y estantes de metal, vasos de precipitado, probetas, cubetas, balanzas, una máquina mezcladora, una llenadora y un compresor encargado de darle potencia a la últimas.

2.4.1. Maquinaria

Se cuentan con tres máquinas básicas para la fabricación de productos de limpieza, cada una con especificaciones y características necesarias para el proceso a realizar. Las máquinas son: mezcladora, llenadora y compresor.

2.4.1.1. Mezcladora

El tanque mezclador o mezcladora es una máquina que cumple con las siguientes especificaciones:

- Estructura de acero inoxidable tipo 304 grado alimenticio, utilizando lamina de 1/16 de espesor.
- Fondo plano con inclinación a 30 grados al lado de la salida del tanque.
- Capacidad de carga 400 litros.
- Bases fabricadas en tubo de 3 pulgadas acero inoxidable.
- Motor eléctrico trifásico sellado de 1750 RPM.
- Agitador lateral accionado con variador de frecuencia marca LS de 2 HP.

Cumpliendo con la función de girar y mezclar a altas revoluciones los distintos componentes para la fabricación de los productos de limpieza antes mencionados, evitando el trabajo manual.

2.4.1.2. Llenadora

La llenadora es un complemento del tanque mezclador, unidos por una manguera encargada de transportar la sustancia ya mezclada a un contenedor ubicado en esta máquina para proceder a llenar los envases.

La presión a la que vierte la sustancia en los envases está controlada por un compresor. Cuenta con un sistema integrado de tiempo y pedal para controlar de forma personal el llenado.

Cumple con las siguientes especificaciones:

- Sistema automático de llenado acondicionado en tanque mezclador
- Doble boquilla de llenado de 50 ml a un galón
- Accionamiento por medio de pedal y automático con temporizador
- Estructura fabricada totalmente en acero inoxidable tipo 304 grado alimenticio.
- Accesorios neumáticos marca Airprime.

2.4.1.3. Compresor

Se tiene un compresor de aire CAMPBELL HAUSFELD con capacidad de 60 galones, con un funcionamiento eléctrico de 240, con motor monofásico, 3 450 revoluciones por minuto (RPM), y potencia de 3,2 HP.

Cumpliendo con la función de proporcionar y controlar la presión otorgada a la llenadora.

2.4.2. Equipo

El laboratorio tiene que llevar ciertas características en cuanto su ubicación y la forma de las instalaciones, como estar bien equipado, con los instrumentos, materiales de cristalería y todo lo necesario para que funcione como debe ser.

Entre el equipo utilizado en el laboratorio se pueden encontrar: *beakers* de 25 ml a 1 000 ml, probetas de 5 ml a 25 ml, varillas agitadoras, embudos de plástico, balanzas digitales, vidrios reloj, paletas de madera y cubetas de 8 litros cada una.

2.4.2.1. Vaso de precipitado (*beaker*)

Los vasos de precipitado que se tienen en el inventario del laboratorio están graduados con la finalidad de contener una cantidad específica de líquidos o sustancias a utilizar durante el proceso de producción de los productos de limpieza.

Se tienen de diferentes medidas, desde 25 ml para demostraciones académicas o experimentos para la mejora en la calidad de los productos que se ofrecen, hasta 1 000 ml para optimizar tiempo en la realización de una cantidad mayor de productos.

2.4.2.2. Probeta

Las probetas que se tienen en el inventario del laboratorio están graduadas con la finalidad de medir volúmenes más específicos y de menores cantidades necesarios para la producción de los productos de limpieza.

El laboratorio cuenta con probetas de diferentes volúmenes, desde 5 ml hasta 25 ml para medir cantidades mínimas, que son utilizadas en su mayoría para fines académicos y demostrativos, o bien, para experimentación y mejora de calidad en los productos a ofrecer.

2.4.2.3. Cubeta

Las cubetas con las que cuenta el laboratorio son de plástico y tienen una capacidad de 9 litros, que sirven para trasladar el agua para la mezcla del gripo hacia el tanque, es utilizado también para hacer las mezclas cuando se realizan las prácticas de laboratorio de manera manual.

2.4.2.4. Balanza

Actualmente el laboratorio cuenta con balanzas digitales que redondean las cantidades a la primera décima, es decir, son inexactas en producciones mínimas o con fines académicos, donde la cantidad de producto que se realiza son pocas unidades.

El laboratorio cuenta con 4 balanzas digitales.

2.5. Descripción del proceso

Todo proceso debe respetar un flujo, sin interrupciones ni limitaciones durante la producción se encuentre en marcha, para ello se realiza una distribución por áreas o estaciones de trabajo.

En la actualidad en el espacio brindado por el Centro de Investigaciones se tienen establecidas las estaciones más importantes y primordiales dentro de un proceso productivo.

2.5.1. Área de materia prima

El área de materia prima está representada por una estantería en donde se encuentran los componentes para la realización de los productos de limpieza antes mencionados.

Debido a que no es producción constante, la materia prima que se tiene es limitada, ya que es brindada por los estudiantes que hacen uso del laboratorio.

2.5.2. Área de proceso

El área de proceso se puede encontrar de dos formas, cuando se realiza la producción de forma manual, se hace uso de 3 de las 5 mesas proporcionadas, dividiéndose en: medición de materia prima, mezcla primaria y mezcla secundaria, diferenciándose que en la secundaria se agrega el agua buscando la consistencia final del producto a producir.

Por otra parte, cuando se realiza una producción mayor se hace uso del tanque mezclador y la llenadora, teniendo una mesa para la medición de materia prima: en donde se calcula la materia total a utilizar dependiendo de la cantidad de producto que se desee realizar; y el tanque mezclador: donde se procede a verter lo medido y el agua necesaria para la producción planificada.

2.5.3. Área de llenado

Al igual que el área de proceso, el área de llenado se puede realizar de dos maneras, de forma manual y de forma mecanizada.

Al hacerlo de forma manual se hace uso de otra mesa para proceder a llenar uno a uno los envases que se requieran.

Al hacerlo de forma mecanizada, se puede hacer totalmente automático por medio del *timer* y solamente cambiar envases. O por medio de un pedal, en donde la persona presiona el pedal para llenar los envases que se coloquen.

Dicha máquina en la actualidad tiene ciertas deficiencias, debido a que existe una pérdida de presión en la parte superior, impidiendo que se pueda usar de forma continua sin necesidad del compresor.

Además, debido a esos cambios de presión, se genera mucha espuma, siendo derramada en la estación de trabajo y perdiendo producto en buen estado.

2.5.4. Área de control de calidad

Independientemente del tipo de proceso y llenado que se realice, todo envase llenado pasa a una mesa en donde se debe pesar para saber que cumple con el volumen correcto, se limpia el envase de tener algún derrame y se procede a sellar.

Actualmente el producto no cuenta con una etiqueta ni un empaquetado posterior, más que el envase y el ordenamiento en los estantes.

2.5.5. Área de producto terminado

El área de producto terminado consiste en estantes metálicos en donde se colocan los diferentes tipos de producto que se realizan, los productos que se colocan son los que acepta el control de calidad.

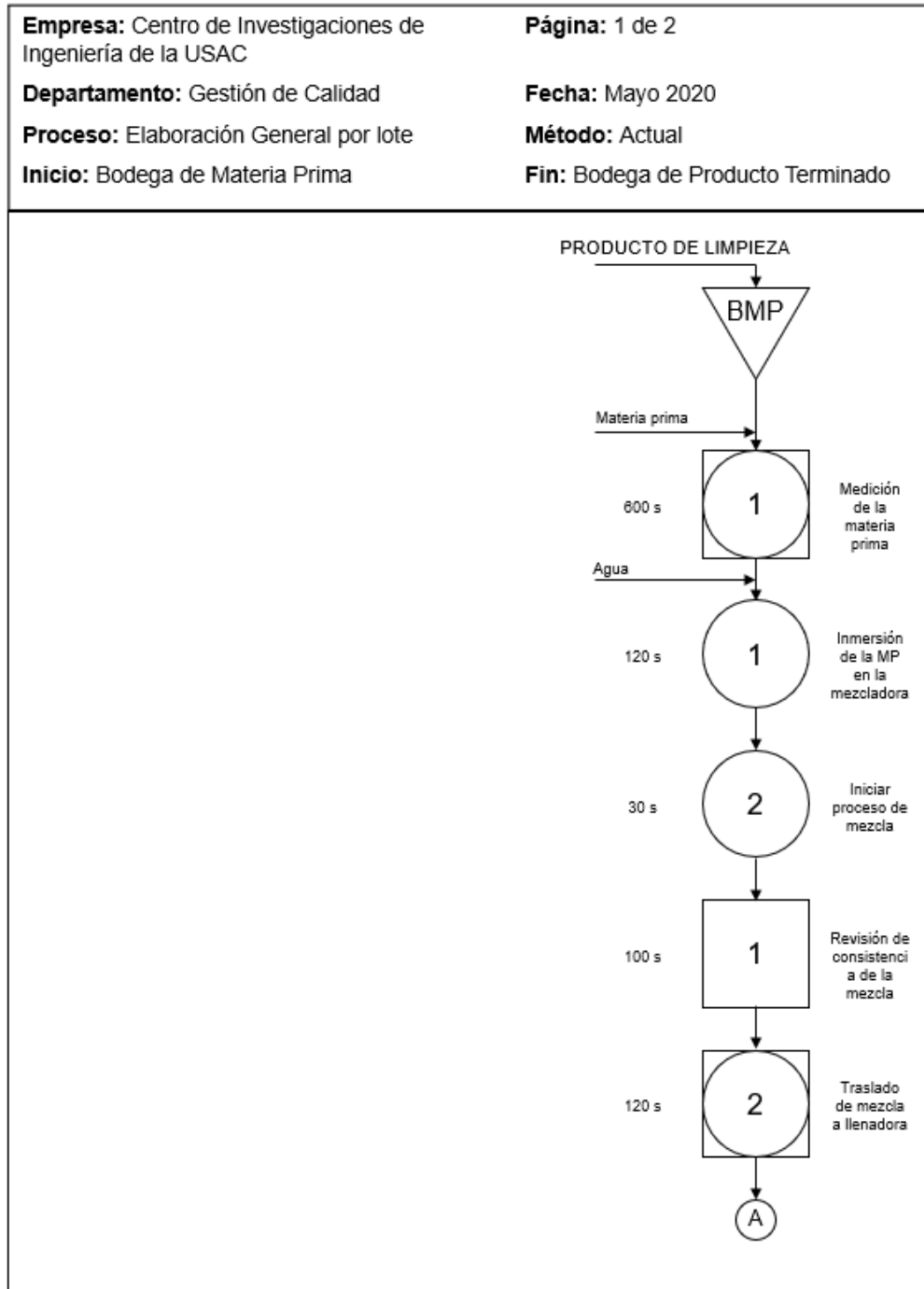
2.5.6. Diagrama de flujo de operaciones

El diagrama presentado es una representación general del proceso realizado dentro del laboratorio al momento de fabricar cualquiera de los productos: desinfectante, desodorante ambiental, jabón líquido para manos y limpiavidrios.

Se hace de esta manera debido a que los cuatro tipos de productos se conforman por las mismas estaciones de trabajo, diferenciándose de los componentes que necesita cada uno.

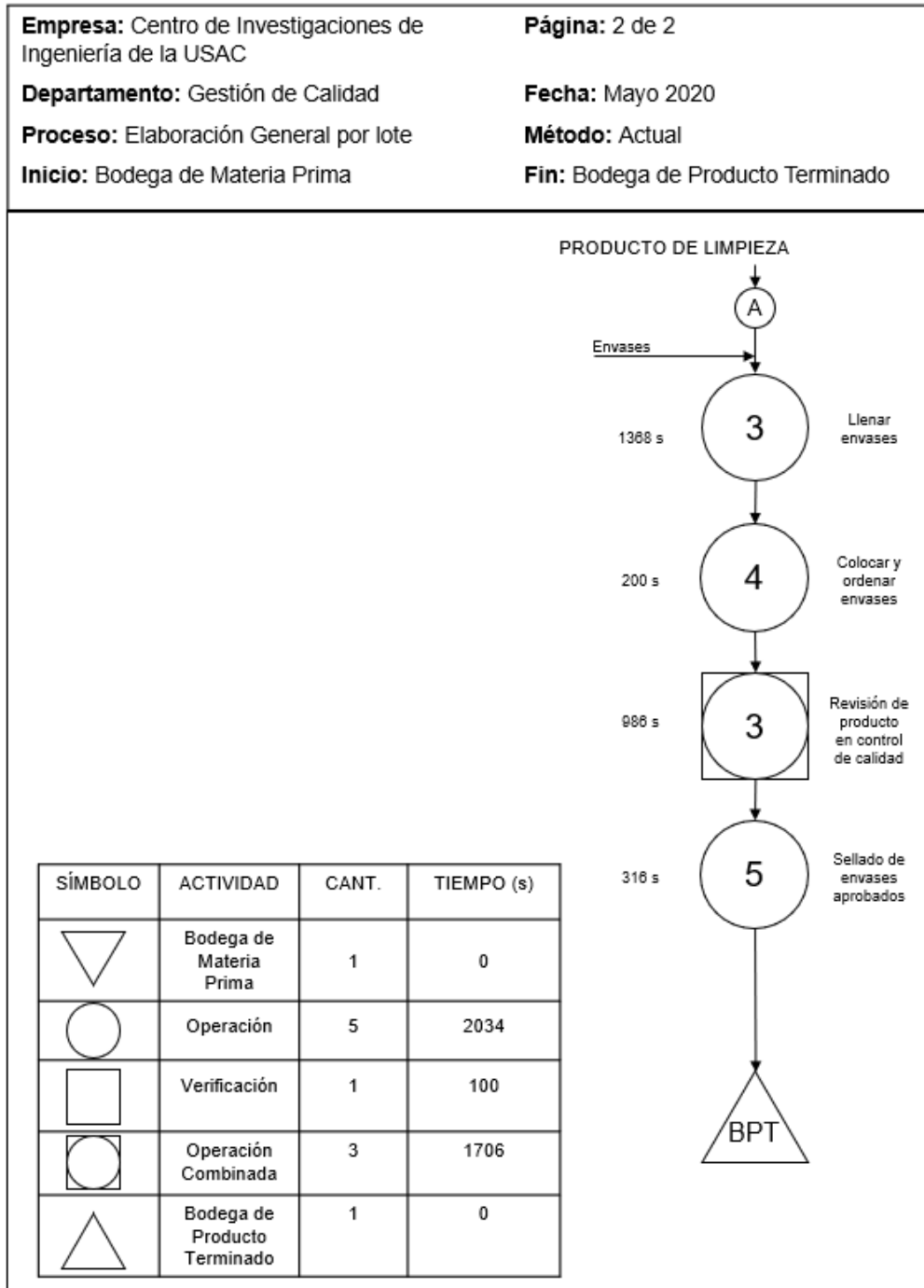
Y considerando si se hace de forma manual y solo demostrativa, o si se hace uso de la maquinaria. Sin importar el tipo de producción que se vaya a realizar o el tipo de producto que se desee, se compone por las mismas estaciones.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

2.6. Distribución de espacio actual

El laboratorio situado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería se encuentra en constante mejora y actualización.

A pesar de seguir manteniendo el espacio inicial, se considera la implementación de otra maquinaria y equipo. Actualmente se está estudiando el agregar una nueva mezcladora y llenadora con el fin de agregar una línea de producto viscoso. Es importante decir que es solo estudio, debido a que es un proyecto a cargo de estudiantes que hacen uso del laboratorio.

2.6.1. Plano de situación actual

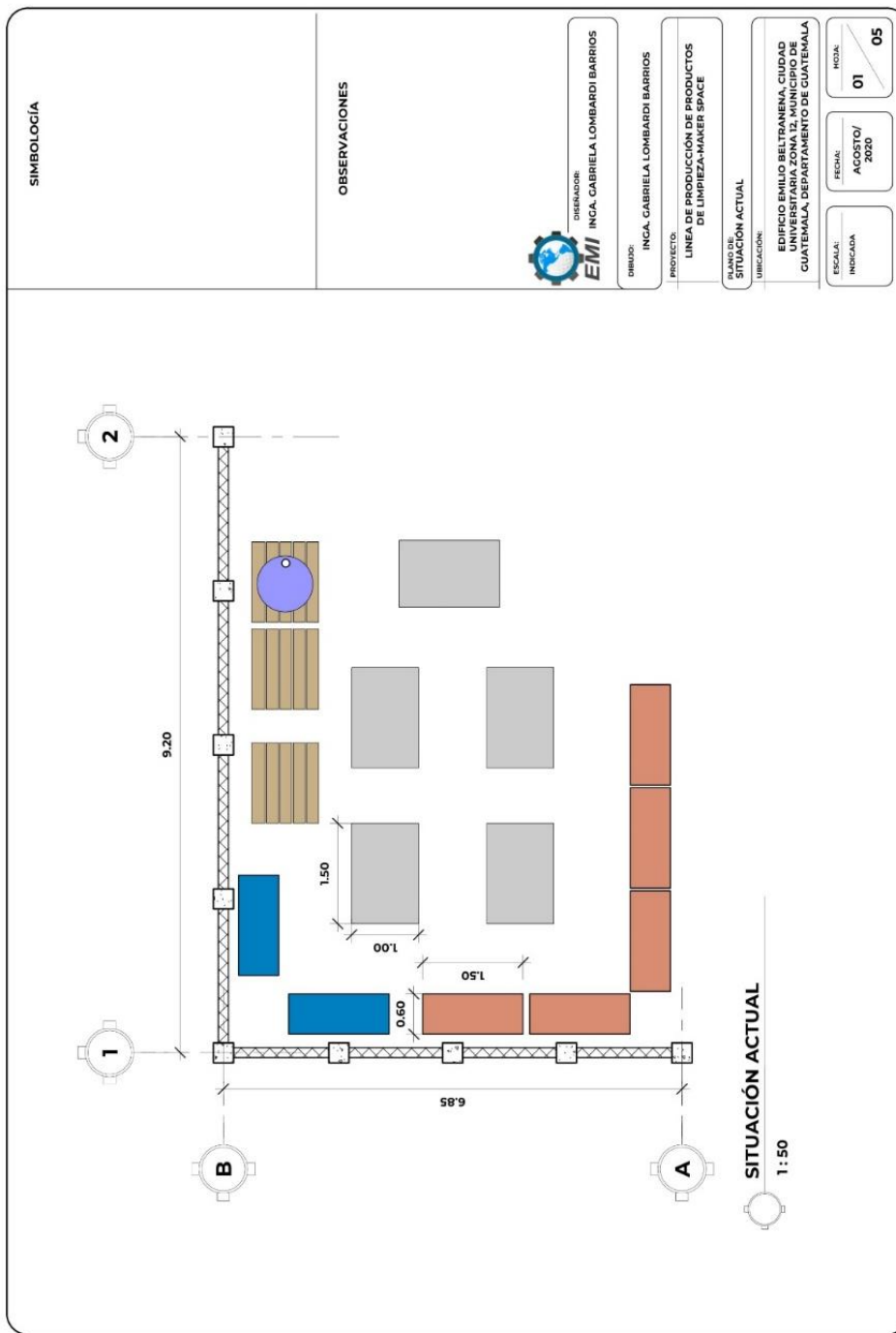
En el *layout* que se muestra en la figura 12, cabe resaltar que el laboratorio no se encuentra separado por paredes de los otros laboratorios impartidos en el CII, se realiza de esa manera para representar la orientación del laboratorio.

Como parte de la planificación de la Escuela de Mecánica Industrial y en particular, el laboratorio del Maker Space que está ubicado actualmente en el Centro de investigaciones, se incluye el traslado del laboratorio al T7 para el 2022.

2.6.2. Diagrama de recorrido

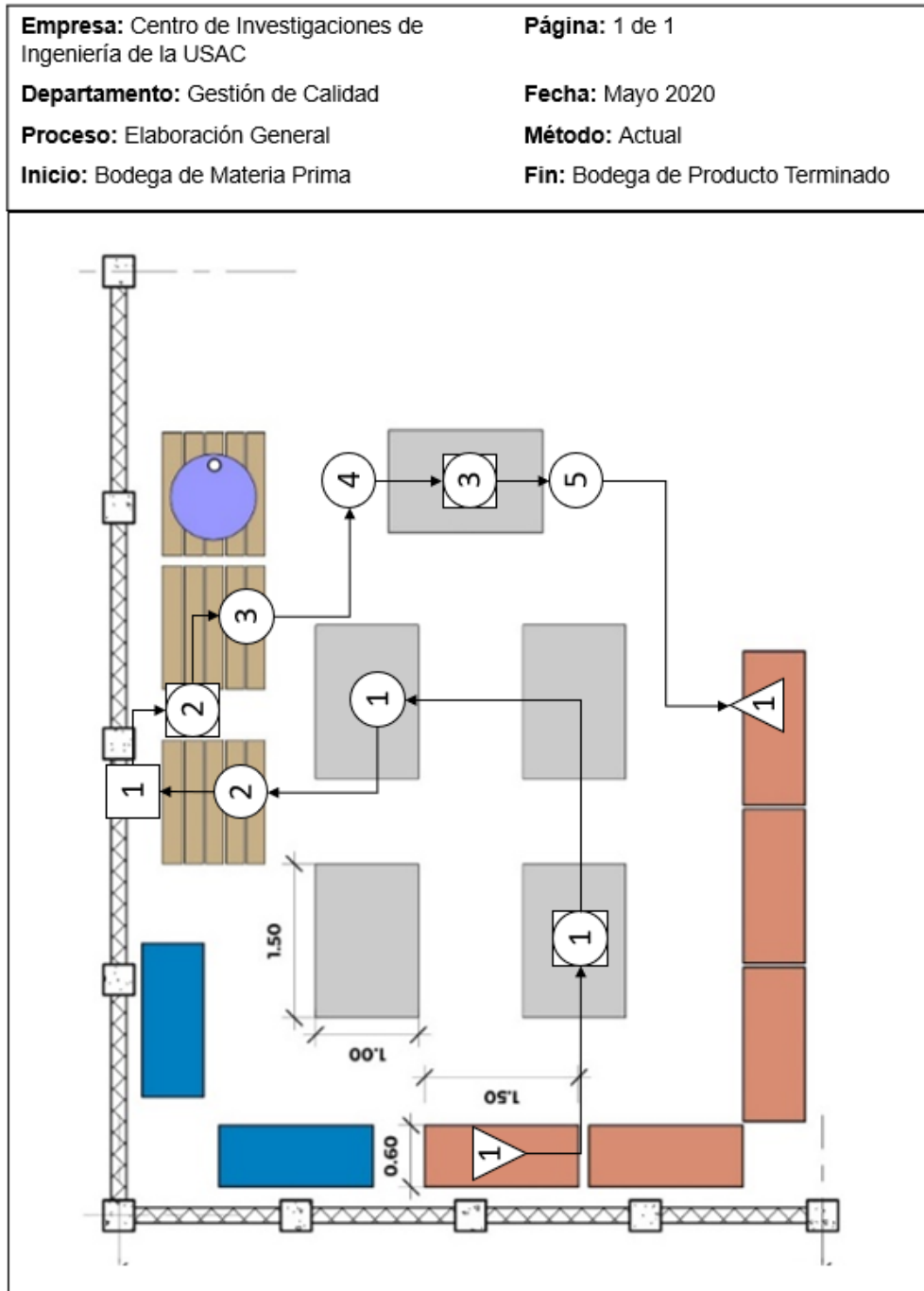
En la figura 13 se muestra el flujo del proceso sobre el *layout* de la situación actual del laboratorio del Maker Space. Se ven reflejadas las estaciones de trabajo con las que se elaboran los productos de limpieza.

Figura 12. **Layout de la planta (diagrama del lugar)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

Figura 13. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

2.7. Tiempo de producción

El tiempo de producción se refiere al tiempo que transcurre la materia prima dentro del proceso de producción hasta la obtención del producto terminado.

Para calcular los tiempos de producción se realizó un estudio de tiempos, iniciando con la toma de tiempos cronometrados para las acciones del llenado, pesado y sellado de envases para los productos de limpieza: desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios.

Tabla VIII. **Tiempo cronometrado por lote de desinfectante**

No. Galón	Tiempo de llenado (s)	No. Galón	Tiempo de llenado (s)
1	42,3	11	46,3
2	45,6	12	47,1
3	44,8	13	43,3
4	45,2	14	46,7
5	43,5	15	48,3
6	46,3	16	43,2
7	45,7	17	46,7
8	42,9	18	48,1
9	43,4	19	44,4
10	45,7	20	43,7

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de llenado por galón

$$\text{Tiempo de Llenado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Llenado}}{20} = \frac{903,20}{20} = 45,20 \text{ s}$$

Tabla IX. **Tiempo cronometrado por lote de desinfectante**

No. Galón	Tiempo de pesado (s)	No. Galón	Tiempo de pesado (s)
1	30,3	11	32,1
2	31,7	12	34,3
3	30,8	13	33,3
4	32,2	14	32,5
5	30,5	15	35,1
6	33,3	16	31,8
7	32,1	17	35,3
8	32,9	18	34,7
9	30,7	19	31,4
10	33,8	20	30,6

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de pesado por galón

$$\text{Tiempo de Pesado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Pesado}}{20} = \frac{649,40}{20} = 32,50 \text{ s}$$

Tabla X. **Tiempo cronometrado por lote de desinfectante**

No. Galón	Tiempo de sellado (s)	No. Galón	Tiempo de sellado (s)
1	9,8	11	10,2
2	9,7	12	11,1
3	8,9	13	8,5
4	9,3	14	10,8
5	11,3	15	9,7
6	8,3	16	10,7
7	9,3	17	8,9
8	10,7	18	11,1
9	12,3	19	8,5
10	9,6	20	9,4

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de sellado por galón

$$Tiempo\ de\ Sellado_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} Tiempo\ de\ Sellado}{20} = \frac{198,10}{20} = 9,90\ s$$

Tabla XI. **Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos**

No. Galón	Tiempo de llenado (s)	No. Galón	Tiempo de llenado (s)
1	45,5	11	44,1
2	59,5	12	45,4
3	53,7	13	48,6
4	51,6	14	49,1

Continuación de la tabla XI.

5	50,2	15	55,6
6	53,4	16	48,5
7	43,4	17	49,5
8	48,7	18	57,3
9	49,8	19	47,6
10	48,7	20	52,6

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de llenado por galón

$$Tiempo\ de\ Llenado_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} Tiempo\ de\ Llenado}{20} = \frac{1\ 002,8}{20} = 50,20\ s$$

Tabla XII. **Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos**

No. Galón	Tiempo de pesado (s)	No. Galón	Tiempo de pesado (s)
1	32,3	11	33,7
2	30,9	12	34,1
3	33,7	13	32,1
4	34,8	14	30,7
5	31,5	15	32,7
6	35,7	16	30,1
7	33,5	17	30,4
8	35,8	18	31,9
9	30,7	19	32,8
10	34,5	20	30,9

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de pesado por galón

$$\text{Tiempo de Pesado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Pesado}}{20} = \frac{652,80}{20} = \mathbf{32,60 \text{ s}}$$

Tabla XIII. **Tiempo cronometrado por lote de jabón para manos**

No. Galón	Tiempo de sellado (s)	No. Galón	Tiempo de sellado (s)
1	10,3	11	10,1
2	11,7	12	9,7
3	10,4	13	10,6
4	9,8	14	11,2
5	10,7	15	9,7
6	10,3	16	11,3
7	10,5	17	11,9
8	10,7	18	9,8
9	9,7	19	10,2
10	9,6	20	10,1

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de sellado por galón

$$\text{Tiempo de Sellado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Sellado}}{20} = \frac{208,30}{20} = \mathbf{10,40 \text{ s}}$$

Tabla XIV. **Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios**

No. Galón	Tiempo de llenado (s)	No. Galón	Tiempo de llenado (s)
1	38,8	11	39,3
2	37,9	12	38,1
3	37,7	13	36,9
4	39,1	14	36,4
5	38,5	15	39,3
6	36,7	16	39,1
7	38,3	17	36,3
8	38,1	18	37,9
9	39,3	19	37,5
10	36,9	20	36,5

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de llenado por galón

$$\text{Tiempo de Llenado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Llenado}}{20} = \frac{758,6}{20} = 37,90 \text{ s}$$

Tabla XV. **Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios**

No. Galón	Tiempo de pesado (s)	No. Galón	Tiempo de pesado (s)
1	31,7	11	30,5
2	31,9	12	32,1
3	30,3	13	30,7
4	32,5	14	30,4

Continuación de la tabla XV.

5	31,5	15	31,3
6	29,7	16	32,4
7	30,4	17	31,7
8	31,6	18	31,9
9	30,1	19	30,9
10	29,8	20	31,3

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de pesado por galón

$$Tiempo\ de\ Pesado_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} Tiempo\ de\ Pesado}{20} = \frac{622,70}{20} = 31,10\ s$$

Tabla XVI. **Tiempo cronometrado por lote de limpiavidrios**

No. Galón	Tiempo de sellado (s)	No. Galón	Tiempo de sellado (s)
1	11,2	11	10,7
2	11,9	12	12,1
3	9,8	13	9,1
4	9,4	14	11,1
5	10,3	15	10,4
6	10,6	16	9,9
7	11,1	17	11,5
8	9,8	18	10,6
9	10,4	19	10,2
10	9,4	20	10,7

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tiempo promedio de sellado por galón

$$\text{Tiempo de Sellado}_{\bar{x}} = \frac{\sum_1^{20} \text{Tiempo de Sellado}}{20} = \frac{210,20}{20} = \mathbf{10,50 s}$$

3. PROPUESTA PARA LA INGENIERÍA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1. Diseño de la línea de producción

A continuación, se presenta el diseño propuesto para la línea de producción ubicada en el Maker Space del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería. Se plantea que el área designada para dicha línea se organice por estaciones de trabajo, que cumplan con un orden y una secuencia de realizar la producción en línea, logrando evitar derrame de material, pérdidas de tiempo por cruce de personal o incluso accidentes.

3.1.1. Estaciones de trabajo

La línea de producción se dividirá en estaciones de trabajo básicas e indispensables, tales como la bodega de materia prima, área de mezclado, área de llenado, sección de control de calidad y bodega de producto terminado. Son las mismas áreas ya existentes con una modificación en el espacio asignado para lograr fluidez en el proceso.

3.1.1.1. Materia prima

Para la estación de materia prima se encuentran designados estantes, una estantería y una mesa. En donde se encuentran tanto envases de diferentes tamaños, como las sustancias y componentes que se necesitan para la elaboración de los diferentes productos.

La materia prima se encontrará ordenada por producto, es decir, los componentes que se necesitan para la elaboración de desinfectante se ubicarán en un solo nivel del estante.

Con la finalidad de optimizar tiempo en la búsqueda del material de la bodega a la mesa en donde se procede a realizar la medición de la materia prima dependiendo del producto que se vaya a elaborar.

3.1.1.2. Mezcla

Como se mencionó en la sección anterior, existen dos formas para la elaboración de los diferentes productos de limpieza. Está la forma manual y la forma mecánica. Para cumplir con la función de no obstruir la secuencia del producto, se plantea que tanto la mezcladora como la mesa correspondiente para esta estación, se ubiquen seguido del área de materia prima.

Siendo independiente el método de elaboración, no existirán interrupciones durante el proceso.

3.1.1.3. Llenado

En el área de llenado sucede lo mismo, existen dos métodos posibles para realizar esta acción. La forma manual y la mecánica, por lo que se plantea que tanto la máquina llenadora como la mesa correspondiente para esta estación, se ubiquen seguido del área de mezcla.

Logrando que independientemente del método de elaboración que se elija para la producción de estos productos, no existirán interrupciones.

El diseño de la planta se enfoca en tener dos líneas de producción en una, para que existan dos opciones para la elaboración de productos. La línea mecánica y la línea manual, para que de esta manera se logre optimizar tiempo, espacio y materia prima en el evitar la pérdida en derrames.

3.1.1.4. Control de calidad

En esta estación se encontrarán ubicadas balanzas digitales, estropajos y etiquetas para verificar que el peso del producto se encuentre entre los límites aceptables, limpiar el recipiente de haber existido algún derrame previo a llegar a esta estación y las etiquetas para lograr que los productos sean reconocidos y nombrados como unos de calidad.

Se ubicará seguido del área de llenado para que, en el caso que un producto no cumpla con los requerimientos específicos, sea devuelto al área de llenado y no se pierda tiempo en transportarlo largas distancias.

El área de control de calidad es una de las más importantes debido a que de aquí, solamente deben salir productos de alta calidad para poder suplir y cumplir con lo que se estará acordando en el convenio propuesto.

3.1.1.5. Producto terminado

Más que una estación, el área de producto terminado se considera como una bodega. Pero debido al carecimiento de un espacio cerrado se tomarán estanterías para acomodar el producto terminado listo para su entrega.

Se ubicará seguido del área de control de calidad para que el transporte sea sencillo, fácil y rápido. Se plantea que sea ordenado por aroma, color y tamaño.

La etiqueta debe incluir el nombre del producto, peso y aroma, sin dejar de lado los logos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Escuela de Mecánica Industrial y el Maker Space.

3.1.2. Distribución de espacio

Se propone un plano reorganizando el mobiliario y equipo que permite una mejora en los procesos productivos.

Plano que será utilizado posteriormente para la elaboración de diagramas de recorrido de los procesos para la elaboración de los diferentes productos de limpieza: desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios.

3.1.2.1. Plano planta propuesta

El plano presentado en la figura 14 muestra la distribución del espacio de las estaciones de trabajo.

3.2. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo para utilizar durante la elaboración de los productos de limpieza es la misma, con la diferencia que se plantea la implementación de una nueva llenadora, específicamente para producto viscoso. Logrando que el llenado de este tipo de productos sea más fácil y eficiente.

3.2.1. Maquinaria

Se hace referencia al conjunto de máquinas que se usan durante el proceso de elaboración de productos de limpieza. Se plantea seguir haciendo uso de la mezcladora, llenadora para producto líquido y se añade la implementación de una llenadora para producto viscoso.

3.2.1.1. Mezcladora

La mezcladora cumple con la función de girar y mezclar a elevadas revoluciones los componentes para la elaboración de los diferentes productos de limpieza que se producen en la línea.

Con una capacidad máxima de 400 litros de carga, logra obtener una mezcla de calidad en aproximadamente 15 minutos dependiendo su volumen.

Figura 15. Tanque mezclador



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.2. Llenadora para producto líquido

La llenadora para producto líquido está conectada a la mezcladora por medio de una manguera, cumpliendo con la función de transportar la mezcla del producto hacia un tanque con una capacidad de 80 L aproximadamente.

El tanque cuenta con un dispensador de dos boquillas que vierte el producto líquido en los envases, se hace uso del llenado a presión por medio de un compresor con la finalidad de evitar la formación de espuma y el desperdicio de producto.

La función de la llenadora se puede realizar de forma manual y automática. Manual, por medio de un pedal para abrir y cerrar el paso del producto en la boquilla seleccionada, logrando así, un mayor control de las cantidades para evitar derrames y desperdicios; y automática, con un *timer* indicando la cantidad de segundos que estará abierta la llave para verter el producto y la cantidad de segundos permitidos entre cada cambio de envase, es decir, los segundos en los que se cerrará la llave.

Figura 16. **Llenadora para producto líquido**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Compresor**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.3. Llenadora para producto viscoso

Debido al tipo de productos que se realizan en el Laboratorio Maker Space, se logra determinar que la llenadora de producto líquido no es funcional para el producto viscoso, debido al desperdicio de producto que se genera durante el llenado en los conductos de las boquillas.

Para satisfacer la necesidad del producto viscoso a la Facultad de Ingeniería, se solicitó una llenadora que cumpliera con la función específica de producto viscoso, elaborada de metal.

Figura 18. **Llenadora para producto viscoso**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Equipo

Incluye los instrumentos que sirven para contener y manipular la materia prima necesaria para la realización de los productos de limpieza. Los primordiales dentro del proceso de producción son los vasos de precipitado de 25 ml a 1 000 ml, balanzas digitales y probetas de 5 ml a 25 ml.

3.2.2.1. Vaso de precipitado

El laboratorio cuenta con:

- 10 vasos de precipitado de 1 000 ml (un litro)
- 10 vasos de precipitado de 500 ml

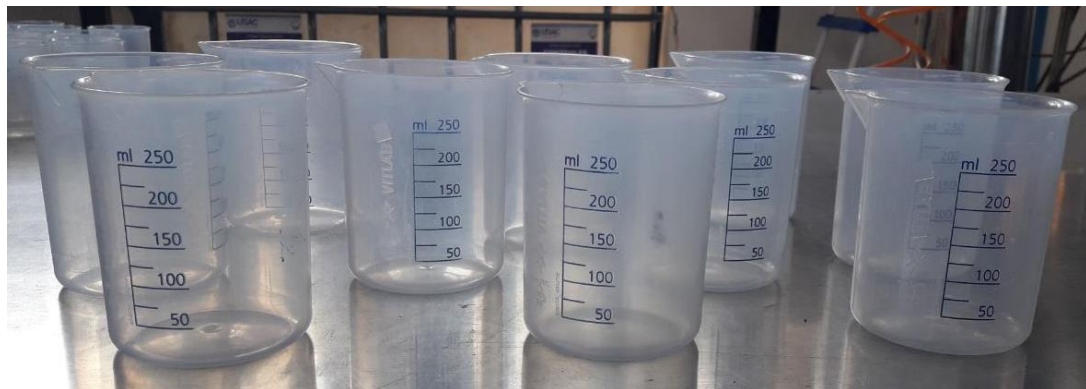
- 10 vasos de precipitado de 250 ml
- 20 vasos de precipitado de 100 ml
- 10 vasos de precipitado de 50 ml

Figura 19. **Vasos de precipitado de 1000 ml y 500 ml**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Vasos de precipitado de 250 ml**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Vasos de precipitado de 100 ml



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Vasos de precipitado de 50 ml



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.2. Balanza digital

Las balanzas que se tienen en el inventario del laboratorio son digitales y son los instrumentos utilizados para medir la cantidad exacta de materia prima necesaria para la elaboración de un producto de limpieza, dependiendo la cantidad de producto que se planea producir.

Figura 23. **Balanza digital**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.3. **Probeta**

El laboratorio cuenta con:

- 10 probetas de 1 000 ml (un litro)
- 10 probetas de 250 ml
- 10 probetas de 100 ml
- 10 probetas de 50 ml
- 10 probetas de 25 ml
- 9 probetas de 10 ml
- 15 probetas de 5 ml

Figura 24. **Probetas de distintas capacidades**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.4. Cubeta

Dentro del inventario del equipo de laboratorio se encuentran 25 cubetas de 9 litros que son utilizadas para el traslado de agua del grifo hacia el tanque mezclador, para controlar el volumen de producto que se requiere elaborar.

Figura 25. **Cubeta**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Planeación de procesos

La planeación de procesos propuesta se delimita estrictamente en un reordenamiento interno del mobiliario y equipo que se encuentra actualmente en el laboratorio Maker Space.

Debido a la falta de paredes que separen el espacio de la línea de producción con las otras secciones que funcionan como laboratorios de otros cursos de la Facultad de Ingeniería, se recomienda mantener las estanterías que sirven como bodega de producto terminado, como límites con las otras áreas en las que se divide el Centro de Investigaciones.

En la propuesta de mejora se propone reordenar las estaciones de trabajo a modo que se respete el flujo del proceso, esto se puede mantener sin importar que producto se esté produciendo debido a que la elaboración de estos es muy similar, e independientemente el producto que se vaya a producir, el orden de las estaciones permite que el proceso sea fluido y no tenga interrupciones durante el mismo.

3.3.1. Tiempo estándar de procesos

Para estandarizar los procesos de la elaboración de los distintos productos de limpieza que se elaboran en el laboratorio del Maker Space, se recomienda definir producciones por lotes, de 20 galones cada lote, y calcular el tiempo estándar de las acciones de llenado, pesado y sellado.

A partir del tiempo promedio calculado en la sección 2.7 se procede a calcular los tiempos normales para las actividades de llenado, pesado y sellado de los productos de limpieza del desinfectante, jabón para manos y

limpiavidrios, utilizando el sistema de Westinghouse teniendo las siguientes calificaciones de los estudiantes que participaron en el proceso productivo.

- Habilidad B1 Excelente +0,11
 - Esfuerzo B1 Excelente +0,10
 - Condiciones C Buenas +0,02
 - Consistencia B Excelente +0,03
- TOTAL +0,26**

Teniendo como factor de calificación de velocidad para las tres actividades el siguiente:

$$Cv = 1 + 0.26 = 1.26$$

- Cálculo de tiempo normal para el desinfectante

- Llenado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 45,20 s * 1,26$$

$$TN = 56,95 s \cong 57,0 s \text{ por galón}$$

- Pesado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 32,50 s * 1,26$$

$$TN = 40,95 s \cong 41,0 s \text{ por galón}$$

- Sellado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 9,90 s * 1,26$$

$$TN = 12,47 s \cong 12,50 s \text{ por galón}$$

- Cálculo de tiempo normal para el jabón para manos

- Llenado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 50,20 s * 1,26$$

$$TN = 63,25 s \cong 63,30 s \text{ por galón}$$

- Pesado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 32,60 s * 1,26$$

$$TN = 41,08 s \cong 41,10 s \text{ por galón}$$

- Sellado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 10,40 s * 1,26$$

$$TN = 13,11 s \cong 13,10 s \text{ por galón}$$

- Cálculo de tiempo normal para el limpiavidrios

- Llenado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 37,90 s * 1,26$$

$$TN = 47,75 s \cong 47,8 s \text{ por galón}$$

- Pesado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 31,10 s * 1,26$$

$$TN = 39,19 s \cong 39,20 s \text{ por galón}$$

- Sellado

$$TN = T_{\bar{x}} * Cv = 10,50 s * 1,26$$

$$TN = 13,23 s \cong 13,20 s \text{ por galón}$$

Al tener los tiempos normales, se utiliza la tabla de suplementos para calcular los tiempos estándares que quedarán estipulados como el tiempo máximo permisible durante el proceso de producción de desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios por galón.

- Suplementos constantes

- Suplemento por necesidades personales 7
- Suplemento base por fatiga 4

- Suplementos variables

○	Suplemento por trabajar de pie	4
○	Suplemento por postura anormal	1
○	Uso de fuerza/energía muscular	1
○	Mala iluminación	0
○	Condiciones atmosféricas	0
○	Concentración intensa	2
○	Ruido	0
○	Tensión mental	1
○	Monotonía	1
○	Tedio	<u>1</u>
	TOTAL	22

Se procede a realizar el cálculo de los tiempos estándares para cada producto de limpieza agregando el factor por suplementos a cada tiempo normal.

- Cálculo de tiempo estándar para el desinfectante

- Llenado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 57,0 s * 1,22$$

$$TE = 69,54 s \cong 69,60 s \text{ por galón}$$

- Pesado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 40,95 s * 1,22$$

$$TE = 49,96 s \cong 50,0 s \text{ por galón}$$

- Sellado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 12,50 s * 1,22$$

$$TE = 15,25 s \cong 15,30 s \text{ por galón}$$

- Cálculo de tiempo estándar para el jabón para manos

- Llenado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 63,30 s * 1,22$$

$$TE = 77,23 s \cong 77,20 s \text{ por galón}$$
- Pesado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 41,10 s * 1,22$$

$$TE = 50,14 s \cong 50,10 s \text{ por galón}$$
- Sellado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 13,10 s * 1,22$$

$$TE = 15,98 s \cong 16,0 s \text{ por galón}$$
- Cálculo de tiempo estándar para el limpiavidrios
 - Llenado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 47,80 s * 1,22$$

$$TE = 58,32 s \cong 58,30 s \text{ por galón}$$
 - Pesado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 39,20 s * 1,22$$

$$TE = 47,82 s \cong 47,80 s \text{ por galón}$$
 - Sellado

$$TE = TN * (1 + suplementos) = 13,20 s * 1,22$$

$$TE = 16,11 s \cong 16,10 s \text{ por galón}$$

3.3.2. Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones que se muestra en las figuras 26 y 27 representa las actividades generales que se realizan para la elaboración de cualquiera de los productos de limpieza que se pueden elaborar en la línea de producción.

Se incluyen los tiempos estándares de cada actividad calculados en la sección anterior y tiempos estipulados para las actividades en las que no se calculó un tiempo por galón como es la medición de la materia prima, inserción de materia prima y verificaciones.

3.3.3. Diagrama de flujo

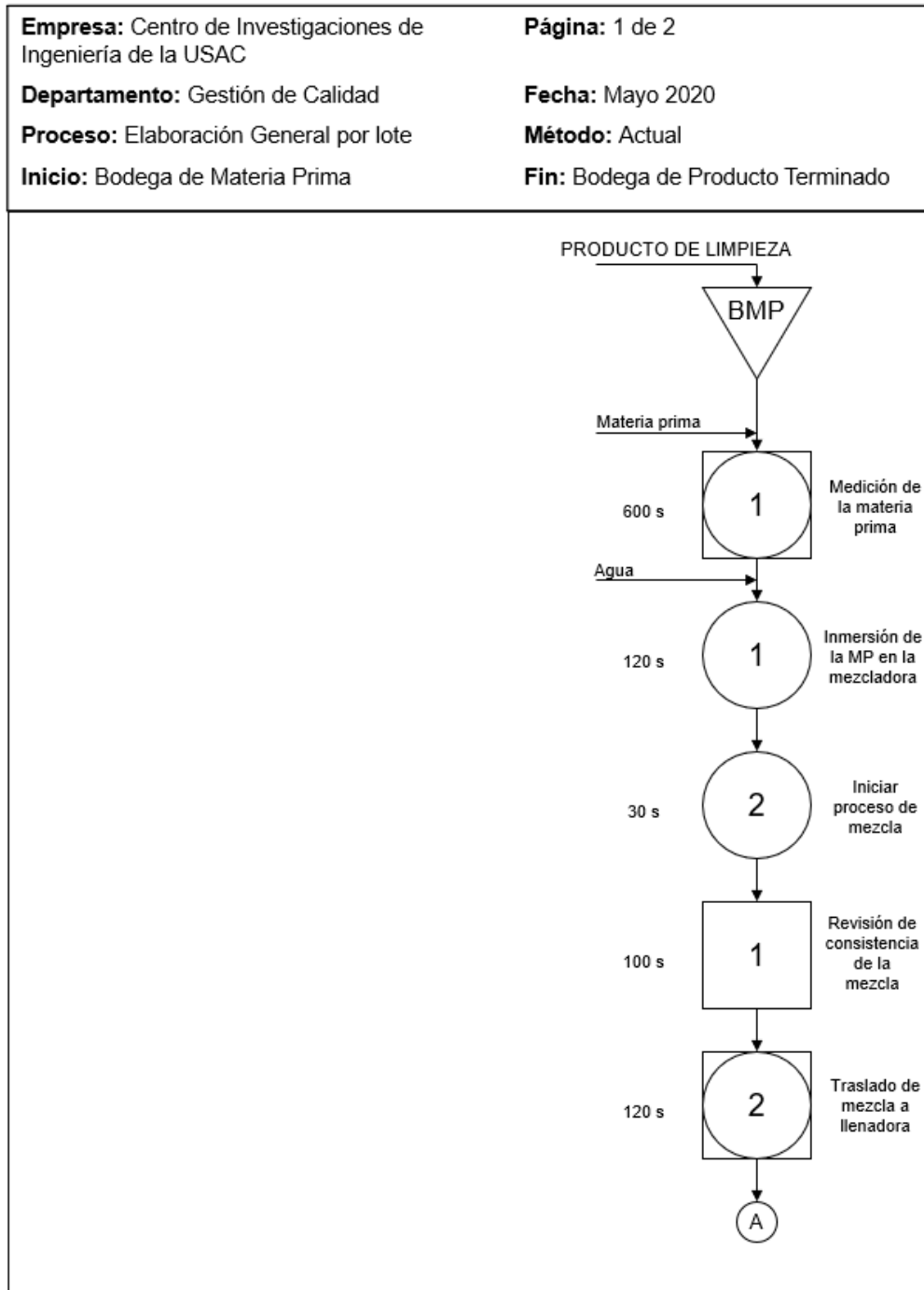
En las figuras 28, 29 y 30, se encuentra el diagrama de flujo para el proceso de producción general por lote de cualquiera de los productos de limpieza que se elaboran en el laboratorio.

Incluye tiempos estándares y estimados para las distintas actividades que se realizan, también el tiempo que se debe esperar durante la mezcla de la materia prima en el tanque mezclador y el que se tarda el estudiante en trasladar los galones a los estantes que cumplen la función de bodega de producto terminado.

3.3.4. Diagrama de recorrido

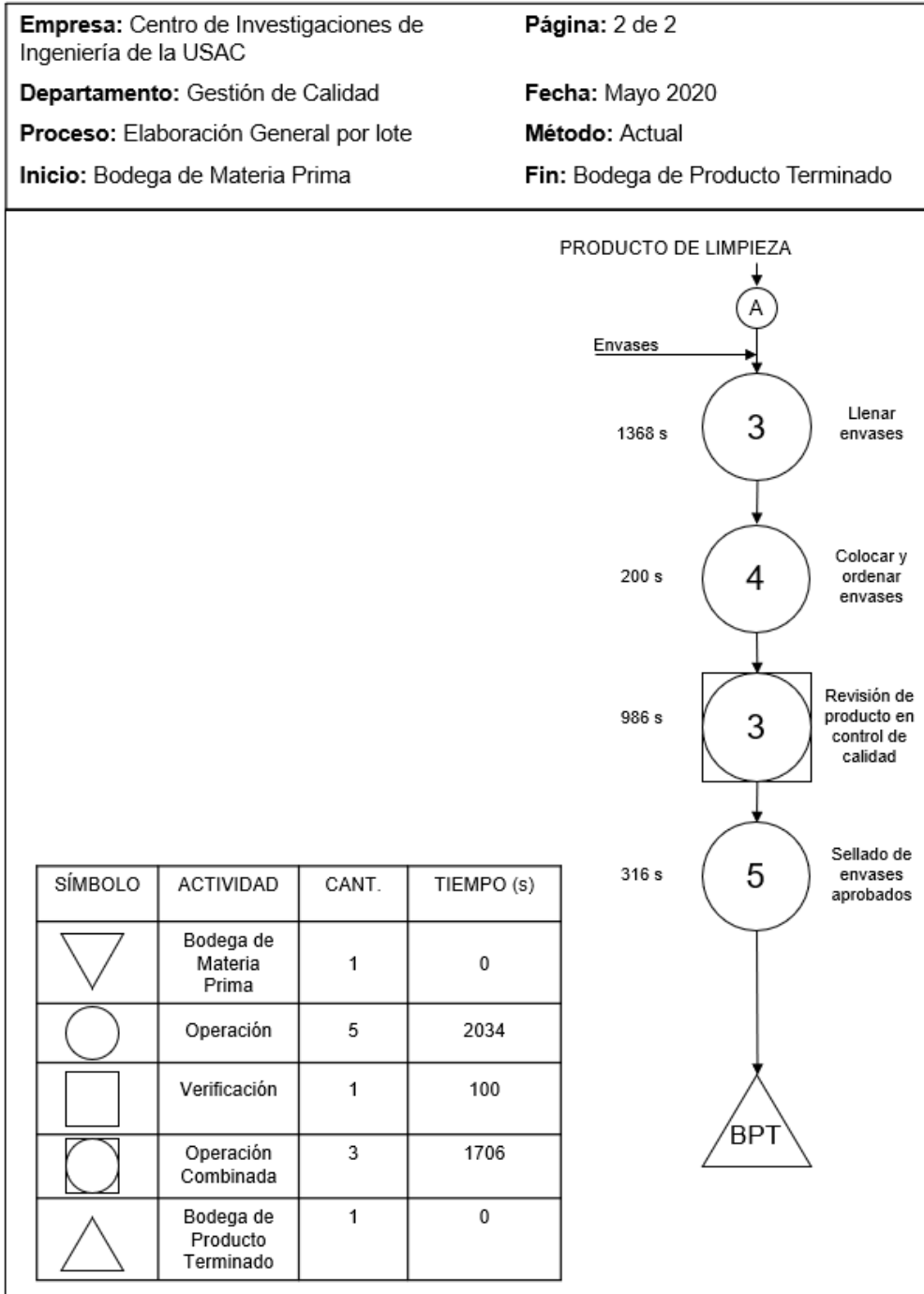
En la figura 31, se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción general por lote plasmado sobre el *layout* de la planta con la nueva distribución propuesta.

Figura 26. Diagrama de operaciones - Elaboración general



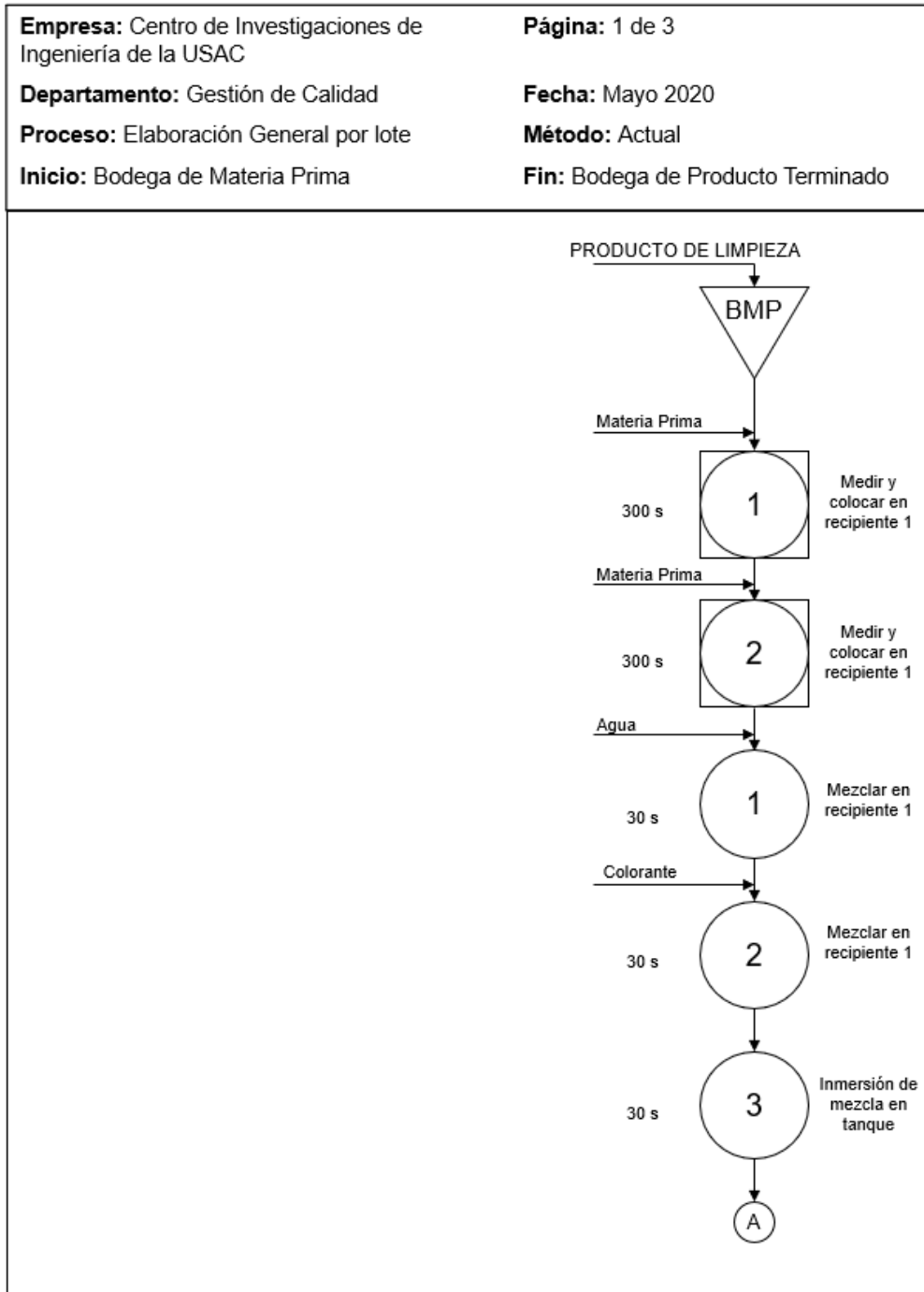
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de operaciones - Elaboración general



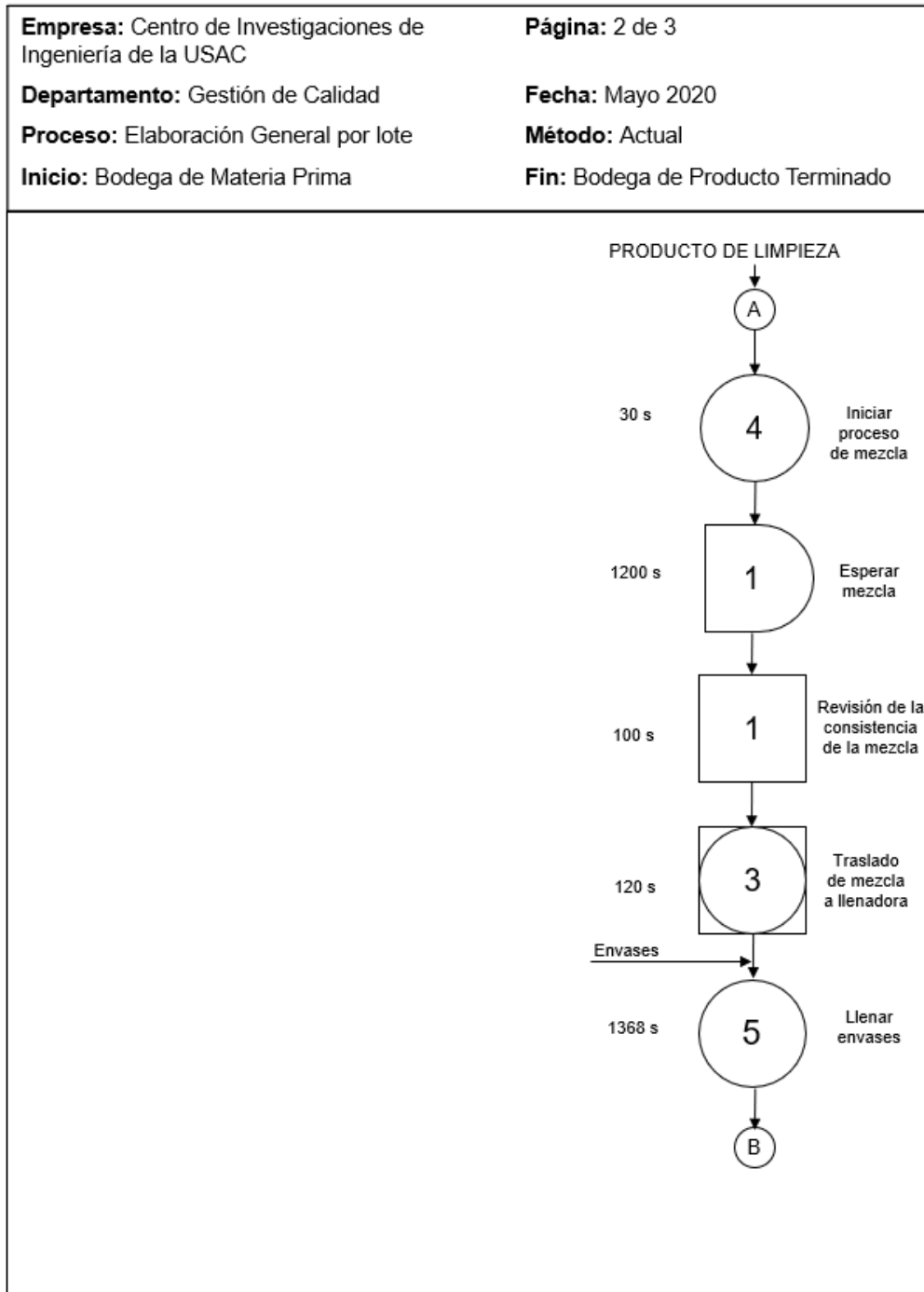
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de flujo - Elaboración general



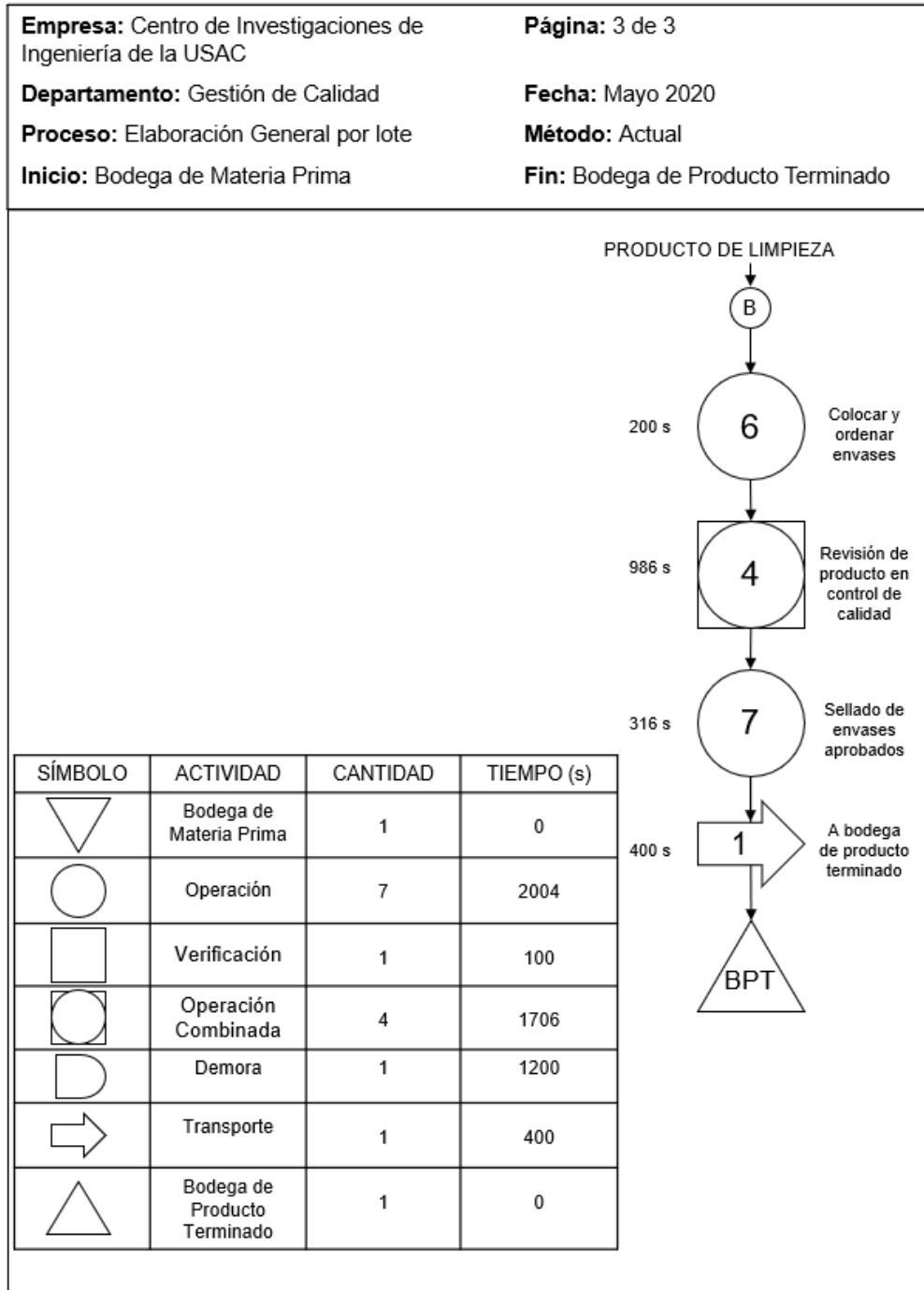
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de flujo - Elaboración general



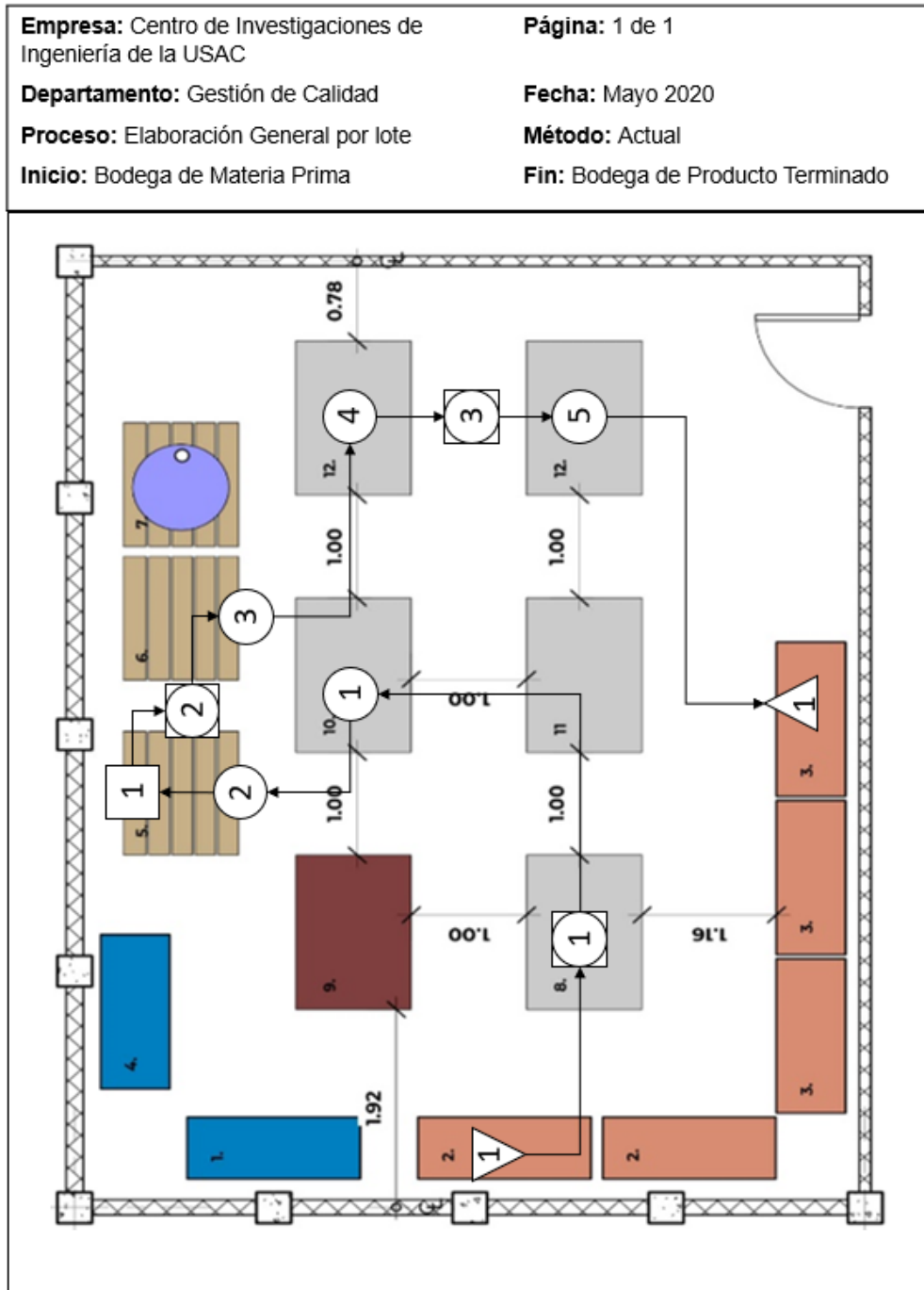
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de flujo - Elaboración general



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de recorrido - Elaboración general



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

3.4. Costos de operación

Se conoce como costos de operación a todos los gastos en los que incurre una organización durante un proceso de elaboración de un producto.

Dentro de los costos de producción se pueden destacar tres elementos básicos, la materia prima que es fundamental para la elaboración de los productos, los insumos que son utilizados para los procesos de producción y la mano de obra directa e indirecta. Al decir mano de obra directa, se refiere al personal involucrado directamente en el proceso de producción; la mano de obra indirecta, al personal administrativo o de distribución que no forma parte del cambio de materia prima a producto final.

La propuesta planteada no incluye los costos de mano de obra, debido a que se propone primeramente, un convenio interno donde a través de las prácticas de laboratorio que se realizan de forma esporádica donde se muestra la elaboración de productos de limpieza, aprovechar dicho espacio para producir los productos necesarios para la Facultad de Ingeniería, venderlos de manera mensual y de este modo ir mejorando exponencialmente la capacidad de producción y calidad de los productos que se elaboran en la planta piloto ubicada en el Centro de Investigaciones.

En la propuesta se menciona que este modelo crezca exponencialmente, de modo que a futuro la planta del Maker Space, abarque la demanda del Campus Central de la USAC y luego, poder expandirse logrando vender fuera de la Universidad. Siendo una oportunidad de prácticas para estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecánica Industrial, Química e incluso en Ciencias y Sistemas, creando un programa que permita mantener un control de inventarios o facturación.

3.4.1. Materia prima

Los costos de materia prima presentados a continuación fueron obtenidos a través de una cotización en Quimiprova, empresa que sirve actualmente como uno de los principales proveedores de los estudiantes cuando se les solicita material para la realización de alguna práctica de laboratorio.

Tabla XVII. **Costos de materia prima**

Producto	Unidad	Cant.	Costo
Alcohol Isopropílico	Galón	1	Q63,00
Alcohol Isopropílico	Litro	1	Q25,00
Amoniaco	Galón	1	Q35,00
Amonio Cuaternario	Galón (3,5 kg)	1	Q125,00
Amonio Cuaternario	Kilogramo	1	Q40,00
Butil Cellosolve	Galón (3,5 kg)	1	Q60,00
Butil Cellosolve	Litro	1	Q25,00
Cloruro de Sodio	Kilogramo	1	Q9,00
Dietalonamina de Coco	Galón (3,63 kg)	1	Q100,00
Dietalonamina de Coco	Kilogramo	1	Q30,00
Fragancia Lavanda	Kilogramo	1	Q150,00
Fragancia Limón Natural	Kilogramo	1	Q165,00
Fragancia Rosas	Kilogramo	1	Q140,00
Fragancia Bebé	Kilogramo	1	Q175,00
Fragancia Almendra	Kilogramo	1	Q87,00
Formol	Galón (3,8 kg)	1	Q40,00
Formol	Kilogramo	1	Q12,00
Glicerina	Galón (4,54 kg)	1	Q50,00
Glicerina	Kilogramo	1	Q12,00
Metilparabeno	Kilogramo	1	Q100,00
Nonilfenol	Galón (3,5 kg)	1	Q85,00
Nonilfenol	Kilogramo	1	Q25,00
Propilenglicol	Galón (3,7 kg)	1	Q90,00
Propilenglicol	Kilogramo	1	Q30,00
Propilparabeno	Kilogramo	1	Q145,00

Continuación de la tabla XVII.

Producto	Unidad	Cant.	Costo
Texapon	Kilogramo	1	Q16,00
Envase de Galón	Unidad	1	Q4,75
Atomizador 240 ml	Unidad	1	Q3,50
Envase de 24 Onzas	Unidad	1	Q5,00

Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por Quimiprova.

Quimiprova es una empresa fundada en 1986 con la finalidad de ofrecer y proporcionar materia prima de calidad en el área de las industrias químicas, farmacéuticas y alimenticias.

Después de 27 años están situados como una empresa reconocida, por estar comprometida con las industrias a quienes ofrecen productos de la más alta calidad.

3.4.2. Insumos

Aparte de la materia prima, que es la base para el proceso de producción de los productos de limpieza que se van a ofrecer, se necesita de otros bienes intermedios para la elaboración de dichos productos, estos bienes son denominados insumos.

Los insumos necesarios durante el proceso son dos, el agua y la energía eléctrica a utilizar para el funcionamiento de la maquinaria y parte del equipo que la necesita.

3.4.2.1. Agua

Siendo el agua el elemento que cubre en un 75 % aproximadamente la Tierra, es el insumo principal y base que se necesita durante el proceso de producción de los productos de limpieza.

Debido a que los otros componentes son fuertes y no se necesitan mayores cantidades, interactúan y cumplen con sus funciones al mezclarse con agua en el tanque, logrando la consistencia requerida dependiendo el tipo de producto que se elabore.

La fuente de este insumo a utilizar durante la producción a planificar mensualmente es obtenida por un suministro ubicado en el Centro de Investigaciones. Según la demanda mensual se planea utilizar 300 litros de agua por producción.

3.4.2.2. Energía eléctrica

Al considerar la energía eléctrica como suministro, hace referencia al uso de la maquinaria y equipo que la necesita para cumplir con sus funcionalidades, tal es el caso de la mezcladora, llenadoras, compresor y las balanzas digitales.

Es un costo cuantificable, pero dado que es información que se maneja a niveles jerárquicos altos, no se puede determinar con exactitud.

3.4.3. Costo de producción

Los costos de producción presentados se calcularon a partir de la cotización recibida de Quimiprova, siendo el proveedor más próximo de los estudiantes durante las prácticas que se realizan en el Maker Space.

Son valores que incluyen el IVA, que al realizar una producción mensual continua y comprar materia prima de forma periódica como Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se lograría evitar el pago de este impuesto.

3.4.3.1. Por producto

Se clasificaron los costos de producción por producto, dependiendo la cantidad de productos a producir se logra reducir costos de producción en electricidad al hacer una producción por lote.

En materia prima se mantienen los mismos costos, debido a que la formulación es la misma, al realizar una producción en masa, se deben hacer conversiones dependiendo la cantidad de galones que se desee producir.

3.4.3.1.1. Desinfectante

A continuación, se muestran las cantidades de materia prima y sus respectivos costos para la producción de un galón de desinfectante.

Tabla XVIII. **Costos por galón de desinfectante**

Materia prima	ml	Precio (Q)	Costo galón (Q)
Nonilfenol	15	0,022	0,34
Alcohol isopropílico	10	0,017	0,17
Amonio cuaternario	4	0,033	0,13
Propilenglicol	8	0,024	0,19
Formol	1	0,011	0,01
Colorante vegetal		0,00001	0,00
Fragancia básica (lavanda)	15	0,15	2,25
Costo total materia prima			3,09
Envase galón			4,24
Etiqueta			0,25
COSTO TOTAL GALÓN			7,58

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.1.2. **Desodorante ambiental**

Se muestran las cantidades de materia prima y sus respectivos costos para la producción de desodorante ambiental.

Tabla XIX. **Costos por galón de desodorante ambiental**

Materia prima	ml	Precio (Q)	Costo galón (Q)
Nonilfenol	38	0,022	0,85
Alcohol etílico (al 95 %)	454	0,017	7,56
Formol	4	0,011	0,04
Propilenglicol	34	0,024	0,81
Colorante vegetal		0,00001	0,00
Fragancia básica (limón)	60	0,165	9,90
Costo total materia prima			19,16
Envase galón			4,24
Etiqueta			0,25
COSTO TOTAL GALÓN			23,65

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.1.3. Jabón para manos

Se presentan las cantidades de materia prima y sus respectivos costos para la producción de un galón de jabón para manos.

Tabla XX. Costos por galón de jabón para manos

Materia Prima	g / ml	Precio (Q)	Costo Galón (Q)
Texapon g	333	0,016	5,33
Dietalonamina ml	50	0,026	1,32
Cloruro de sodio g	150	0,009	1,35
Propilparabeno g	1	0,145	0,15
Metilparabeno g	2	0,100	0,20
Glicerina ml	15	0,013	0,20
Colorante vegetal		0,00001	0,00
Fragancia básica (bebé)	15	0,175	2,63
Costo total materia prima			11,07
Envase galón			4,24
Etiqueta			0,25
COSTO TOTAL GALÓN			15,66

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.1.4. Limpiavidrios

A continuación, se muestran las cantidades de materia prima y sus respectivos costos para la producción de un galón de limpiavidrios.

Tabla XXI. **Costos por galón de limpiavidrios**

Materia Prima	ml	Precio (Q)	Costo Galón (Q)
Formol ml	4	0,011	0,04
Texapon g	30	0,016	0,48
Alcohol isopropílico ml	125	0,017	2,08
Butil cellosolve g	100	0,017	1,71
Amoniaco ml	5	0,009	0,05
Colorante vegetal		0,00001	0,00
Costo total materia prima			4,86
Envase galón			4,24
Etiqueta			0,25
COSTO TOTAL GALÓN			9,40

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.2. Por lote

Para estandarizar tiempos y planificar la producción se definieron lotes de 20 galones de los diferentes productos de limpieza que se elaboran en el laboratorio. Al producir por lotes, se logra una reducción de costos por electricidad y reducir el desperdicio de agua.

3.4.3.2.1. Desinfectante

El costo individual por galón de desinfectante se mantiene, y el costo por lote de producción de este producto es el siguiente:

$$\text{Costo del Lote} = \text{Costo por galón} * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q7,58 * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q151,60$$

3.4.3.2.2. Desodorante ambiental

El costo individual por galón de desodorante ambiental se mantiene, y el costo por lote de producción de este producto es el siguiente:

$$\text{Costo del Lote} = \text{Costo por galón} * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q23,65 * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q473,00$$

3.4.3.2.3. Jabón para manos

El costo individual por galón de jabón para manos se mantiene, y el costo por lote de producción de este producto es el siguiente:

$$\text{Costo del Lote} = \text{Costo por galón} * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q15,66 * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q313,20$$

3.4.3.2.4. Limpiavidrios

El costo individual por galón de limpiavidrios se mantiene, y el costo por lote de producción de este producto es el siguiente:

$$\text{Costo del Lote} = \text{Costo por galón} * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q9,40 * 20$$

$$\text{Costo del Lote} = Q188,00$$

3.5. Comercialización interna

La idea de la comercialización interna surge de la necesidad de innovar e ir creciendo el nivel y estándares de calidad de la producción que se hace en la actualidad con fines académicos; de la necesidad de tener un espacio completo que permita al estudiante visualizar un proceso industrial, donde el estudiante pueda proponer mejoras en el diseño, en el proceso, en los procedimientos, en el manejo y control de inventarios, en la mercadotecnia y publicidad de los productos, entre otras actividades afines a la carrera de Ingeniería.

Se ve como oportunidad la necesidad de la Facultad de Ingeniería en mantener un stock lleno de productos de limpieza, debido a la cantidad de estudiantes que albergan los edificios y las condiciones mínimas de limpieza que la facultad ofrece.

Como prueba piloto se plantea comercializar únicamente a la Facultad de Ingeniería, para detectar fallas, errores de logística y procesos, mejorarlos y en un futuro hacer convenios con otras facultades de manera progresiva, hasta ser los proveedores oficiales de productos de limpieza de toda la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por ser una instancia o dependencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala se evitan procesos de inscripción al registro mercantil, facturación, pago de impuestos, entre otros.

3.5.1. Estudio de mercado

Considerando que dentro de los objetivos de la propuesta de un convenio interno entre el laboratorio del Maker Space y la Facultad de Ingeniería, se

encuentra la mejora continua de la planta piloto, incluyendo mantenimientos y mejoras a la maquinaria existente y la adquisición de maquinaria nueva.

3.5.1.1. Caracterización de los bienes

El mantenimiento y limpieza de un edificio que brinda servicios educativos es fundamental para una vida sana, tanto física como emocionalmente, debido a que afecta hasta el comportamiento de los individuos.

Mantener las zonas de estudio limpias logra brindar una mayor productividad, reducción de accidentes, comodidad y confort al estudiante.

Los productos que se elaboran en laboratorio del Maker Space que pertenece a la EMI son productos de limpieza, entre ellos se puede mencionar el desinfectante, limpiavidrios y jabón para manos.

Actualmente, se realizan producciones esporádicas con fines académicos, que cumple con la demostración práctica de procesos productivos, manejo de materiales, estudio de tiempos, diseño de plantas, entre otros temas que forman parte de distintos cursos de la carrera de Ingeniería.

Estos productos se pueden elaborar de manera manual y automática (mecanizada) con maquinaria adquirida específicamente para procesos de mezcla y llenado. Existen presentaciones de 500 ml, litro y galón.

3.5.1.2. Segmentación de mercado

El Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala está compuesto por tres fincas, con una extensión de 180 manzanas ubicadas al sur

de la ciudad capital. La universidad cuenta con más de 35 edificios, en donde se ubican las distintas unidades académicas, laboratorios y centros de investigación, albergan a toda la población estudiantil, que asciende a más de 200,000 estudiantes al año, al cuerpo docente y administrativo. Sin dejar de incluir al personal de mantenimiento y seguridad.

Debido a que se desconoce la capacidad máxima de la planta piloto que se encuentra en el Centro de Investigaciones en la elaboración de productos de limpieza, se plantea como plan inicial el cubrir la necesidad de productos de limpieza a los edificios que utiliza la Facultad de Ingeniería.

Se pretende cubrir la cantidad de productos de limpieza: desinfectante, limpiavidrios y jabón para manos, de los edificios que son utilizados por la Facultad de Ingeniería, incluidos los edificios T1, T3, T4, T5 y parte del S12.

3.5.1.3. Determinación de la demanda y oferta

Para la determinación de la demanda que necesita la Facultad de Ingeniería para cubrir y mantener limpios y en óptimas condiciones los edificios que utilizan se suministran mensualmente a través del Departamento de Compras de la Facultad o con apoyo de Proveduría de la USAC.

Tabla XXII. **Demanda histórica de desinfectante**

Año 2019	Galones comprados
Enero	50
Febrero	150
Marzo	100
Abril	120
Mayo	200
Junio	75
Julio	100
Agosto	60
Septiembre	200
Octubre	200
Noviembre	50
Diciembre	50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Demanda histórica de jabón para manos**

Año 2019	Galones comprados
Enero	30
Febrero	10
Marzo	50
Abril	50
Mayo	60
Junio	30
Julio	20
Agosto	30
Septiembre	40
Octubre	40
Noviembre	30
Diciembre	20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Demanda histórica de limpiavidrios**

Año 2019	Galones comprados
Enero	10
Febrero	10
Marzo	-
Abril	10
Mayo	10
Junio	-
Julio	15
Agosto	10
Septiembre	20
Octubre	-
Noviembre	10
Diciembre	10

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, si existe una necesidad notoria por parte de la Facultad de Ingeniería a su Departamento de Compras de los distintos productos de limpieza que ofrece el Maker Space. Dado que las cantidades no son muy elevadas, el Maker Space tiene la capacidad de cumplir esa demanda mensual con un día de producción por producto.

Actualmente se han realizado prácticas donde se producen con fines académicos y demostrativos del proceso productivo, hasta 60 galones en una duración de 3 horas. Considerando que son los estudiantes los encargados de hacer las conversiones de materia prima, medición de esta y hacer la inmersión a la mezcladora. En ellas se hace la simulación de tener un área de control de calidad donde se aceptan o rechazan los galones. Por ser una Unidad Académica de la USAC se logra la compra de los productos de limpieza a precio costo, se presentan tablas con los distintos precios durante el año 2019.

Tabla XXV. Precio por galón de desinfectante

Año 2019	Precio por galón
Enero	Q 9,35
Febrero	Q 7,02
Marzo	Q 8,20
Abril	Q 9,54
Mayo	Q 8,85
Junio	Q 8,72
Julio	Q 9,10
Agosto	Q 8,90
Septiembre	Q 8,93
Octubre	Q 9,01
Noviembre	Q 8,33
Diciembre	Q 9,27

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Precio por galón de jabón para manos

Año 2019	Precio por galón
Enero	Q 18,12
Febrero	Q 19,02
Marzo	Q 18,85
Abril	Q 18,90
Mayo	Q 19,14
Junio	Q 19,05
Julio	Q 20,10
Agosto	Q 19,83
Septiembre	Q 18,98
Octubre	Q 20,42
Noviembre	Q 19,88
Diciembre	Q 18,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Precio por galón de limpiavidrios**

Año 2019	Precio por galón
Enero	Q 12,10
Febrero	Q 12,23
Marzo	-
Abril	Q 12,72
Mayo	Q 11,10
Junio	-
Julio	Q 11,95
Agosto	Q 11,82
Septiembre	Q 12,50
Octubre	-
Noviembre	Q 12,05
Diciembre	Q 12,72

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.4. Pronóstico de la demanda

Dado que los pedidos realizados por el Departamento de Compras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala no demuestran un patrón visible, y al analizarse los datos de manera estadística, no se logra obtener un modelo matemático que pueda calcular la proyección de demanda y oferta.

La causa de los pedidos tan variados mes a mes, se debe a que existen momentos del año donde Proveeduría proporciona de estos productos a las distintas facultades y unidades académicas que están ubicadas dentro del Campus Central.

Para fines de la realización del convenio se deberá dejar definidas cantidades mensuales a entregar cada fin de mes.

Para ello se realizó el cálculo del promedio de entregas mensuales del año 2019, esta cantidad deberá ser aprobada por ambas partes, por autoridades de la Facultad de Ingeniería y de la Escuela de Mecánica Industrial.

- Cálculo del promedio de galones de desinfectante al mes:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Cantidad de Galones mensuales}}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{50 + 150 + 100 + 120 + 200 + 75 + 100 + 60 + 200 + 200 + 50 + 50}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{1355}{12} = 112,92 \text{ galones mensuales}$$

$$\bar{x} \cong 113 \text{ galones al mes}$$

Considerando el promedio de los galones mensuales adquiridos por compra directa y viendo el comportamiento que en los meses de enero, junio, julio, noviembre y diciembre es donde se necesita menor cantidad, las proyecciones de desinfectante mensual quedaría de la siguiente manera.

Tabla XXVIII. **Proyección de demanda de desinfectante**

Mes	Precio por galón
Enero	100
Febrero	120
Marzo	120
Abril	120
Mayo	120
Junio	100

Continuación de la tabla XXVIII.

Julio	100
Agosto	120
Septiembre	120
Octubre	120
Noviembre	100
Diciembre	100

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del promedio de galones de jabón para manos al mes

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Cantidad de Galones mensuales}}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{30 + 10 + 50 + 50 + 60 + 30 + 20 + 30 + 40 + 40 + 30 + 20}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{410}{12} = 34,17 \text{ galones mensuales}$$

$$\bar{x} \cong 35 \text{ galones al mes}$$

Considerando el promedio de los galones mensuales adquiridos por compra directa y tomando en cuenta que se pretende implementar dispensadores de jabón para manos en los baños de los edificios que utilizan los estudiantes de Ingeniería, se propondrá las siguientes cantidades mensuales, teniendo la misma base que en los meses de enero, junio, julio, noviembre y diciembre, no se necesita la misma cantidad que en los otros meses debido a vacaciones, cierre o inicio de semestre.

Tabla XXIX. **Proyección de demanda de jabón para manos**

Mes	Precio por galón
Enero	35
Febrero	50
Marzo	50
Abril	50
Mayo	50
Junio	35
Julio	35
Agosto	50
Septiembre	50
Octubre	50
Noviembre	35
Diciembre	35

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del promedio de galones de limpiavidrios al mes:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Cantidad de Galones mensuales}}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{10 + 10 + 0 + 10 + 10 + 0 + 15 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10}{12}$$

$$\bar{x} = \frac{105}{12} = 8,75 \text{ galones mensuales}$$

$$\bar{x} \cong 9 \text{ galones al mes}$$

Considerando el promedio de los galones mensuales adquiridos por compra directa de parte de la Facultad de Ingeniería y viendo el comportamiento del último año, se cuestionó respecto a porqué existieron meses donde no se realizó una compra de limpiavidrios, indicaron que en esos meses se recibió de parte de Proveduría. Por ello se propone las siguientes

cantidades, tomando en cuenta lo conversado durante el trabajo de campo con personal de mantenimiento.

Tabla XXX. **Proyección de demanda de limpiavidrios**

Mes	Precio por galón
Enero	20
Febrero	20
Marzo	20
Abril	20
Mayo	20
Junio	20
Julio	20
Agosto	20
Septiembre	20
Octubre	20
Noviembre	20
Diciembre	20

Fuente: elaboración propia.

Como parte de los productos que el Maker Space puede ofrecer a la Facultad de Ingeniería se encuentra también el Desodorante Ambiental, dentro del historial de compras no se detecta una compra de estos. Dentro del convenio se puede incluir una cantidad estándar y con el tiempo comprobar si la cantidad es correcta o si se debe aumentar.

Las cantidades que se incluyeron en las tablas anteriores pueden ser cubiertas por la línea de producción ubicada en el Centro de Investigaciones.

3.5.1.5. Análisis de la competencia

Para verificar que los precios a los que va a pagar la Facultad de Ingeniería a la Escuela de Mecánica Industrial por la compra de los productos de limpieza son los mejores, se recopiló la información de precios de la competencia de cada tipo de producto que existen en el mercado y así comparar y establecer un mejor precio que le permita a la escuela tener una ganancia significativa para realizar las mejoras de la línea de producción.

Para ello se realizó trabajo de campo mediante la observación del precio de distintos desinfectantes, jabones para mano, limpiavidrios y desodorantes ambientales en supermercados y tiendas de barrio. Los datos se recolectaron y colocaron en una tabla resumen que contiene las marcas de cada producto, el precio en supermercado A y supermercado B. Se decidió obtener precios de dos distintas opciones y compararlos con el precio al que el laboratorio ofrecerá cada producto para efectos del convenio interno con la Facultad de Ingeniería.

Tabla XXXI. Análisis de la competencia (valores sin IVA)

Producto	Marca	La Torre	Walmart
Desinfectante	Fabuloso (1 galón)	Q 42,40	Q 40,70
	Magia Blanca (1 galón)	Q 40,50	Q 37,50
Jabón para manos	Olimpo (1 galón)	Q 48,90	Q 40,20
Limpiavidrios	Olimpo (850 ml)	Q 14,20	Q 12,90
	Mr. Glass (1 galón)	Q31,40	
Desodorante Ambiental	Glade (400 ml)	Q 21,60	Q 17,80
	Febreze (260 ml)	Q 22,20	Q 20,50

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Proyección de precios

El precio de un producto depende directamente de los costos de la materia prima necesaria para la elaboración de los productos de limpieza, y se debe de definir el margen de ganancia que se quiere obtener para lograr un beneficio que permita que la línea de producción se mantenga, y mejore de manera continua implementando mejoras en la producción y maquinaria.

Actualmente se puede establecer el precio costo de los productos de limpieza de acuerdo con lo calculado en la sección 3.4.3 Costos de Producción por Producto, donde se desglosa el costo de la materia prima para la elaboración de un galón de cada producto.

Tabla XXXII. **Resumen precios costo**

Producto	Precio costo
Desinfectante	Q 7,58
Jabón para manos	Q 15,66
Limpiavidrios	Q 9,40
Desodorante ambiental	Q23,65

Fuente: elaboración propia.

Para obtener el precio al que se podrá vender cada producto de limpieza a la Facultad de Ingeniería y obtener un margen de ganancia que permita una mejora en la formulación de los productos o en su procedimiento para seguir optimizando recursos.

Por ello se realizó un promedio de los valores a los que se ha pagado cada producto de limpieza que ofrece el Maker Space y hacer una comparación y definir el valor de venta interno.

Tabla XXXIII. **Resumen precios promedio**

Producto	Precio costo
Desinfectante	Q 8,76
Jabón para manos	Q 19,23
Limpiavidrios	Q 12,13

Fuente: elaboración propia.

Al obtener el precio promedio de los productos de limpieza comprados por la Facultad de Ingeniería por lotes durante el 2019, se logró determinar que la Facultad ha pagado en promedio más de lo que le cuesta al Maker Space producir los diferentes productos de limpieza.

Por lo que se recomienda tomar el precio costo promedio para que el Maker Space pueda tener un margen de ganancia que permita anualmente realizar mejoras en su producción.

Al comparar los valores del precio al que está dispuesto el Maker Space el vender los productos que se elaboran en el laboratorio y el precio de los productos que están en el mercado, se puede pactar en convenio un margen de ganancia aún mayor para obtener más beneficios para la Escuela de Mecánica Industrial y, por ende, las mejoras que se tienen planificadas para la línea de producción de productos de limpieza se logren en un menor tiempo.

3.5.3. Requisitos legales

Dentro de lo planteado se propone un convenio interno, convenio que debe existir para documentar el compromiso de las partes involucradas y lograr obtener los resultados esperados.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser la única universidad estatal y autónoma del país, está exenta de pago de algunos impuestos y por ser una entidad del estado no es posible facturar. Para ello, el Centro de Investigaciones cuenta con recibos de caja, que podrá ser el documento oficial para evidenciar la entrega del lote de productos de limpieza que se hará de manera mensual.

Para hacer oficial el compromiso de ambas partes y dejar definidas las cantidades de cada producto de limpieza, los tiempos de entrega, precio de venta, monto total, formas de pago, responsabilidades de la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial como Cliente y Proveedor respectivamente, vigencia y posibles modificaciones según convenga, se propone un convenio interno o un contrato de suministro.

La diferencia entre el convenio y contrato de suministro es que el primero es un acuerdo voluntario que no se encuentra sujeto a la ley y el segundo busca crear obligaciones que puedan modificarse, transferirse o extinguirse legalmente, es decir, tiene bases legales más fundamentadas. Ambos incluyen lo mínimo para llevar a cabo esa compraventa interna en la universidad.

3.5.4. Planificación de ventas

Basado en la proyección de demanda calculada para cada uno de los productos de limpieza que se fabrican en el laboratorio, se trasladó la información en una tabla resumen que contiene el mes, la cantidad de cada producto de limpieza, el precio costo y precio de venta. Las cantidades incluidas en la tabla presentada a continuación están sujetas a cambios por requerimiento de la Facultad de Ingeniería, dado que son los valores que deberán ir en el convenio o contrato.

Tabla XXXIV. **Resumen planificación de ventas**

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	COSTO	PRECIO
Enero	100	Galones de desinfectante	Q. 758,00	Q. 876,00
	35	Galones de jabón para manos	Q. 548,10	Q. 673,05
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Febrero	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para Manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Marzo	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para Manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Abril	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para Manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Mayo	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para Manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Junio	100	Galones de desinfectante	Q. 758,00	Q. 876,00
	35	Galones de jabón para manos	Q. 548,10	Q. 673,05
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Julio	100	Galones de desinfectante	Q. 758,00	Q. 876,00
	35	Galones de jabón para manos	Q. 548,00	Q. 673,05
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Agosto	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Septiem- bre	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60

Continuación de la tabla XXXIV.

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	COSTO	PRECIO
Octubre	120	Galones de desinfectante	Q. 909,60	Q 1 051,20
	50	Galones de jabón para manos	Q. 783,00	Q 961,50
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Noviembre	100	Galones de desinfectante	Q. 758,00	Q. 876,00
	35	Galones de jabón para manos	Q. 548,10	Q. 673,05
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60
Diciembre	100	Galones de desinfectante	Q. 758,00	Q. 876,00
	35	Galones de jabón para manos	Q. 548,10	Q. 673,05
	20	Galones de limpiavidrios	Q. 188,00	Q 242,60

Fuente: elaboración propia.

3.5.5. Propuesta de convenio interno

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE LA ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL EMI Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

De una parte, CÉSAR URQUIZÚ, con Documento Personal de Identificación -DPI- número XXXXXXXX, extendido en la Ciudad de Guatemala, Ingeniero Industrial, quien actúa en calidad de Director de la Escuela de Mecánica Industrial -en adelante "EMI-PROVEEDOR"-, actuando en el ejercicio de su cargo, que desempeña en la actualidad, conforme a las leyes y estatutos que rigen a la Universidad de San Carlos de Guatemala, con domicilio de trabajo en el edificio T1 de la Ciudad Universitaria, Zona 12; y, por la otra, ANABELA CÓRDOVA, con Documento Personal de Identificación -DPI- número XXXXXXXX, extendido en la Ciudad de Guatemala, Ingeniera Industrial, con

domicilio de trabajo en el edificio T4 de la Ciudad Universitaria, Zona 12, de la Ciudad de Guatemala, en su carácter de decana de la Facultad de Ingeniería - en adelante "FACULTAD DE INGENIERÍA/CLIENTE" intervienen para convenir en nombre de las entidades que representan, y al efecto

EXPONEN

Que la Universidad de San Carlos de Guatemala contempla en sus Estatutos y demás normativa interna su fin fundamental, el elevar el nivel espiritual de los habitantes de la República, conservando, promoviendo, difundiendo y transmitiendo la cultura y saber científico en todas sus manifestaciones.

Que la Facultad de Ingeniería dedicada a formar profesionales de prestigio, con conocimientos que pretenden contribuir al progreso científico y tecnológico de Guatemala.

Que la Escuela de Mecánica Industrial en su función de preparar y formar a profesionales de la ingeniería Industrial, Mecánica Industrial y disciplinas afines, que sean capaces de crear, proponer e innovar sistemas que se adapten a los desafíos del contexto global.

Por estas razones y dentro de las normas que resultan de aplicación a cada una de dichas unidades y escuela académica, acuerdan suscribir el presente Convenio Marco sujeto al cumplimiento de las siguientes cláusulas:

PRIMERA. OBJETO: Es objeto del presente Convenio establecer una relación de colaboración en actividades de mutuo interés para su trascendencia social, científica, cultural y educativa. Además de documentar el compromiso de comercialización de los productos de limpieza que se anexan en el documento adicional que hace parte del convenio y estará firmado por la EMI y la

FACULTAD DE INGENIERÍA que se denomina ORDEN DE PRODUCCIÓN que tiene la EMI y que desea que la FACULTAD DE INGENIERÍA ofrezca en su nombre la demanda mensual de productos de limpieza que esta necesite a partir del segundo semestre del 2021.

Queda convenido que se establece una relación PROVEEDOR-CLIENTE entre la EMI y la FACULTAD DE INGENIERÍA de la Universidad de San Carlos de Guatemala con la finalidad de crear una línea de producción comercialmente autosostenible dentro del Campus Universitario, específicamente la que se encuentra en el Maker Space siendo un laboratorio de la Escuela de Mecánica Industrial, capaz de proveer a los edificios de la Facultad de Ingeniería la cantidad de productos de limpieza necesarias mensualmente, logrando que el monto presupuestado a algunos útiles y enseres de la facultad permanezca en ella para mejorar constantemente la línea de producción.

SEGUNDA. MECANISMO O LOGÍSTICA DE LA COMERCIALIZACIÓN INTERNA. Las partes acuerdan implementar el mecanismo de comercialización y logística necesaria para el normal y buen desarrollo de este convenio que se compone del siguiente proceso. Primero, la FACULTAD DE INGENIERÍA deberá llenar una SOLICITUD DE COMPRA, adjunto como anexo en este convenio, el cual incluirá la cantidad de cada producto de limpieza que se produce en el laboratorio Maker Space, sus respectivas presentaciones y la fecha en la que se establece la entrega de dicho lote de productos, el cual es parte integral del convenio comercial y que hace parte de las obligaciones recíprocas de los contratantes. Segundo, la EMI deberá informar al responsable del laboratorio del Maker Space, que procederá a realizar el PROGRAMA DE PRODUCCIÓN donde se establezcan cantidades y días de producción que coincidan con las prácticas de laboratorio impartidas a estudiantes de diferentes ramas de la Ingeniería.

Tercero, al realizar el proceso de producción se procederá a realizar la entrega a la EMI para luego, la EMI realice la entrega a la FACULTAD DE INGENIERÍA o a quien delegue responsable de recibir los productos en óptimas condiciones y trasladarlo al personal de limpieza.

Este Convenio se desarrollará bajo el cumplimiento de ambas partes, quedando definidas mediante anexos o convenios singularizados que contemplen las actuaciones a llevar a cabo en los siguientes campos:

- Realización de actividades académicas que permitan a los estudiantes de las diferentes ramas de la Ingeniería la participación en la mejora continua de la línea de producción a través de propuestas para implementar.
- Prestación de servicios técnicos o docentes, y desarrollo de investigaciones de interés para la mejora en la calidad de los productos de limpieza (formulaciones).
- Elaboración de informes y estudios, tanto a iniciativa de una de las partes como resultado de actuaciones conjuntas.
- Análisis semestral de los resultados de compraventa interna entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial enfocándose en cantidades estipuladas, procesos y metodología de entrega.
- Colaboración en todas aquellas actividades de interés para cada una de las dos partes.

TERCERA. PRODUCTOS: Para concretar las acciones a las que hace referencia la segunda cláusula, se establecerá a un encargado del Maker Space que propondrá el plan de acción a realizar cada semestre y llevará registros de la valoración sobre las acciones realizadas en el semestre anterior.

Tabla XXXV. **Resumen de pedidos mensuales**

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
Enero	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Febrero	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Marzo	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Abril	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Mayo	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Junio	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Julio	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Agosto	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
SUBTOTAL				Q 16 651,45

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Resumen de pedidos mensuales**

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
Septiembre	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Octubre	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Noviembre	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Diciembre	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
SUBTOTAL				Q 8 093,90
TOTAL ANUAL				Q 24 745,35

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, deberá realizar un programa anual donde se recogerán las actividades, el calendario de desarrollo de estas y las aportaciones de cada una de las partes, de acuerdo con las previsiones presupuestarias de las mismas.

CUARTA. VIGENCIA: El Convenio Marco entrará en vigor a partir de la firma de este y tendrá una vigencia de un año inicialmente, teniendo la posibilidad de prorrogarse por períodos de igual duración, siempre que ninguna de las partes no esté de acuerdo.

QUINTA. MODIFICACIONES: Las partes podrán modificar el presente documento por mutuo acuerdo, comunicándolo por escrito, con mínimo dos meses de antelación a la fecha en que vayan a darlo por finalizado.

SEXTA. SOBRE ANEXOS: Los distintos CONVENIOS ANEXOS serán suscritos en nombre de la FACULTAD DE INGENIERÍA por la decana de la Facultad o su delegado; y en nombre de EMI por el director de la Escuela o su delegado designado. Se firmarán tres ejemplares.

SEPTIMA. RESPONSABILIDADES: El presente Convenio Marco define a continuación las responsabilidades de cada una de las partes:

- Facultad de Ingeniería
 - Promover la realización de actividades académicas que permita el acercamiento e involucramiento de los estudiantes de las distintas ramas de la Ingeniería, en la mejora de la línea de producción.
 - Divulgar a nivel facultativo e institucional los beneficios del convenio interno y la alianza estratégica con el Maker Space de la Escuela de Mecánica Industrial.
 - Recibir el lote de productos de limpieza estipulado y retroalimentar la calidad de estos para beneficio de la formulación de cada producto.
 - Efectuar el pago correspondiente a la Escuela de Mecánica Industrial.
 - Reuniones periódicas con representantes y/o delegados de la Escuela de Mecánica Industrial para destacar y definir las acciones que podrían mantenerse o mejorarse.

- Escuela de Mecánica Industrial
 - Establecer dentro de los programas de los distintos cursos que pertenecen a la escuela, prácticas en el laboratorio del Maker Space que permita al estudiante la participación en la producción de productos de limpieza.
 - Proponer la integración de prácticas de laboratorio para abarcar la mejora de la planta en todos los ámbitos: producción, costos, control de calidad, diseño y etiquetado e incluso mercadotecnia.
 - Cumplir con las cantidades de cada producto de limpieza en los plazos estipulados de entrega a la Facultad de Ingeniería.
 - Brindar un recibo de caja al recibir el pago correspondiente.
 - Participar en reuniones periódicas con autoridades de la Facultad de Ingeniería para destacar y definir las acciones que podrían mantenerse o mejorarse.

OCTAVA: Ambas partes se someten a un Tribunal Arbitral integrado por un miembro de Junta Directiva, uno de la EMI y otro designado de común acuerdo, en caso de conflicto en la interpretación o aplicación de las disposiciones del presente Convenio, como así también de todas las obligaciones aquí descritas o emergentes durante la ejecución de este.

En prueba de conformidad con las cláusulas precedentes, se formaliza el presente convenio en tres (3) ejemplares a un mismo efecto, en la Ciudad Universitaria, zona 12, de la Ciudad de Guatemala el día XXXX del mes XXXXXXXX del año XXXX.

3.5.6. Propuesta de contrato de suministro

Entre:

FACULTAD DE INGENIERÍA - FIUSAC
representado por la Ingeniera Aurelia Anabela
Córdova, Decana de la Facultad de Ingeniería de la
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria Zona 12, Edificio T4, Decanato,
Ciudad de Guatemala.

En adelante también denominado "FACULTAD"
como autoridad representante de la entidad
beneficiada a efectos de este contrato.

Y ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL – EMI
representado por César Ernesto Urquizú, Director
de Escuela

Ciudad Universitaria Zona 12, Edificio T1, Tercer
Nivel, Ciudad de Guatemala.

En adelante también denominado "EMI" como
proveedor para efectos de este contrato.

Fecha : Enero 2021

No. contrato : 01-2021

De una parte, CÉSAR URQUIZÚ, con Documento Personal de Identificación - DPI- número XXXXXXXX, extendido en la Ciudad de Guatemala, Ingeniero Industrial, quien actúa en calidad de Director de la Escuela de Mecánica Industrial -en adelante "EMI-PROVEEDOR"-, actuando en el ejercicio de su cargo, que desempeña en la actualidad, conforme a los Estatutos por los que se rige la Universidad de San Carlos de Guatemala, con domicilio de trabajo en el edificio T1 de la Ciudad Universitaria, Zona 12; y, por la otra, ANABELA

CÓRDOVA, con Documento Personal de Identificación -DPI- número XXXXXXXXX, extendido en la Ciudad de Guatemala, Ingeniera Industrial, con domicilio de trabajo en el edificio T4 de la Ciudad Universitaria, Zona 12, de la Ciudad de Guatemala, en su carácter de decana de la Facultad de Ingeniería - en adelante “FACULTAD DE INGENIERÍA/CLIENTE” intervienen para convenir en nombre de las entidades que representan, y al efecto declaran:

- Que son verídicos los datos de identificación personal expuestos y se encuentran en el libre ejercicio de sus derechos civiles.
- Que las representaciones que ejercen son suficientes de conformidad con la ley para la celebración de este contrato.
- Que es del conocimiento y aceptación de las partes que el presente contrato, cuyo objeto es el suministro de los diferentes productos de limpieza que se describen más adelante.
- Que por este acto se celebra el CONTRATO DE SUMINISTRO de la oferta presentada en enero del XXXX, de conformidad con las siguientes cláusulas.

Cláusula 1. Objeto del contrato

1.1. Este contrato tiene por objeto el suministro de los bienes enumerados y descritos más adelante, de conformidad con las condiciones estipuladas en:

- El Contrato de Suministro
- Especificaciones Técnicas
- Condiciones Especiales del Contrato
- Condiciones Generales del Contrato
- Tablas de Precios; (Anexo número uno)
- Garantía de Cumplimiento; Garantía de Calidad y/o funcionamiento en su caso.

- Acta de Recepción.

Todos estos documentos son de conocimiento de ambas partes involucradas y forman este teniendo prioridad en el orden establecido anteriormente.

1.2 Suministro en Lote(s) de los siguientes productos:

Tabla XXXVII. **Suministro de lotes de producto para el primer semestre**

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
Enero	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Febrero	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Marzo	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Abril	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Mayo	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Junio	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
TOTAL PRIMER SEMESTRE				Q 12 604,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Suministro de lotes de producto para el segundo semestre**

MES	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
Julio	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Agosto	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Septiembre	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Octubre	120	Galones de desinfectante	Q 1 051,20	Q 2 255,30
	50	Galones de jabón para manos	Q 961,50	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Noviembre	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
Diciembre	100	Galones de desinfectante	Q 876,00	Q 1 791,65
	35	Galones de jabón para manos	Q 673,05	
	20	Galones de limpiavidrios	Q 242,60	
TOTAL SEGUNDO SEMESTRE				Q 12 140,85
TOTAL ANUAL				Q 24 745,35

Fuente: elaboración propia.

1.3 La descripción completa de los materiales indicados en el cuadro precedente, que suministrará el Proveedor, se encuentra en las tablas de descripción de los mismos productos, que conforman el anexo número uno. El valor total de este contrato es de VEINTICUATRO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO QUETZALES CON TREINTA Y

CINCO CENTAVOS sin el IVA incluido debido a ser un convenio interno en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- 1.4 Los lugares de ejecución, donde los productos serán entregados y recibidos se presentan en la cláusula 2 seguida de este inciso.

Cláusula 2. Entrega y recepción

- 2.1 Términos de Entrega: La entrega se realizará en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, deberán estar presentes ambas partes de quienes firman este contrato a sus delegados.
- 2.2 Se realizarán entregas mensuales durante los primeros 5 días del mes, en el primer día hábil según calendario.
- 2.3 La fecha señalada anteriormente puede ser prorrogada o modificada a discreción de la Facultad de Ingeniería quien dará aviso escrito a la Escuela de Mecánica Industrial.
- 2.4 El traslado de los productos no podrá efectuarse sin la previa autorización de la Facultad de Ingeniería.
- 2.5 La recepción de los productos de limpieza será efectuada únicamente por el representante nombrado por la Escuela de Mecánica Industrial.

Cláusula 3. Precio y pago

- 3.1 Los precios de los productos de limpieza están especificados en la Tabla de Precios. El valor total de este contrato está indicado en la cláusula uno; y es de: VEINTICUATRO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO QUETZALES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS, que no incluye el Impuesto al Valor Agregado -IVA- por ser un convenio interno de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 3.2 El pago será efectuado directamente por la Facultad de Ingeniería a la Escuela de Mecánica Industrial.

3.3 Para que el pago pueda ser efectuado, el Centro de Investigaciones como productor de la Escuela de Mecánica Industrial, deberá entregar los siguientes documentos:

- Recibo de Caja C-101
- Listado de los productos a entregar
- Copia del Acta de Recepción firmada y la constancia de ingreso de los productos a Facultad de Ingeniería

3.4 El pago se debe efectuar en quetzales de manera mensual.

Cláusula 4. Garantía de cumplimiento

El proveedor tendrá el papel como entidad facultada legalmente para ello a favor de Facultad de Ingeniería una garantía de cumplimiento que tendrá una vigencia según lo indicado en las Condiciones Especiales para Contratos de Suministro y las Condiciones Generales para Contratos de Suministro y Servicios, así como lo establecido en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado de Guatemala en su artículo 39, que literalmente dice:

- “Cuando se trate de bienes, suministros o servicios hasta que la entidad interesada extienda la constancia de haber recibido a su satisfacción la garantía de calidad o de funcionamiento, o haberse prestado el servicio, en su caso.”
- “Cuando se trate de obras, hasta que la entidad interesada extienda la constancia de haber recibido a su satisfacción la garantía de conservación de obra.”
- Lo que proceda según sea el caso.

Cláusula 5. Declaración Jurada

El Oferente a través de su representante legal, declara bajo juramento de decir verdad y con conocimiento de las penas relativas al delito de perjurio, que no se encuentra comprendido dentro de las limitaciones contenidas en el artículo ochenta de la Ley de Contrataciones del Estado.

Cláusula 6. Sanciones, responsabilidad adicional y multa contractual

En lo relativo a sanciones, responsabilidad adicional y multas contractuales se estará en el orden siguiente: a) A lo establecido en los artículos ochenta y cinco y ochenta y seis de la Ley de Contrataciones del Estado y b) En lo estipulado en la cláusula veinte de las Condiciones Generales para Contratos de Suministro y Servicios en lo que le fuere aplicable y no contradijere lo señalado en el literal precedente.

Cláusula 7. Terminación prematura

El incumplimiento en cualquiera de las cláusulas de este contrato y sus anexos por parte del Proveedor dará derecho a la Facultad de Ingeniería a dar por terminado el plazo de este contrato sin responsabilidad de su parte.

Cláusula 8. Vigencia del contrato

8.1 Entrada en Vigor: El presente contrato debe ser suscrito por las partes y entrará en vigor cuando sea notificada la aprobación de este por parte de la Facultad de Ingeniería. El contrato será suscrito en dos ejemplares originales con legalización de firmas.

8.2 Terminación: La ejecución de este contrato se dará por terminada en el momento en que la Facultad de Ingeniería notifique la recepción satisfactoria de los bienes suministrados. Habiendo la Facultad de

Ingeniería notificado la recepción satisfactoria de los bienes. FIUSAC y EMI extenderán en forma recíproca el respectivo finiquito.

Cláusula 9. Modificaciones del contrato

Este contrato puede modificarse media vez se realice por escrito y sea de común acuerdo entre las partes y deberá tener la autorización respectiva.

Las partes expresamente manifestamos: A) “Que reconocemos el presente contrato como título ejecutivo, renunciamos al fuero de nuestros respectivos domicilios y nos sometemos a los tribunales de la República de Guatemala de conformidad con lo establecido en este contrato y que señalamos como lugares para recibir notificaciones, avisos o citaciones las siguientes direcciones: la FIUSAC en Ciudad Universitaria, zona 12, Universidad de San Carlos de Guatemala, Edificio T4 Decanato”.

La EMI en Ciudad Universitaria, zona 12, Universidad de San Carlos de Guatemala, Edificio T1 Escuela de Mecánica Industrial. B) “Desde ya aceptamos como válidas y bien hechas las notificaciones, avisos o citaciones recibidos en los lugares aquí señalados. C) Conocemos y aceptamos el contenido de los anexos descritos en este contrato, los cuales también firmamos. D) En los términos relacionados, aceptamos el contenido de este contrato y sus anexos, lo cual hemos leído íntegramente y bien impuestos de su objeto, validez y efectos legales lo ratificamos, aceptamos y firmamos en el lugar fecha arriba indicados, en dos ejemplares suscritos con firma legalizada, un ejemplar para cada una de las partes”.

3.6. Mantenimiento de equipo

El buen funcionamiento de la maquinaria y equipo que participan directamente durante la producción de los productos de limpieza es un factor decisivo para la rentabilidad y competitividad de una línea de producción. Es un elemento crítico para la reducción de costos de operación y prevención de pérdidas por paros de producción.

Debido a que la maquinaria que se tiene en el laboratorio fue solicitada con características específicas, se debe mantener contacto continuo con el proveedor para realizar el mantenimiento correspondiente a cada máquina.

Es importante mantener los componentes que forman la línea de producción en óptimas condiciones para prevenir imprevistos que impidan el cumplimiento de la demanda pactada. Es indispensable conocer todas las partes fundamentales de los equipos para mantener la operación de estos y contemplar posibles fallos.

Para ello, es recomendable la capacitación y gestión de bienes para evitar fallos que interrumpan los procesos de producción. Existen varios tipos de mantenimiento, pero los principales son el preventivo y correctivo logrando la minimización de gastos y lograr una mayor rentabilidad.

3.6.1. Preventivo

Este tipo de mantenimiento es el que tiene la misión de mantener una calidad de servicio determinado en la maquinaria y equipo las revisiones e intervenciones de mejora en sus puntos vulnerables durante tiempos oportunos.

Suelen ser un mantenimiento sistemático, es decir, la intervención se realiza, aunque la maquinaria no haya dado indicios de algún problema futuro.

En términos generales, el mantenimiento preventivo se realiza como un método de previsión para evitar futuros inconvenientes y garantizar la continuidad de los procesos productivos.

Se plantea realizar mantenimientos preventivos semestrales debido a que por ser una planta piloto las primeras demandas serán solamente de la Facultad de Ingeniería, por lo que se logra determinar que la maquinaria y equipo no recibirán un sobreesfuerzo de producción.

3.6.1.1. Mezcladora

Para el tanque mezclador se propone dos mantenimientos preventivos anuales que consistan en la limpieza profunda del tanque y el mantenimiento correspondiente del motor trifásico. Los pasos mínimos que se recomienda deben ser realizados durante el mantenimiento son:

- Tanque mezclador
 - Revisar detenidamente la fuente de energía y los cables de conexión.
 - Desmontar el agitador lateral y limpiar meticulosamente con alcohol etílico.
 - Limpiar las paredes del tanque mezclador y comprobar su resistencia.
 - Revisar, ajustar y/o cambiar el empaque de la manguera de ambos lados: de la salida del tanque y entrada a la llenadora.
 - Limpieza profunda de la manguera

- Motor
 - Mantenimiento recomendado por el proveedor y fabricante de la máquina.

3.6.1.2. Llenadora para producto líquido

Se planea que el mantenimiento para las tres máquinas se realice en el mismo período de tiempo, para que la detención de la producción sea solamente una vez durante el mes correspondiente.

Se recomienda que se mantenga comunicación continua con el fabricante de la máquina para realizar el mantenimiento correspondiente. Sin embargo, lo mínimo que se debe revisar meticulosamente es el empaque que sella la parte superior de la llenadora para evitar la fuga de presión que se obtiene por el compresor, darle limpieza a las boquillas y revisiones al compresor.

3.6.1.3. Llenadora para producto viscoso

El mantenimiento preventivo para la llenadora para producto viscoso se recomienda a nivel meticuloso dos veces al año, por el tipo de producto se exige que después de cumplir con un lote de producción la boquilla de llenado se someta a una limpieza con alcohol etílico logrando reducir la mayor cantidad de producto restante y evitar la mezcla de aromas en la realización de un nuevo lote de producto.

3.6.2. Correctivo

Este tipo de mantenimiento es el que involucra una serie de actividades enfocadas a la reparación de la máquina al momento de haber presentado

alguna falla. Como su nombre lo indica, su misión es el corregir un mal funcionamiento específico de la máquina.

La corrección y solución a una deficiencia en el proceso realizado por el equipo puede ser desde un ajuste de piezas hasta un reemplazo de estas, y en el peor de los casos, un reemplazo de la máquina.

Es decir, el mantenimiento correctivo se realiza para reparar el daño o los defectos encontrados durante el mantenimiento preventivo. Su objetivo es el restaurar la confiabilidad del sistema y permitir su funcionamiento inicial.

Debido a que la demanda mensual durante los primeros meses es pequeña comparada a la capacidad de producción de las máquinas, se recomienda que el mantenimiento correctivo sea una vez al año, o bien, depende del resultado del mantenimiento preventivo.

Para que, de este modo, se logre cumplir con las expectativas de las autoridades interesadas de la Facultad de Ingeniería y con los tiempos de entrega, sin inconvenientes o incumplimientos por fallos en el equipo.

3.6.2.1. Mezcladora

Como se mencionó en el apartado anterior, el mantenimiento correctivo del tanque mezclador dependerá de los resultados del mantenimiento preventivo que se haga. Si los resultados del último no dieran como necesario uno correctivo, se recomienda que se haga uno anual para ajustar piezas o cambiarlas evitando paros en la producción o sustancias con inconsistencias en la mezcla.

Lo ideal, es mantener un control constante al motor que permite el movimiento del agitador. Del mismo modo la limpieza del agitador y del tanque para evitar la mezcla de fragancias y obtener un producto de baja calidad.

3.6.2.2. Llenadora para producto líquido

Para evitar la mayor cantidad posible de derrame de producto se recomienda como mantenimiento correctivo el cambio de empaque de la llenadora anualmente, logrando sellar cada año el tanque que contiene el producto y logrando mantener la presión necesaria para llenar los envases sin la creación de espuma.

Actualmente como mantenimiento correctivo inicial, se recomienda agregar una bandeja delante de las boquillas de llenado, conectado al tanque mezclador para evitar el desperdicio de producto.

Debido a que se observó durante pruebas que el riego de producto que se hace por la generación de espuma con la pérdida de presión es demasiado, y la propuesta de solución es adherir dicha bandeja con conexión al tanque.

Cabe destacar, que es imprescindible la limpieza de dicha bandeja y manguera previa y posteriormente de un proceso de producción para no contaminar el producto.

Es recomendable también, revisar y ajustar anualmente el circuito integrado que hace funcionar el *timer* a la llenadora para evitar que durante la producción de un lote esté presente desperfectos.

3.6.2.3. Llenadora para producto viscoso

La implementación de la llenadora específica para producto viscoso se basó en la necesidad de facilitar el proceso de llenado para este tipo de producto. Se considera que se deben realizar pruebas para comprobar su funcionalidad y de este modo definir los mantenimientos correctivos recomendados para este equipo.

Se recomienda realizar una limpieza meticulosa al finalizar cada proceso de elaboración de productos de limpieza viscosos para evitar la mezcla de esencias o colores y de este modo, no afectar la calidad final de cada ejemplar.

Es imprescindible la buena comunicación con el fabricante de la máquina para hacer el uso correcto de ella y no provocar un fallo en su funcionalidad.

3.7. Manual de seguridad e higiene industrial

Todo proceso de producción realizado en una planta industrial independientemente del tamaño de producción diaria y del espacio, necesita de un conjunto de normas establecidas que aseguren el bienestar físico de las personas que trabajen dentro y el estado de la maquinaria y equipo que se utilizan durante los procesos.

A ese conjunto de normas se le conoce como reglamento o manual de seguridad e higiene industrial donde su objetivo principal es el prevenir y controlar el riesgo dentro de la planta.

Es fundamental debido a que permite utilizar una serie de actividades planeadas que sirven para crear un entorno que promueva la seguridad durante la ejecución del proceso y de las personas que se encuentran dentro.

3.7.1. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal para la elaboración de los distintos productos de limpieza que se elaboran dentro del Maker Space es sencillo, debido a la naturaleza del proceso de producción de estos.

Independientemente del tipo de producción que se realice, ya sea manual o mecánica, los componentes y materia prima a manipular no requiere de un cuidado exigente.

El equipo utilizado requerido para poder entrar y hacer uso de las instalaciones serán desde utensilios propios del laboratorio y elementos de seguridad personal:

- Bata de laboratorio. Para que los visitantes a la planta piloto se protejan de cualquier mancha o daño posterior que pueda ser provocado por la materia prima y los componentes utilizados dentro del proceso de producción de los diferentes productos de limpieza. Es un distintivo dentro del Centro de Investigaciones, la bata correspondiente es verde musgo con el logo de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Calzado industrial. Es necesaria la utilización de calzado industrial, botas con punta de acero, con la finalidad de evitar quemaduras o algún daño directo en los pies debido al uso de los compuestos químicos que se utilizan durante el proceso de producción.
- Guantes de látex. Dentro de los estándares mínimos de seguridad e higiene industrial se consideran necesarios durante la elaboración de los

distintos productos, debido a la gran vulnerabilidad que presentan las manos durante la fase de medición de materia prima, logrando evitar alergias o irritaciones en la piel.

- Lentes de seguridad. Es imprescindible el cuidado de los ojos durante cualquier proceso, sin ser la excepción el proceso de elaboración de productos de limpieza debido a que existen áreas donde la manipulación de la materia prima puede provocar salpicaduras teniendo como riesgo el contacto directo con el área ocular, causando irritaciones o pérdidas parciales de la vista.
- Mascarilla. Durante el proceso de elaboración de los distintos productos de limpieza se hace uso de distintos componentes que tienen olores fuertes y penetrantes, para evitar irritación y alergias es necesario el uso de una mascarilla que evite el contacto directo con estos.
- Redecilla. Dentro de los estándares de calidad que debe tener un producto de limpieza, se debe considerar que el producto no tenga partículas que lo contaminen o que interrumpan su uso, es por eso que se considera el uso de redecilla para evitar que algún cabello caiga durante los procesos de medición y/o mezclado.

3.7.2. Normativo interno

Toda planta industrial cuenta con un conjunto de normas de seguridad e higiene industrial que cumple con la función de prevenir accidentes de cualquier tipo, debido a que la complejidad de la elaboración de los productos de limpieza que se producen en el Centro de Investigaciones es mínima, se plantean recomendaciones básicas para mantener armonía y evitar la detención del funcionamiento de la planta piloto.

- Orden y limpieza
 - Mantener limpias y ordenadas las distintas estaciones de trabajo.
 - No dejar materiales alrededor de las máquinas o mesas de trabajo, que estropeen la movilidad de los usuarios que se encuentran dentro del espacio que funciona como planta piloto.
 - Lavar y guardar el equipo utilizado al finalizar el proceso de producción.
 - No obstruir el flujo del proceso de producción.
 - No correr en los pasillos del área correspondiente a la planta piloto.
 - No comer en las distintas estaciones de trabajo.

- Equipo de protección individual
 - Utilizar el equipo de protección mínimo que requiere el Centro de Investigaciones.
 - Mantener el equipo de protección individual en óptimas condiciones.
 - Evitar el uso de pulseras, cadenas, aretes o cualquier accesorio que pueda caerse durante el proceso de elaboración de productos de limpieza.
 - Evitar el uso de pantalones rotos.
 - Evitar el uso de blusas o playeras holgadas.

- Equipo y herramientas manuales
 - Utilizar el equipo y las herramientas que proporciona la planta específicamente para el proceso de producción.
 - Si se observa algún desperfecto en alguna herramienta, indicarlo antes del inicio del proceso.

- Utilizar solamente la cantidad necesaria de equipo y herramientas para el proceso de producción.
- Escalera de mano
 - Utilizar la escalera únicamente cuando sea necesario.
 - Percatarse que la escalera esté en perfecto estado.
 - Observar que la escalera esté bien asentada, percatarse para evitar deslizamientos.
- Electricidad
 - Al hacer uso de las máquinas, prestar atención al calentamiento anormal de alguna máquina y notificarlo.
 - Verificar si los cables y enchufes se encuentran en condiciones óptimas para hacer uso de la maquinaria.
 - Limitarse a hacer uso de las máquinas, únicamente cuando el tamaño de la producción lo amerite.
 - Desconectar las máquinas al no ser utilizadas.
 - Prestar atención especial al cableado de las conexiones si existe algún derrame de producto que provoque humedad y riesgo en las zonas mojadas.
- Riesgos químicos
 - Evitar la manipulación de los compuestos químicos sin el uso de gafas industriales.
 - Utilizar el equipo adecuado para evitar irritaciones o alergias por salpicaduras.
 - Utilizar mascarilla para evitar alergias por inhalar aromas fuertes de algún componente utilizado durante el proceso de producción.

- Riesgo de incendios
 - Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo es importante, aunque dentro de la planta piloto el riesgo sea mínimo, se debe velar por cumplir las normas anteriores.
 - No fumar dentro del Centro de Investigaciones y evitar tirar las colillas en los alrededores.
 - Conocer la ubicación y el uso de los extintores en caso de emergencia.
 - Hacer uso del extintor únicamente cuando sea necesario.

- Emergencias
 - Mantener la calma.
 - Conocer y acatar el plan de emergencia ante un evento inesperado que corresponde al Centro de Investigaciones.
 - No correr ni empujar a los demás.
 - Prestar atención a la señalización de las instalaciones.

- Accidente
 - Las condiciones en las que se encuentra el Maker Space no presentan un riesgo de accidentes, aun así, algún acto inseguro podría provocar uno. De ser así, mantener la calma e indicar al encargado del laboratorio para proceder a brindar la atención del accidentado.
 - No realizar ningún trabajo, sin antes estar capacitado.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Reubicación de áreas

En el diseño actual de la línea de producción se tienen contempladas 5 áreas o estaciones de trabajo, para la presente propuesta se agrega una mesa de trabajo, se ordenan las ya existentes y se consideran medidas exactas entre mesas, equipo y maquinaria, para mantener el orden y evitar pérdidas de tiempo y materia prima durante el transporte de un área a otra.

Debido al espacio reducido y al tamaño de las máquinas y equipo, no es posible un cambio total de la línea de producción, más que mantener el orden de las estaciones de trabajo respetando el flujo del proceso de producción, evitando un desorden en la línea y logrando una continuidad en el proceso.

4.1.1. Estaciones de trabajo

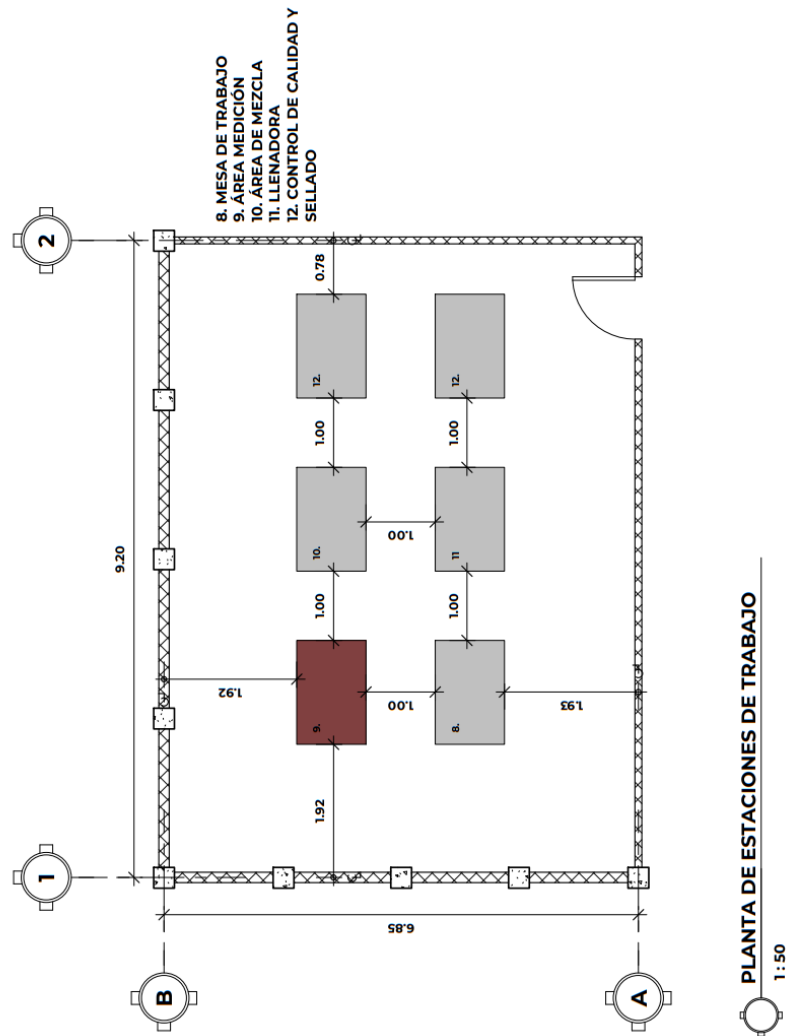
Se mantienen las estaciones ya establecidas agregando una mesa de trabajo que será la estación previa para iniciar el proceso de producción, se decidió agregar dicha mesa con la finalidad de realizar los cálculos pertinentes para la conversión de la materia prima necesaria según la cantidad de producto que se requiera.

Asimismo, será utilizada para la explicación de prácticas de laboratorio realizadas en la línea de producción, permitiendo el involucramiento de los estudiantes en la mejora del proceso de elaboración de productos de limpieza.

4.1.2. Distribución de espacio

En el siguiente plano se muestra la distribución del espacio propuesto considerando únicamente las estaciones y mesas de trabajo dentro del laboratorio que funciona como planta de producción.

Figura 32. Plano propuesto de estaciones de trabajo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

4.2. Reubicación de maquinaria y equipo

Al visitar el laboratorio donde se encuentra ubicada la línea de producción se pudo observar que la maquinaria y equipo están adecuados en puntos estratégicos, siendo estos óptimos permitiendo el aprovechamiento del espacio brindado por la Facultad de Ingeniería a la Escuela de Mecánica Industrial.

Ahora bien, los planos de reubicación que se proponen son respetando medidas exactas que logren mejoras visibles y se identifique el flujo de proceso como en una línea de producción en una planta industrial más grande.

4.2.1. Maquinaria

Para la maquinaria con la que se cuenta hasta el momento, se propone mantener su ubicación actual debido a la facilidad y cercanía que se tiene con las fuentes de poder para cada una evitando un sobrecargo en los conectores.

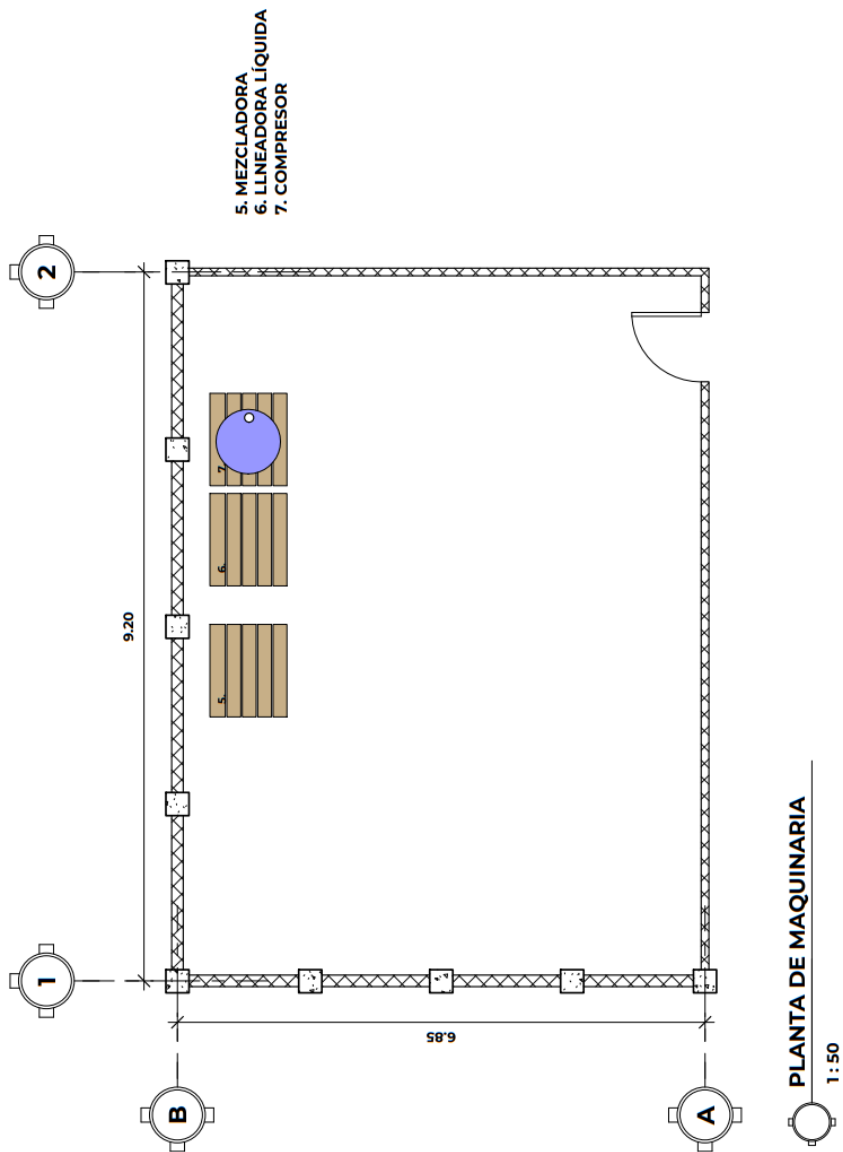
Actualmente se realizó a través de prácticas de laboratorio del curso de Controles Industriales otra maquinaria que cumple con la función de mezclado y llenado, aun así, en el plano propuesto no está considerado debido a que hay detalles que mejorar para poder ser utilizado sin interrumpir un proceso de producción.

4.2.2. Equipo

Las estanterías que son utilizadas también como división del laboratorio con otras áreas que se comparten en el Centro de Investigaciones, se mantienen en su misma ubicación, pero se recomienda un orden del material,

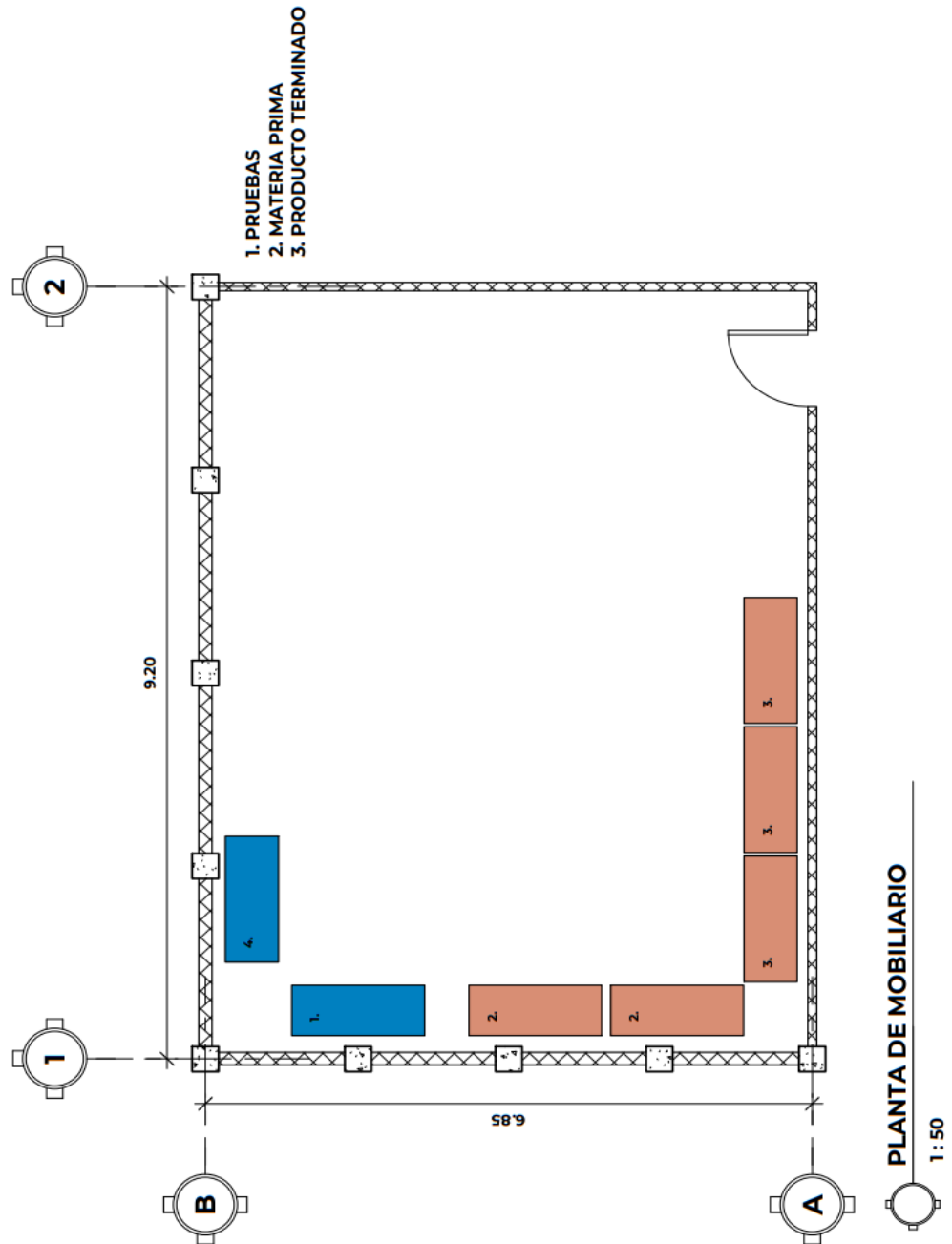
producto o equipo que se coloca en cada uno con la finalidad de mantener una armonía en el flujo del proceso que conlleva la elaboración de los distintos productos de limpieza que se fabrican en la planta piloto.

Figura 33. **Plano propuesto de maquinaria**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

Figura 34. Plano propuesto de mobiliario y equipo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

4.3. Procesos

Al establecer un convenio interno entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial se deja plasmado un compromiso formal de una entrega de cierta cantidad de productos de limpieza de manera mensual.

Para ello, los responsables del Maker Space, deben planificar la producción que permita el cumplimiento mensual de los distintos productos de limpieza en los tiempos pactados. Dentro de los procesos propuestos, se recomienda hacerlos de manera mecánica, utilizando la maquinaria y el equipo adecuado para elaborar productos de calidad y obtener una retroalimentación objetiva sobre la calidad de estos.

Se recomienda también involucrar a estudiantes de prácticas finales en la producción de estos, que propongan mejoras en la formulación de los distintos productos de limpieza, que apoyen en la medición de la materia prima e inmersión de esta en el tanque de mezcla, en el llenado e incluirlos en la parte de control de calidad, y darles la oportunidad para que brinden ideas de mejora en el etiquetado. Con el fin de lograr un laboratorio que integre distintos cursos de la carrera de Ingeniería Industrial e incluso, distintas ramas de la Ingeniería, permitiendo un crecimiento exponencial en la línea de producción y aprovechando el recurso humano que está preparando y formando la facultad.

En esta sección se presentan los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido para los productos de limpieza estipulados en el convenio interno y/o contrato de suministro propuestos: limpiavidrios, desinfectante y jabón para manos. Teniendo en cuenta, que la línea de producción es capaz de realizar volúmenes de producción mayores para que futuramente, se logre abastecer a otras facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4.3.1. Limpiavidrios

El proceso de elaboración del limpiavidrios que se realiza en el Maker Space mantiene una estructura similar al proceso de elaboración general de cualquier otro producto de limpieza, con la diferenciación de los distintos componentes de materia prima que se utilizan.

Es el producto más sencillo en su formulación, pero se debe tener sumo cuidado con la medición de la materia prima para obtener un producto con un olor soportable dado sus componentes. En esta sección se presentan los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido para la elaboración de un lote de 20 galones de limpiavidrios.

4.3.1.1. Diagrama de operaciones

En las figuras 35 y 36 se muestra el diagrama de operaciones de la elaboración de un lote de limpiavidrios que incluye los tiempos promedio de algunas actividades como es la medición e inmersión de la materia prima al tanque mezclador, y los tiempos estándares calculados en el capítulo anterior (sección 3.1.1).

4.3.1.2. Diagrama de flujo

En las figuras 37 a la 39 se muestra el diagrama de flujo de operaciones que corresponde a la elaboración de un lote de limpiavidrios, donde se incluye el transporte y demoras o tiempos de espera que conlleva el proceso de producción. Al igual que el diagrama de operaciones, incluye los tiempos promedio y estándares de las actividades que conlleva esta producción.

4.3.1.3. Diagrama de recorrido

En la figura 40 se muestra el diagrama de flujo reflejado sobre el layout de la planta propuesta del Maker Space, donde se ve de manera gráfica que se respeta el flujo del proceso sin cruces dentro del laboratorio.

4.3.2. Desinfectante

El proceso de elaboración del desinfectante que se realiza en el Maker Space mantiene una estructura similar al proceso de elaboración general de cualquier otro producto de limpieza, con la diferenciación de los distintos componentes de materia prima que se utilizan.

Es un producto sencillo en su formulación y se debe mantener una precisión en la medición de la materia prima, pero no tan meticulosa como la del limpiavidrios, dado que sus componentes no tienen un olor tan fuerte e intolerable. En esta sección se presentan los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido para la elaboración de un lote de 20 galones de desinfectante.

4.3.2.1. Diagrama de operaciones

En las figuras 41 y 42 se muestra el diagrama de operaciones de la elaboración de un lote de desinfectante que incluye los tiempos promedio de algunas actividades como es la medición e inmersión de la materia prima al tanque mezclador, y los tiempos estándares calculados en el capítulo anterior (sección 3.1.1).

4.3.2.2. Diagrama de flujo

En las figuras 43 a la 45 se muestra el diagrama de flujo de operaciones que corresponde a la elaboración de un lote de desinfectante, donde se incluye el transporte y demoras o tiempos de espera que conlleva el proceso de producción.

Al igual que el diagrama de operaciones, incluye los tiempos promedio y estándares de las actividades que conlleva esta producción.

4.3.2.3. Diagrama de recorrido

En la figura 46 se muestra el diagrama de flujo reflejado sobre el layout de la planta propuesta del Maker Space, donde se ve de manera gráfica que se respeta el flujo del proceso sin cruces dentro del laboratorio.

4.3.3. Jabón para manos

El proceso de elaboración del jabón para manos que se realiza en el Maker Space mantiene una estructura similar al proceso de elaboración general de cualquier otro producto de limpieza, con la diferenciación de los distintos componentes de materia prima que se utilizan.

Es un producto sencillo en su formulación y se debe mantener una precisión en la medición de la materia prima, es el proceso más tardado dado a la consistencia que se debe esperar a que tenga el jabón para manos.

En esta sección se presentan los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido para la elaboración de un lote de 20 galones de jabón.

4.3.3.1. Diagrama de operaciones

En las figuras 47 y 48 se muestra el diagrama de operaciones de la elaboración de un lote de jabón para manos que incluye los tiempos promedio de algunas actividades como es la medición e inmersión de la materia prima al tanque mezclador, y los tiempos estándares calculados en el capítulo anterior (sección 3.1.1).

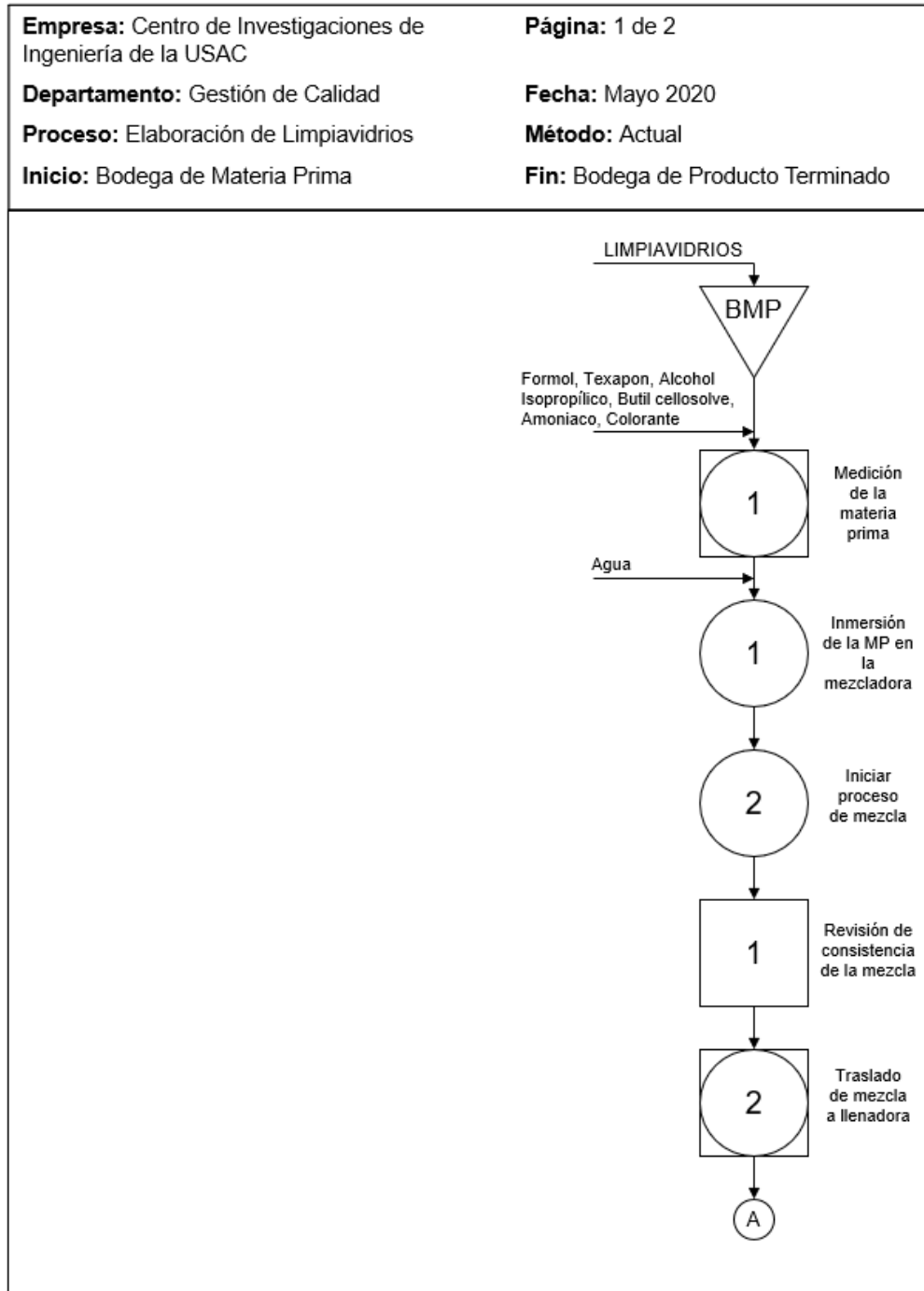
4.3.3.2. Diagrama de flujo

En las figuras 49 a la 51 se muestra el diagrama de flujo de operaciones que corresponde a la elaboración de un lote de jabón para manos, donde se incluye el transporte y demoras o tiempos de espera que conlleva el proceso de producción. Al igual que el diagrama de operaciones, incluye los tiempos promedio y estándares de las actividades que conlleva esta producción.

4.3.3.3. Diagrama de recorrido

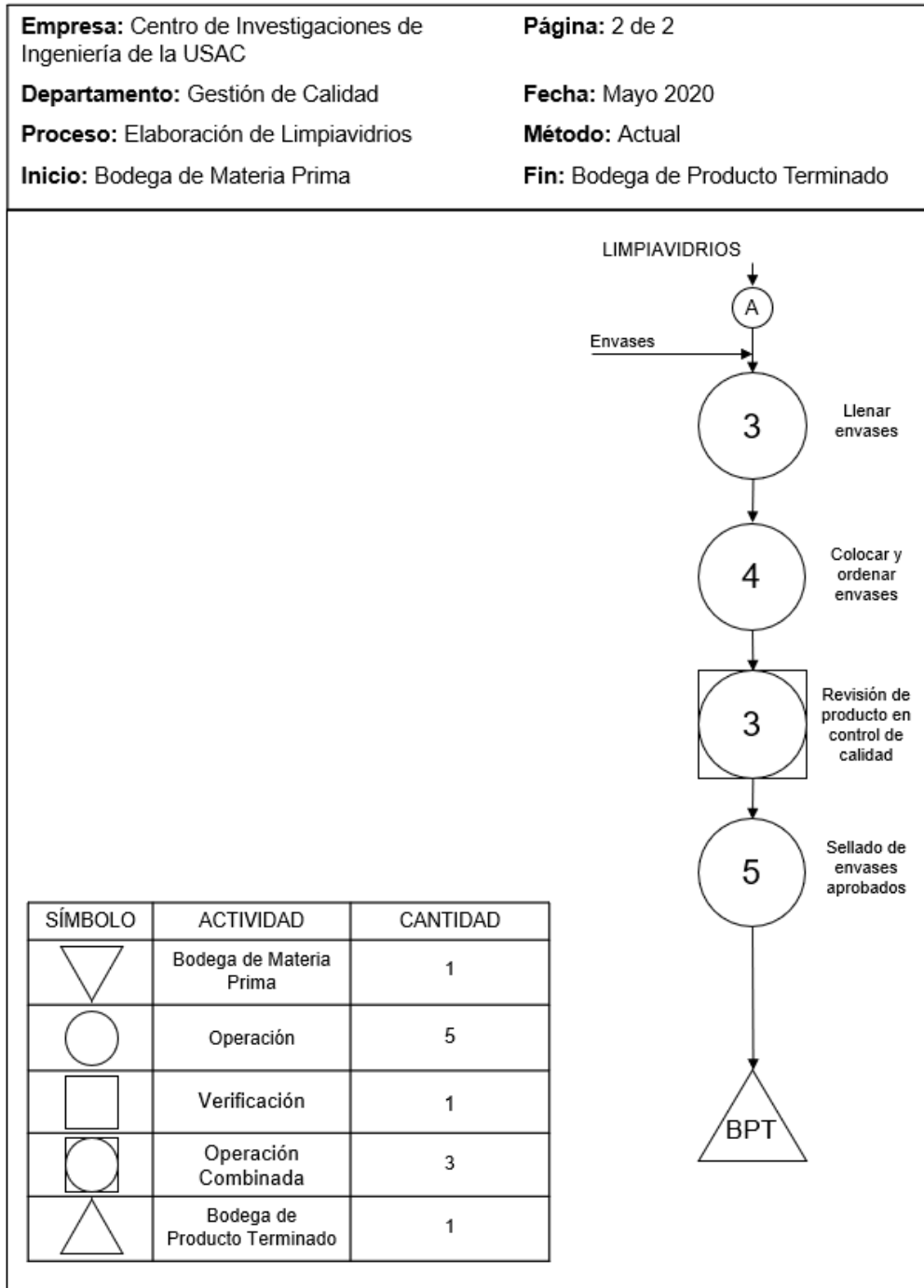
En la figura 52 se muestra el diagrama de flujo reflejado sobre el layout de la planta propuesta del Maker Space, donde se ve de manera gráfica que se respeta el flujo del proceso sin cruces dentro del laboratorio.

Figura 35. Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios



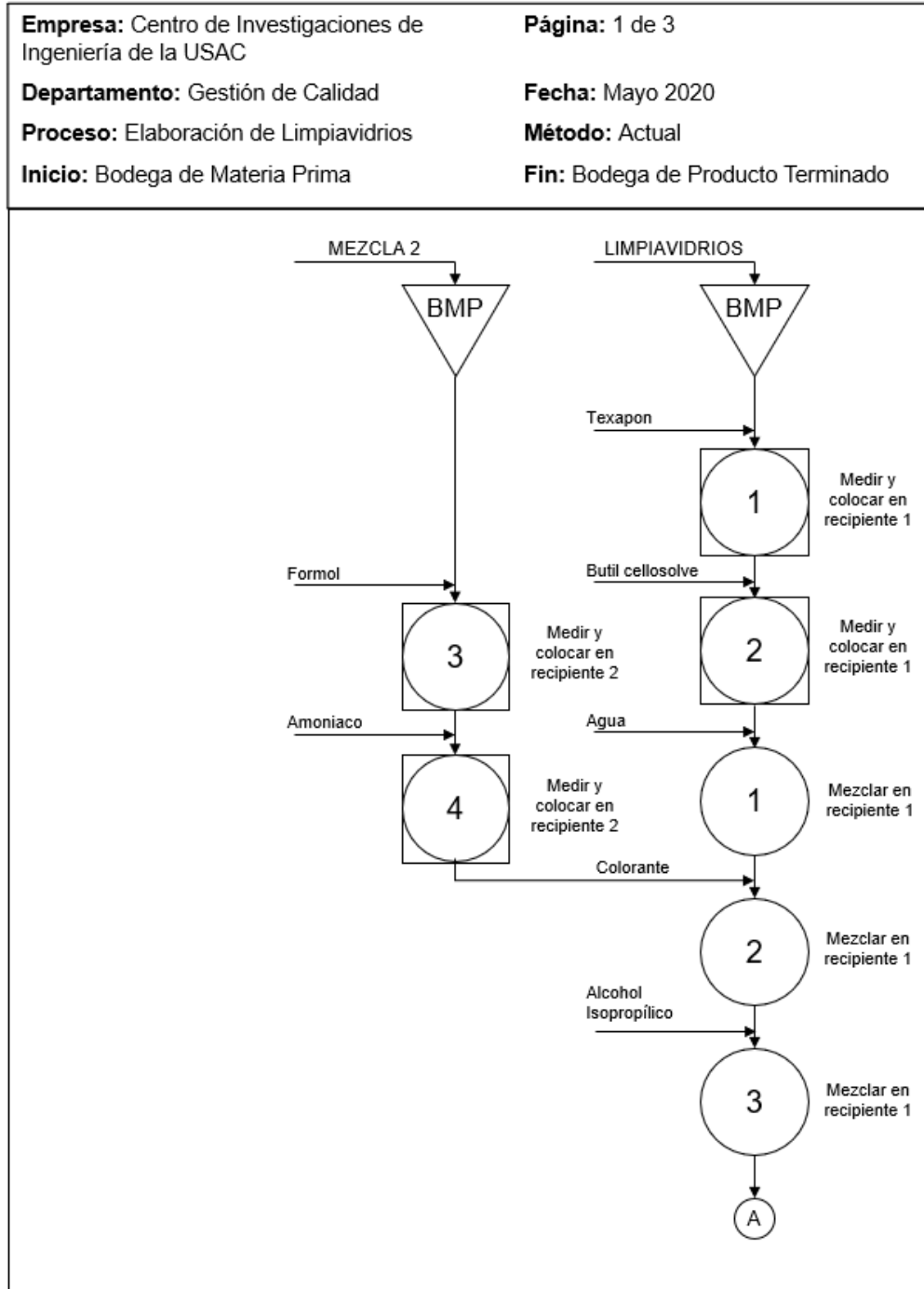
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios



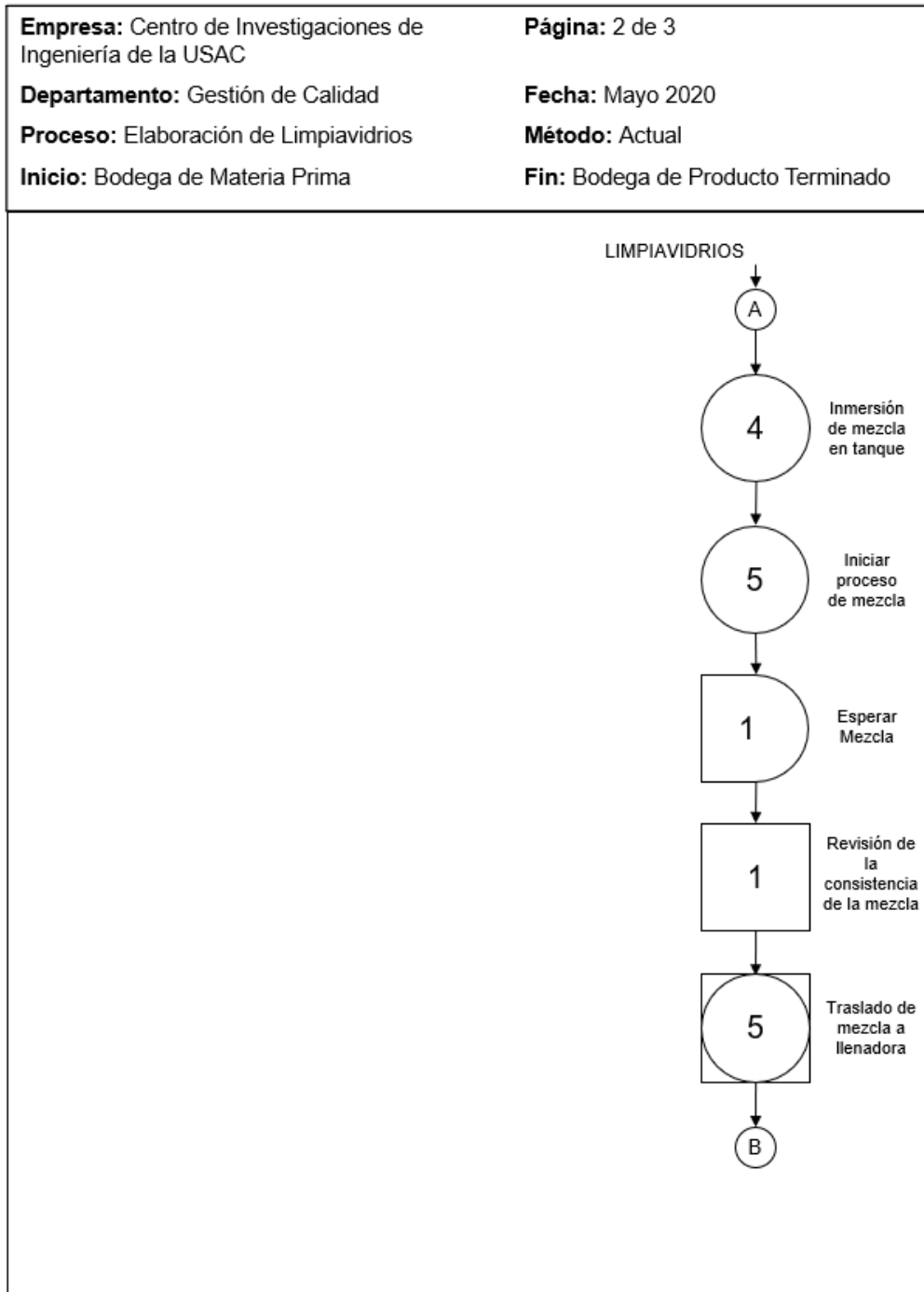
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Diagrama de flujo – Elaboración de limpiavidrios



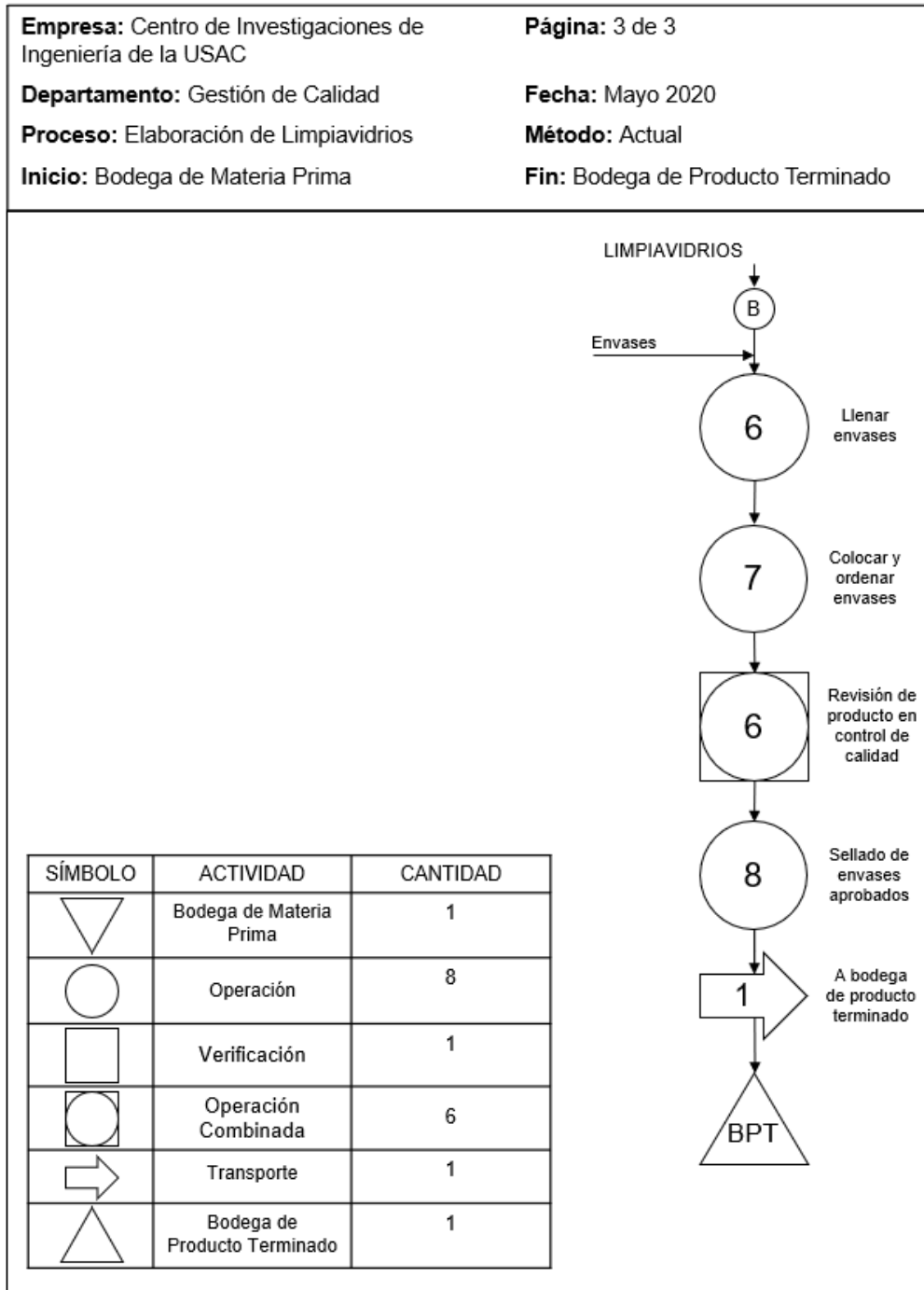
Fuente: elaboración propia

Figura 38. Diagrama de flujo – Elaboración de limpiavidrios



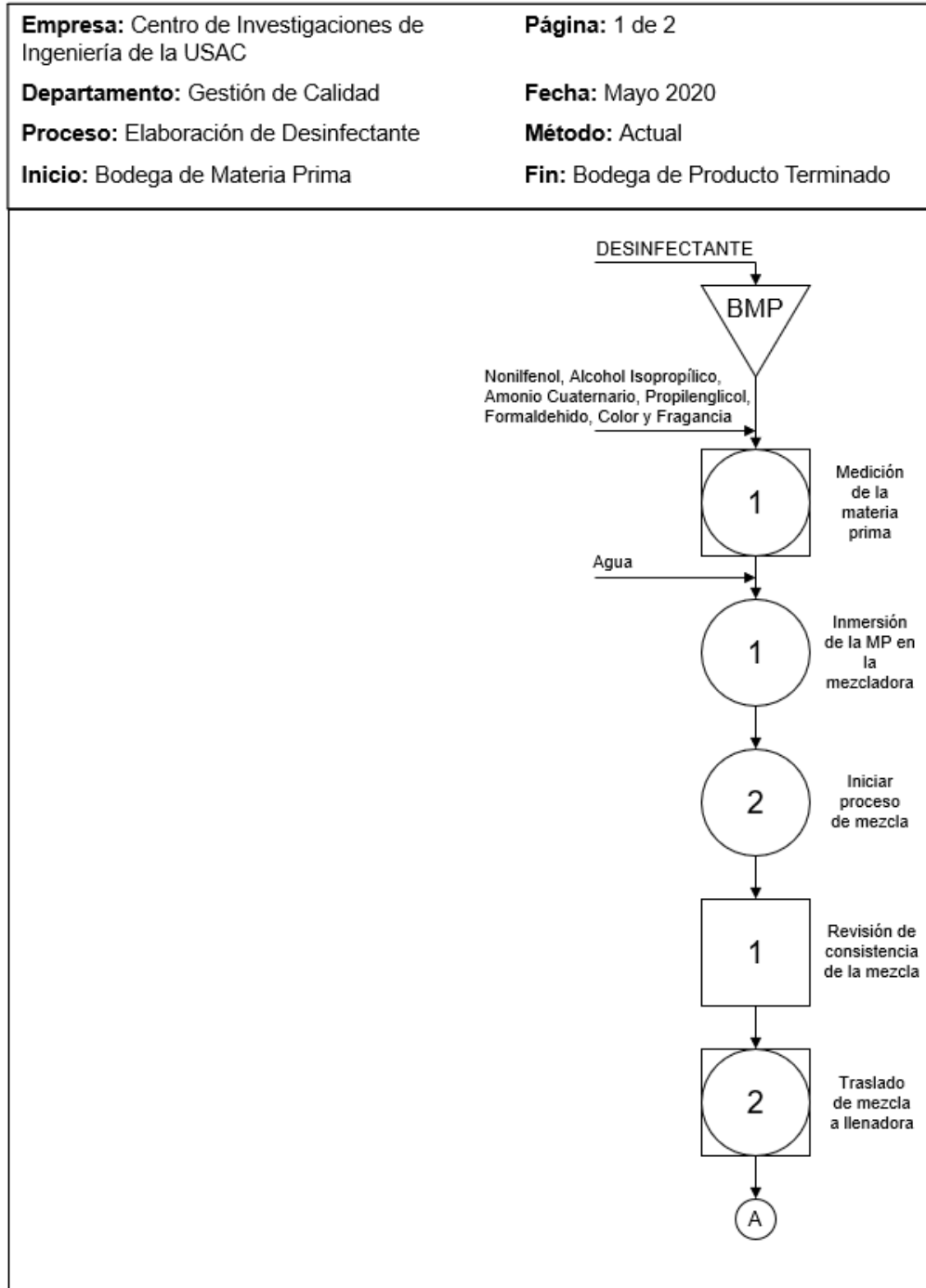
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Diagrama de operaciones – Elaboración de limpiavidrios



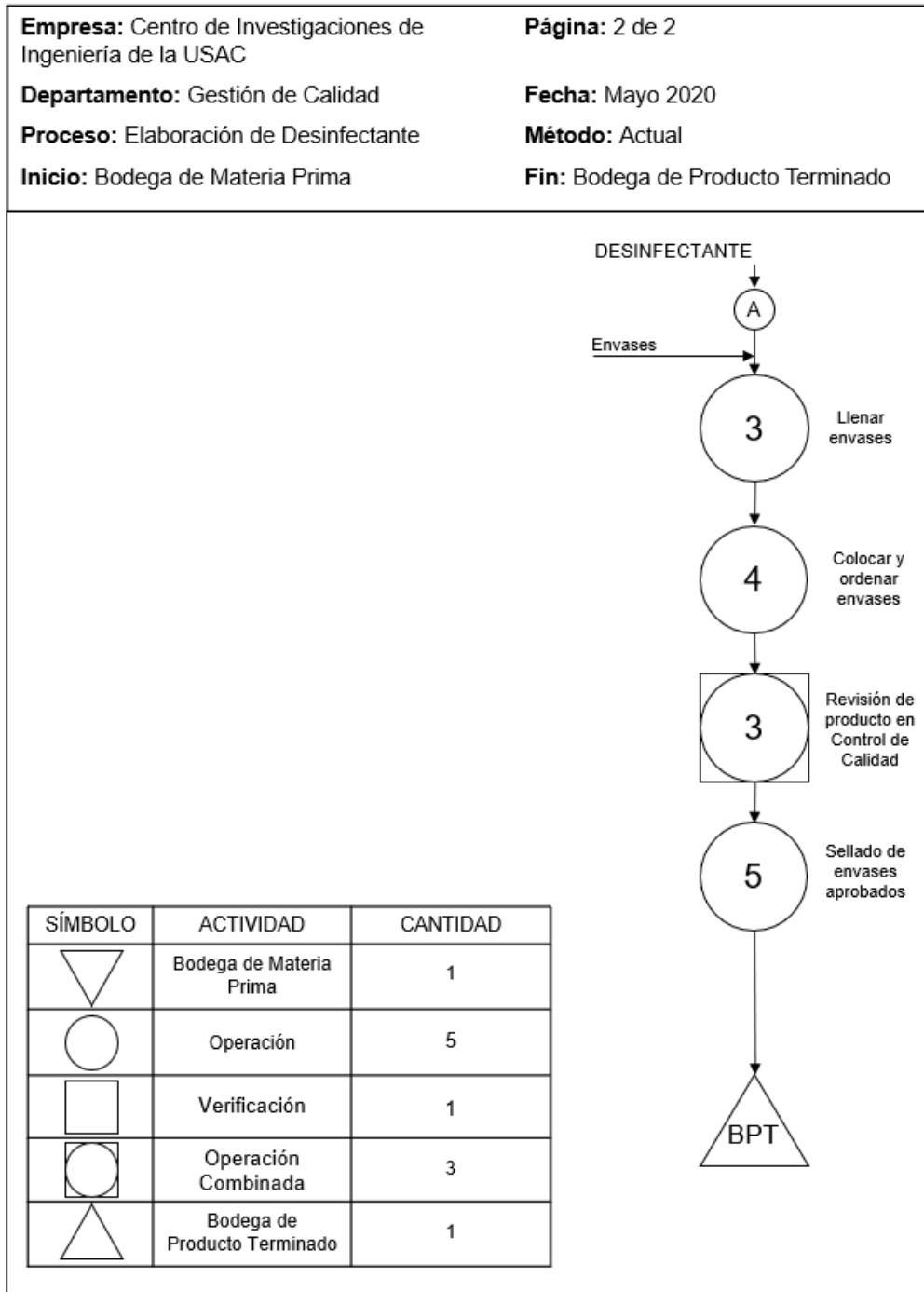
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Diagrama de operaciones – Elaboración de desinfectante



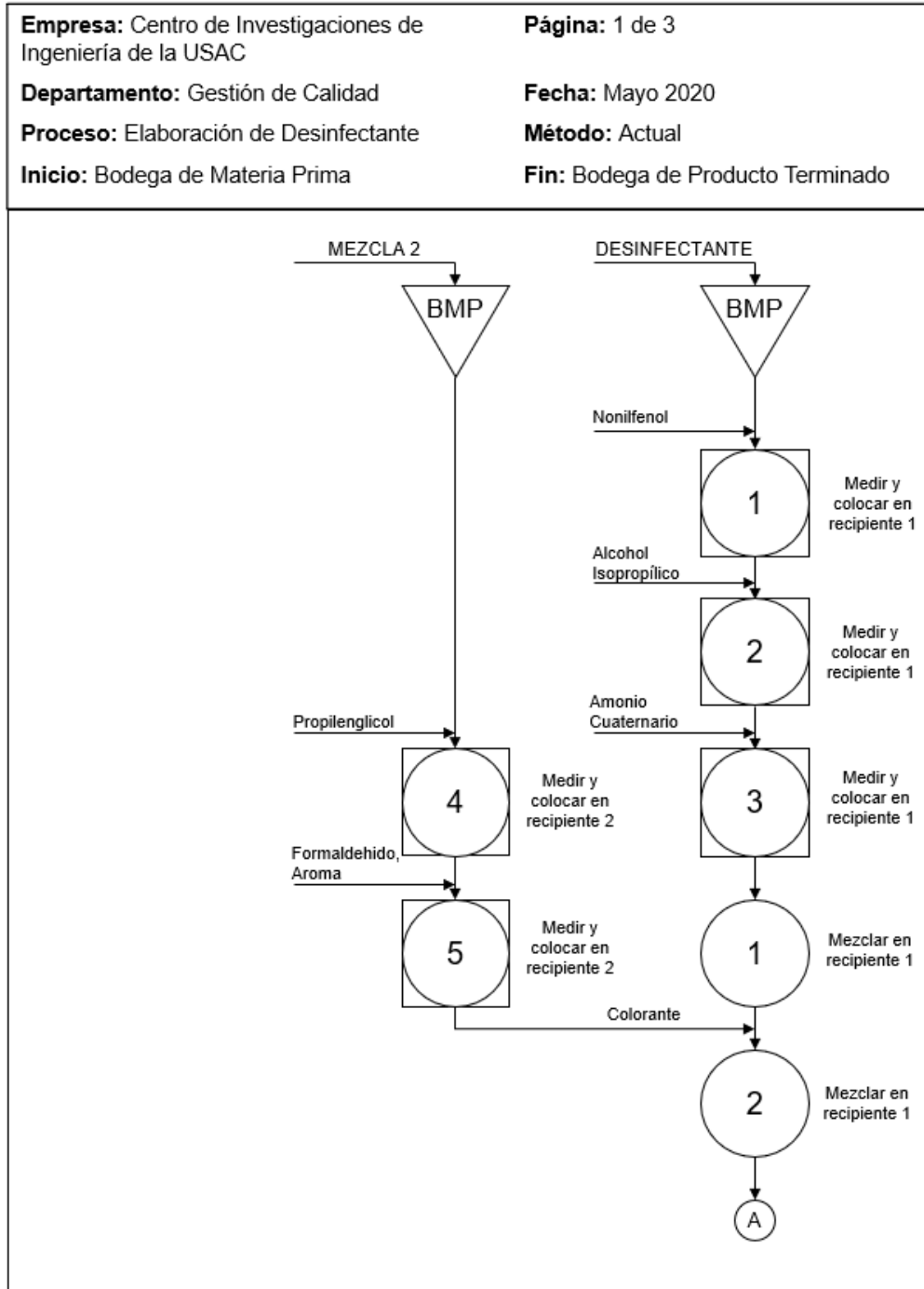
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Diagrama de operaciones – Elaboración de desinfectante



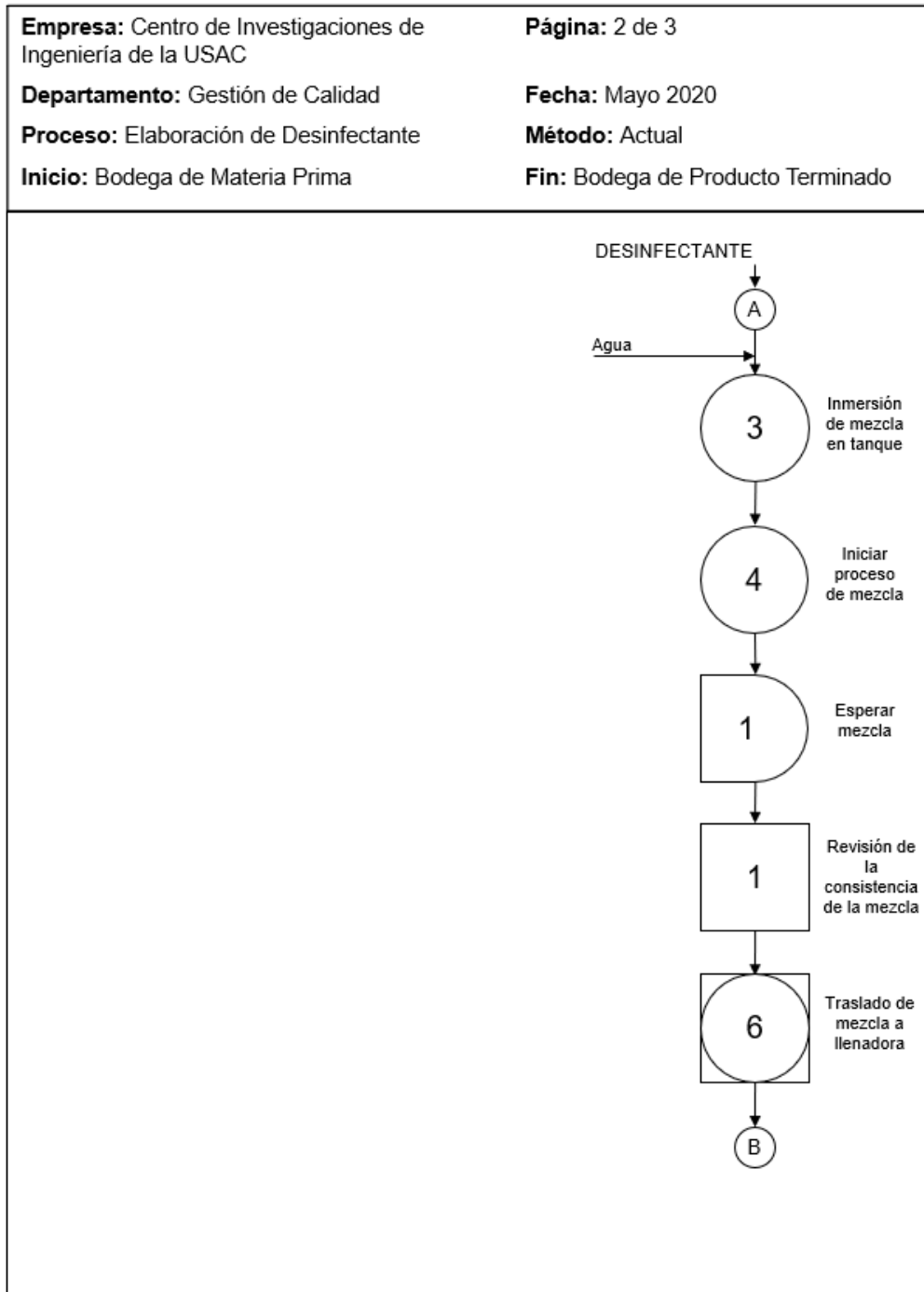
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante



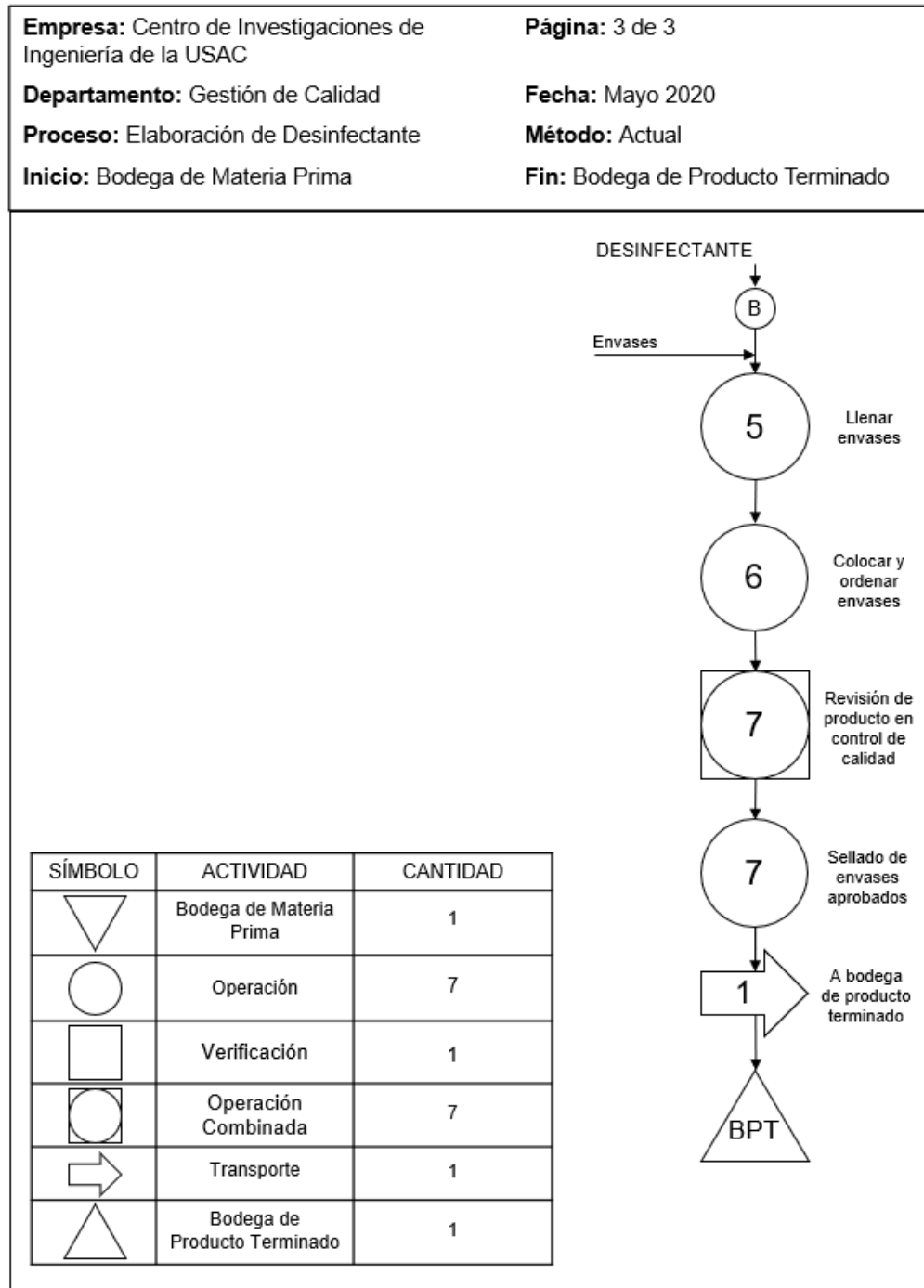
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante



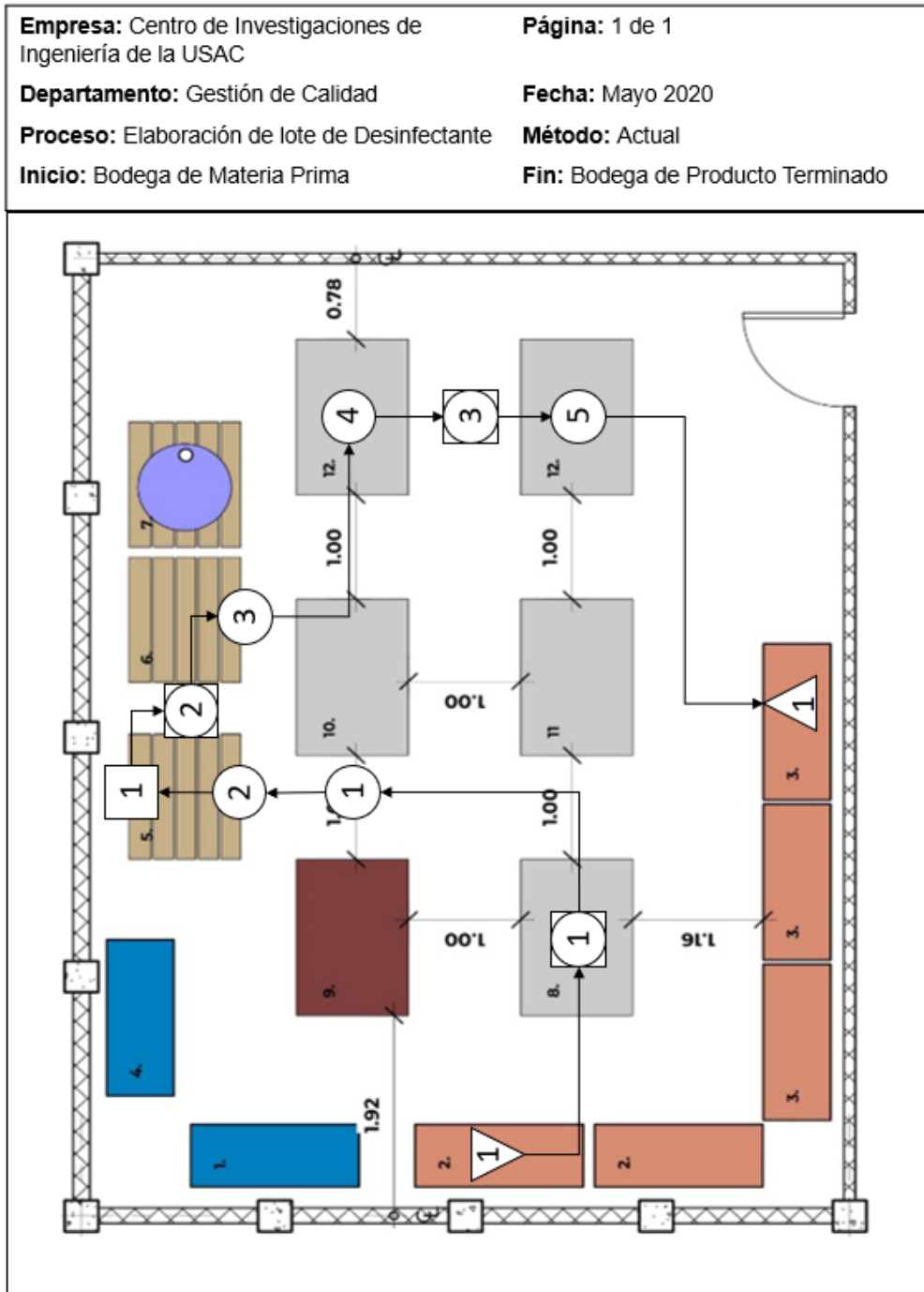
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Diagrama de flujo – Elaboración de desinfectante



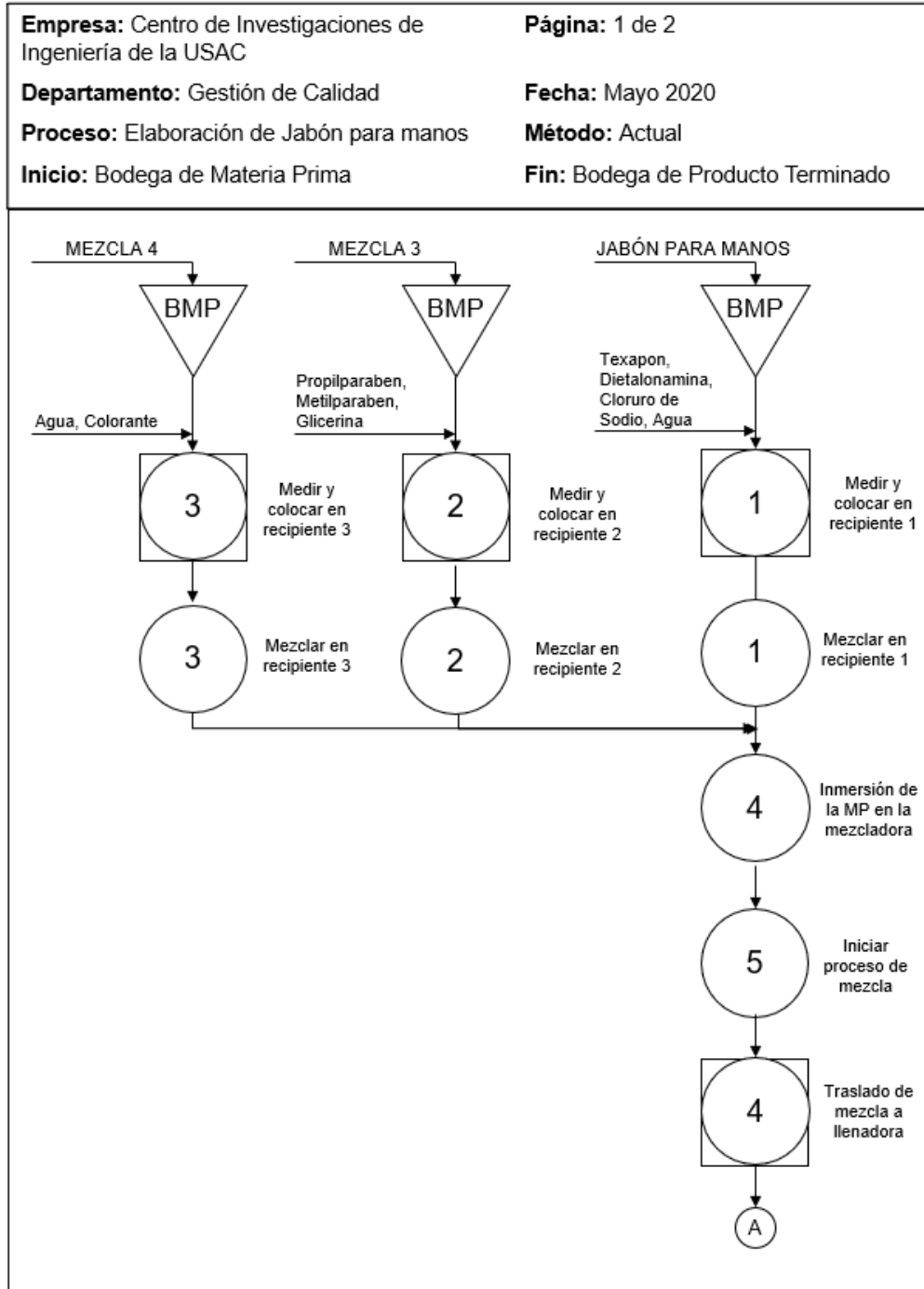
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Diagrama de recorrido – Elaboración de desinfectante



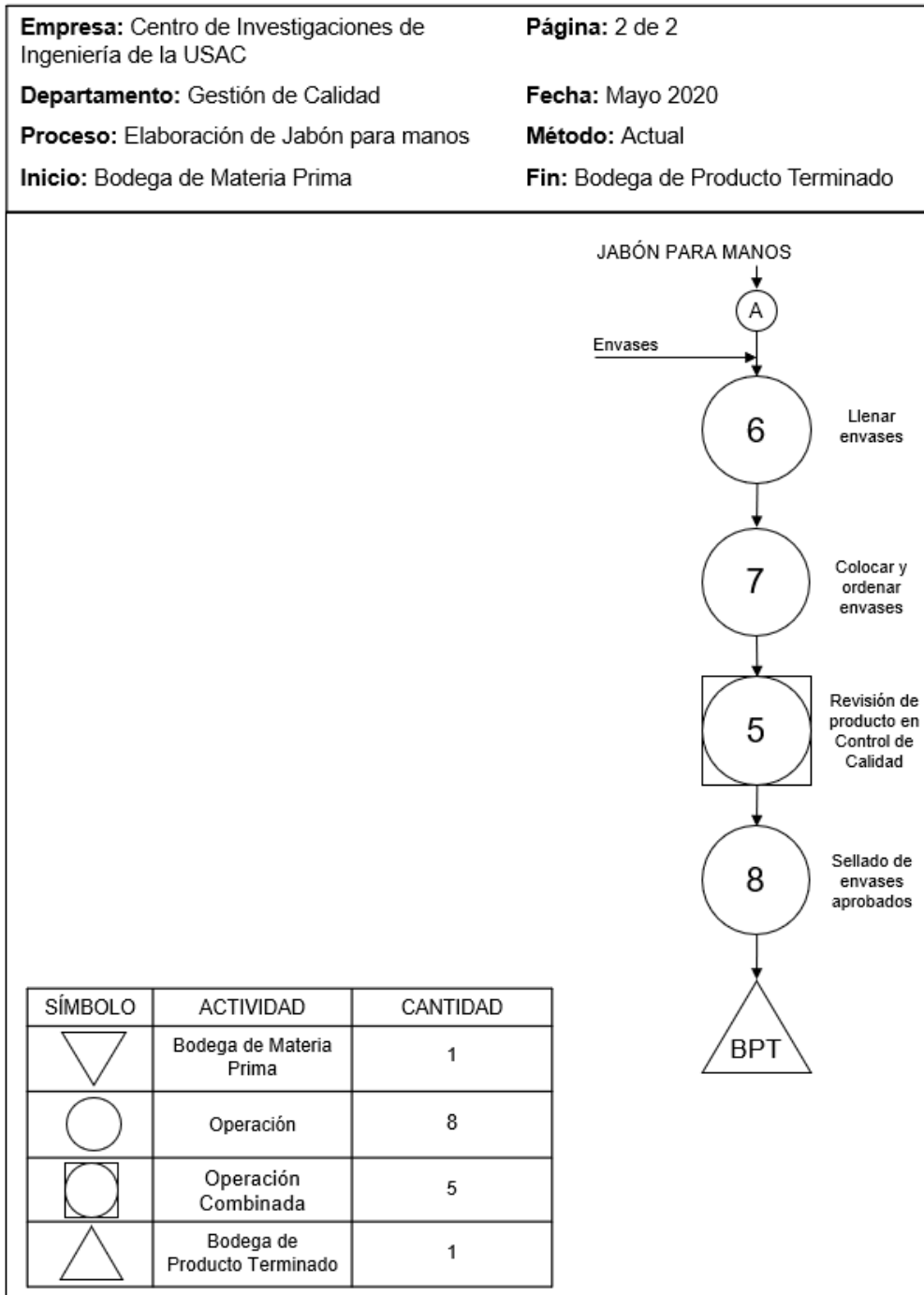
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

Figura 47. Diagrama de operaciones – Elaboración de jabón



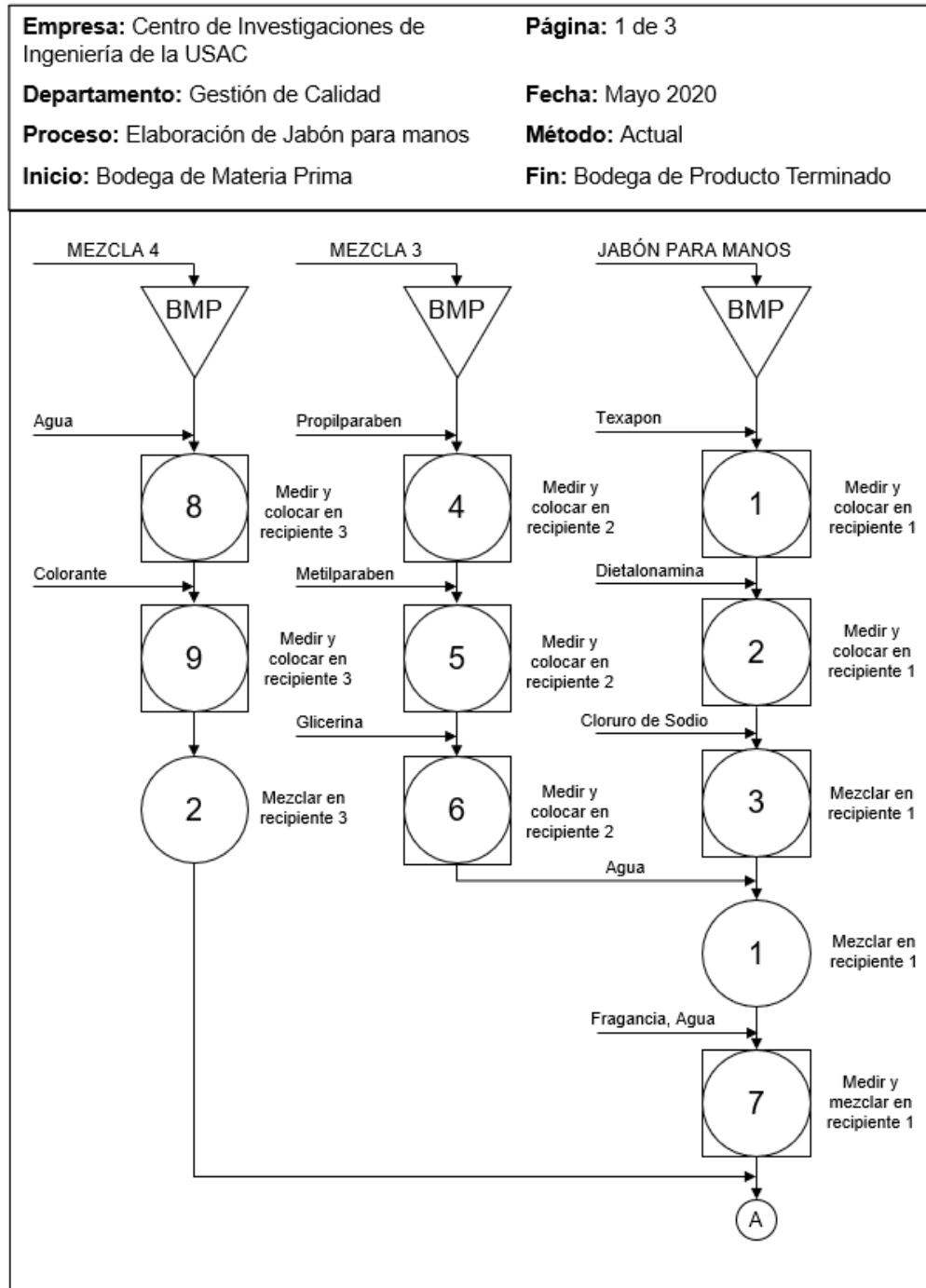
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Diagrama de operaciones – Elaboración de jabón



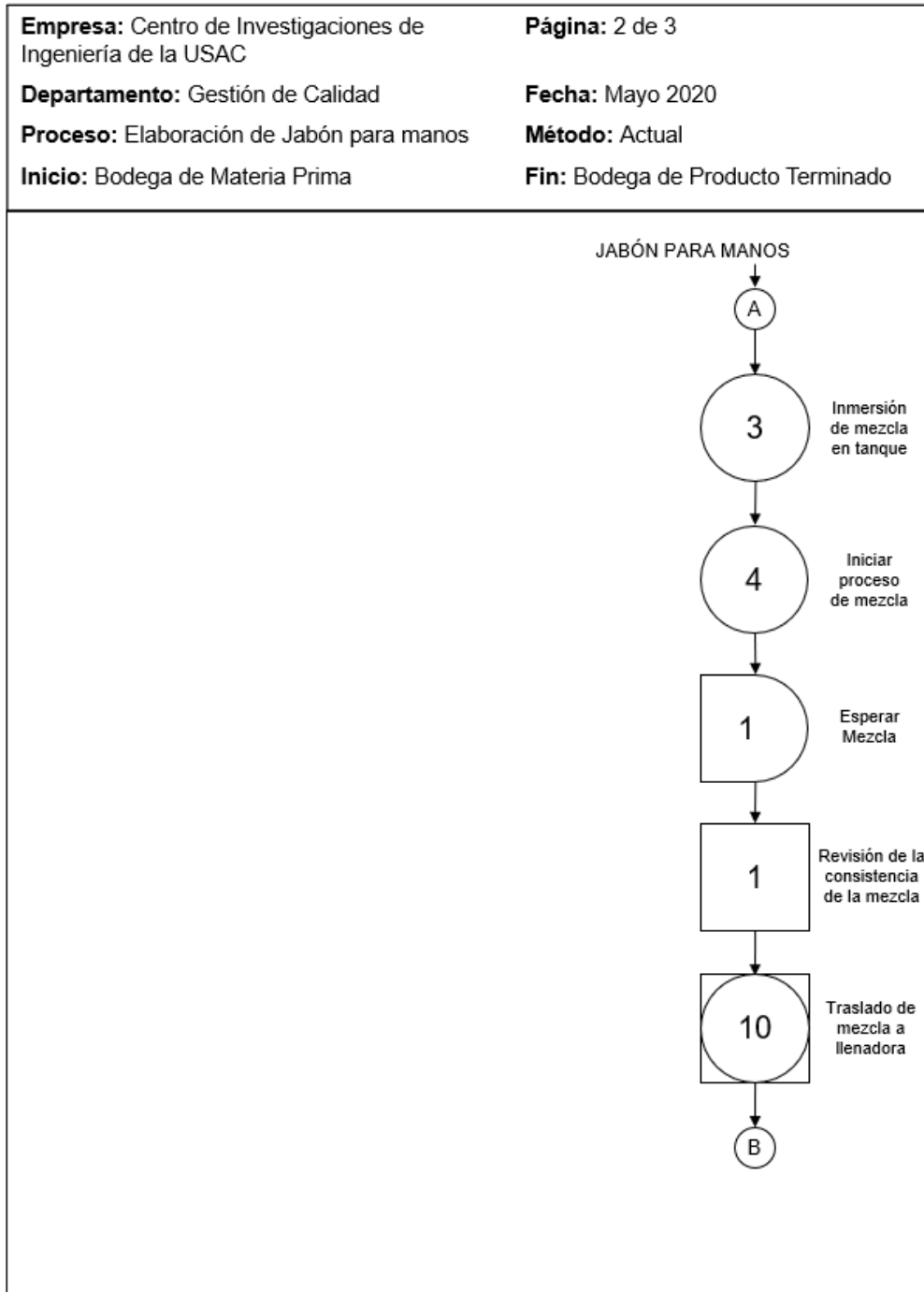
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos



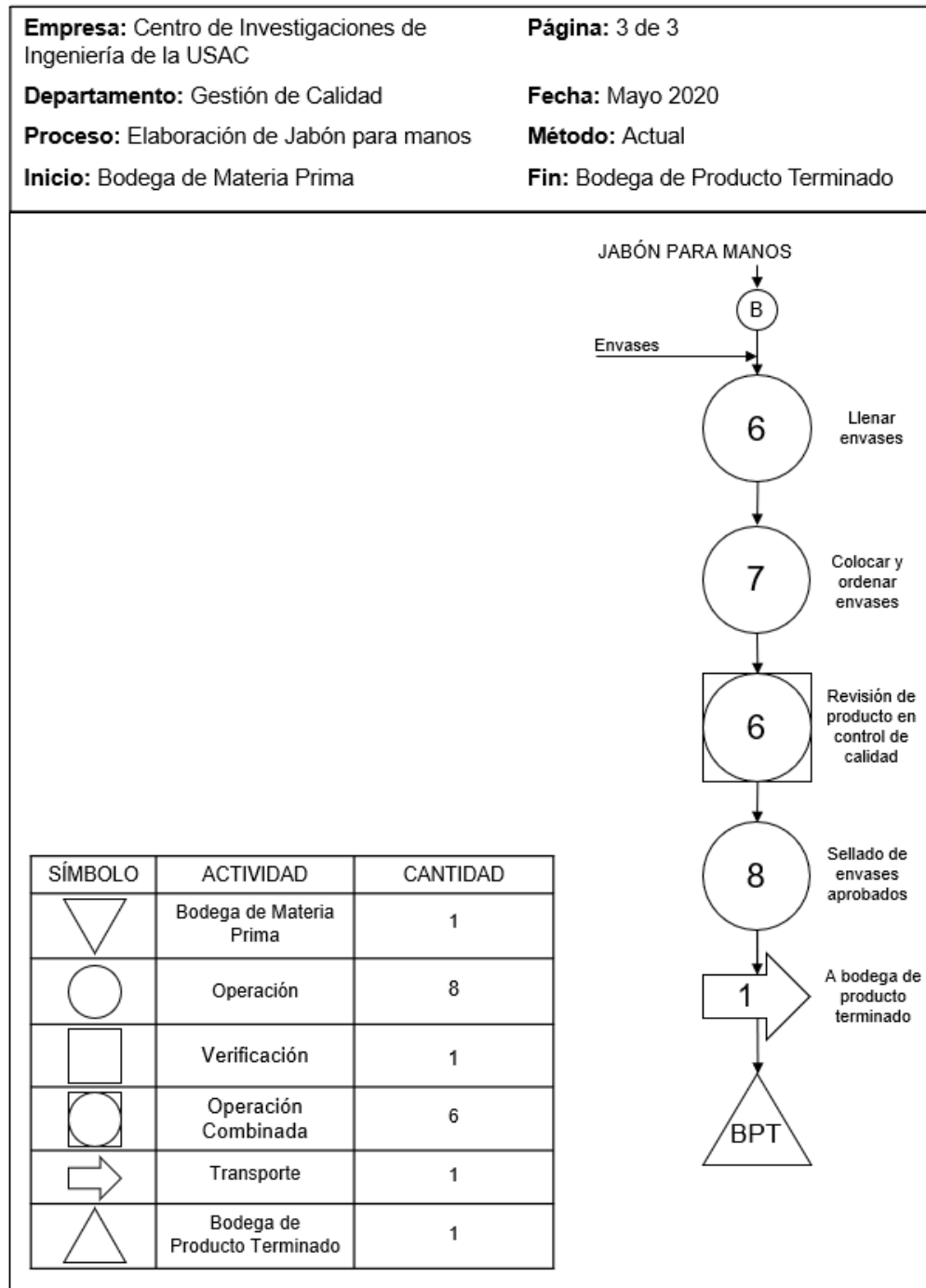
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos



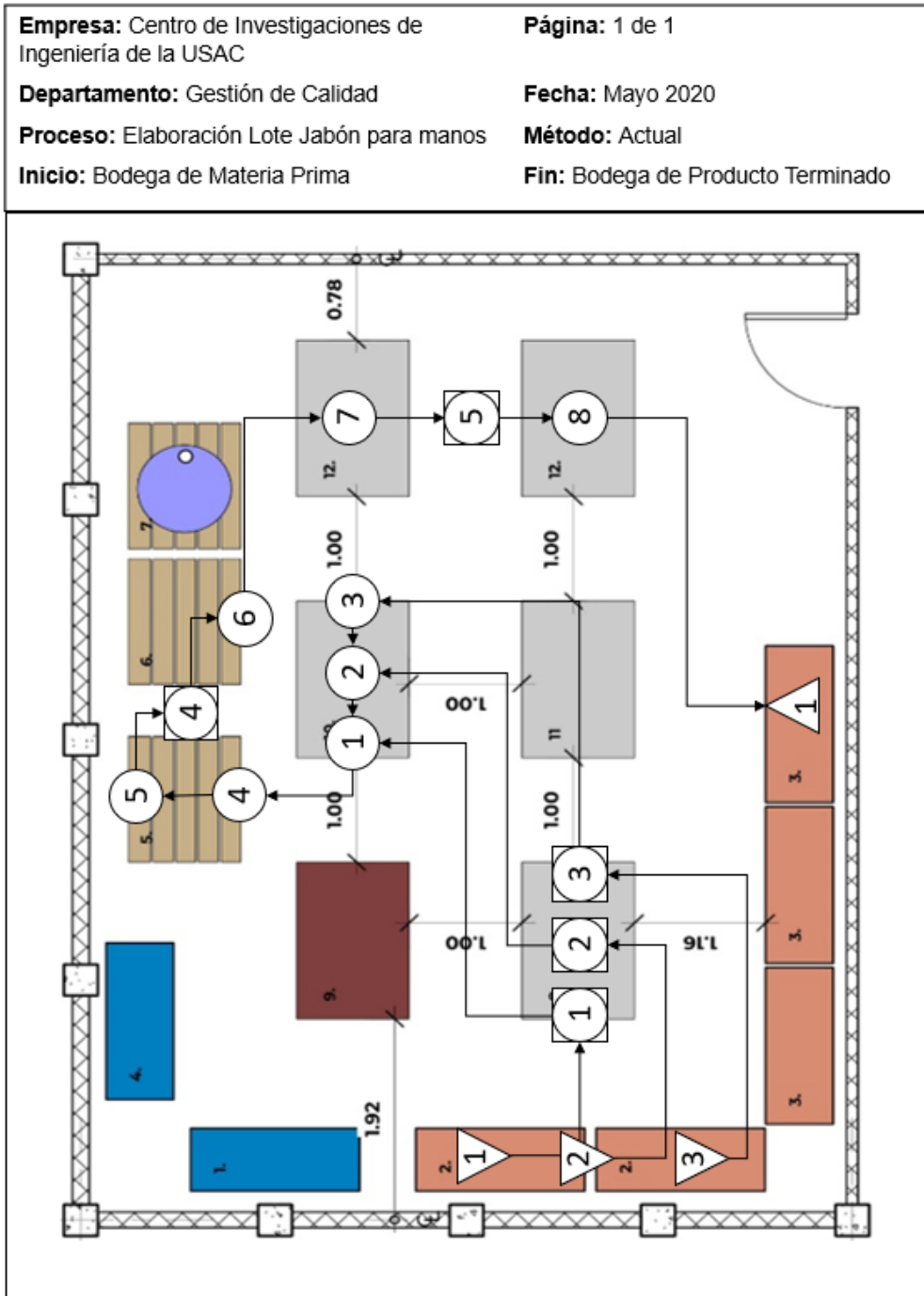
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Diagrama de flujo – Elaboración de jabón para manos



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Diagrama de recorrido – Elaboración de jabón



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

4.4. Convenio interno

Con la finalidad de establecer un convenio interno o contrato de suministro entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial se deben definir cantidades óptimas de galones de desinfectante, limpiavidrios y jabón para manos de manera mensual.

En el formato que se encuentra en el capítulo anterior se encuentran cantidades elegidas en base a los registros de demanda histórica que la Facultad de Ingeniería proporcionó para fines de estudio.

A pesar de la información propuesta se recomienda que previo a realizarlo de manera oficial se deben revisar estas cantidades y considerar posibles cambios.

4.4.1. Demanda mensual

Dado que los datos proporcionados por el departamento de compras de la Facultad de Ingeniería son de adquisiciones de productos de limpieza de manera mensual, y la recepción de los mismos productos de parte de Proveeduría se realiza de la misma manera, se decidió definir cantidades mensuales de producción y entrega para que la Facultad los utilice en sus instalaciones.

4.4.1.1. Desinfectante

Según los cálculos efectuados para definir la demanda proyectada, se obtuvo un pronóstico de ventas mediante promedio y se determinó una media de 110 galones de desinfectante al mes, aunque en el convenio se

consideraron aproximadamente 10 galones más en los meses donde la afluencia estudiantil es normal, y 10 galones menos en los meses de vacaciones, asumiendo que la cantidad que se utiliza en esos meses disminuye en relación a la cantidad de estudiantes que hacen uso de las instalaciones y los salones de los edificios de la Facultad de Ingeniería.

4.4.1.2. Limpiavidrios

Al realizar el pronóstico de ventas mediante promedio, se determinó una media de 9 galones de limpiavidrios al mes, pero en el convenio se consideraron galones de más y galones de menos dependiendo los meses en los que las instalaciones de la Facultad albergan a más estudiantes o no, si es época de curso de vacaciones.

4.4.1.3. Jabón para manos

De la misma manera que para el desinfectante y limpiavidrios, se realizó el pronóstico de ventas mediante promedio para el jabón para manos, obteniendo como resultado una media de 35 galones al mes, si bien se consideró una mayor cantidad para los meses de febrero a mayo y de agosto a noviembre.

4.5. Programa de producción

Uno de los aspectos más influyentes dentro de una planta de producción es la programación de esta. Se debe respetar un orden lógico y es un proceso posterior a la planeación. Con el programa de producción se determina cuándo se debe iniciar y terminar cada lote de producción, qué operaciones se van a utilizar, qué maquinaria se utilizará y quienes serán los encargados.

La Escuela de Mecánica Industrial en conjunto con el encargado del Maker Space deben tener un programa de producción desde el inicio para que, de este modo, se estandaricen procesos y a medida que el convenio sea puesto en marcha y pase la fase de pilotaje, y con ello la producción vaya incrementando se mantenga un orden en la planta de producción.

Dentro de las ventajas de tener un programa de producción en la planta piloto, está la entrega a tiempo de los pedidos pactados, se logra identificar las necesidades de mano de obra, maquinaria y equipo, se optimiza la utilización de estos recursos y se logra disminuir costos de fabricación.

4.5.1. Capacidad máxima

Debido a que la línea de producción ubicada en el Centro de Investigaciones enfocada en la elaboración de productos de limpieza únicamente ha sido utilizada con fines académicos y los lotes de producción que se han elaborado son proporcionales a la cantidad de estudiantes que asisten a cada práctica, no se ha definido aún la capacidad máxima de producción de manera mecánica. Por ello se deduce que la producción está limitada a la capacidad del tanque mezclador (400 L).

Asimismo, dado que se propone un convenio interno únicamente entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial, por el momento no es necesario saber el dato exacto de su capacidad máxima.

Sin embargo, dentro de los planes de mejora que se deben considerar como Escuela de Mecánica Industrial, es el ir incrementando “clientes”, creando alianzas con otras facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y

con el incremento de estas alianzas, identificar la capacidad máxima diaria de producción que tiene la línea de productos de limpieza del Maker Space.

4.5.2. Producción diaria

La capacidad de producción es el techo de máxima obtención de productos que pueden lograrse por unidad productiva durante un período de tiempo previamente determinado.

Para determinar la capacidad de producción diaria que tiene la línea de producción de productos de limpieza del Maker Space, se considerará como tiempo de funcionamiento de la planta 4 horas diarias, debido a que ese es el horario que cumple el encargado del laboratorio.

Considerando un tiempo de producción promedio de una hora por lote, en una jornada diaria se pueden producir hasta cuatro lotes por día de desinfectante y limpiavidrios; mientras que del jabón para manos se pueden producir hasta tres lotes completos.

4.5.3. Programa

Como primer paso para obtener el programa de producción al que se va a apegar la línea de producción del Maker Space, se debe tener un cálculo aproximado de tiempos según la cantidad demandada.

Al obtener los tiempos estimados de algunas actividades y definir tiempos promedio para las que estaban pendientes, se logró establecer una producción diaria y la capacidad de la línea de producción, teniendo en cuenta que no es su capacidad máxima.

Seguidamente se debe calcular la cantidad de materia prima por lote de producción de cada producto de limpieza, para de esta manera establecer fechas de producción y con este programa mantener un manejo de materiales adecuado que permita el cumplimiento de las entregas estipuladas en el convenio.

A continuación, se hace el cálculo de materia prima por lote de desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios, para posteriormente incluir el programa en la logística del proceso.

Tabla XXXIX. Formulación del desinfectante

Materia Prima	Cantidad por lote
Nonilfenol	300 ml
Alcohol isopropílico	200 ml
Amonio cuaternario	80 ml
Propilenglicol	160 ml
Formaldehido	20 ml
Color vegetal	C.S.P.
Aroma	300 ml
Agua	C.S.P. 20 GALÓN

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Formulación del jabón para manos

Materia Prima	Cantidad por lote
Texapon	6 660 g
Dietalonamina	1 000 ml
Cloruro de Sodio	3 000 g
Propilparabeno*	20 g

Continuación de la tabla XL.

Metilparabeno*	20 g
Glicerina	300 ml
Fragancia	300 ml
Colorante	C.S.P
Agua	C.S.P

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Formulación para limpiavidrios**

Materia Prima	Cantidad por lote
Agua	20 gal
Formol	80 ml
Texapon	600 g
Alcohol Isopropílico	2 500 ml
Butil cellosolve	2 000 g
Amoniaco	100 ml
Azul mineral	CSP

Fuente: elaboración propia.

4.6. Manejo de materiales

Es imprescindible para incrementar la productividad y lograr una venta competitiva en el mercado, es un aspecto importante de la calificación, control y logística por cuanto abarca el aspecto físico de transporte, almacenaje y localización de los materiales.

En un sistema de manejo de materiales se tiene coordinación o descoordinación, se tienen elementos que permiten el efectivo movimiento de la materia prima, solo productos y productos para una facilidad de manufactura.

Para un correcto diseño de manejo de materiales se debe entender como un sistema, evaluar los criterios que lo caracterizan, establecer los objetivos del sistema, conocer el flujo del proceso de producción, identificar actividades y determinar requerimientos de espacio y asignación de áreas. Asimismo, se debe identificar el tipo de sistema en el que se va a diseñar el manejo de materiales de la línea de producción de productos de limpieza ubicada en el Maker Space del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

Por el tipo de producción y el diseño de planta propuesto en secciones anteriores, se decide definir el sistema orientado al método, que se describe en función del tipo de producción donde va a ser utilizado, puede ser manual, automatizado o por orden de trabajo. El convenio estipula órdenes de entrega en fechas predeterminadas de manera mensual.

4.6.1. Materia prima

Para un correcto manejo de materiales dentro del Maker Space se debe dar prioridad en el almacenamiento de la materia prima, dado que los componentes químicos deben estar en óptimas condiciones para su buen funcionamiento al utilizarlas durante los procesos de producción.

Se deben mantener los componentes cubiertos de cualquier incidente o accidente que ocurra en las instalaciones del laboratorio y tiene que ser accesible para tener un control detallado sobre la existencia real de la materia prima y coordinar futuras compras, logrando que no se agoten los materiales.

La ventaja de la distribución propuesta en la planta que se encuentra en el Maker Space, es la delimitación del espacio que se hace por la estantería, cumpliendo con la función de bodega de almacenamiento de materia prima y bodega de producto terminado.

4.6.1.1. Control de inventarios

Para dar un seguimiento continuo sobre la existencia de materias primas, suministros y productos terminados dentro del laboratorio Maker Space, se debe realizar un sistema de inventarios, porque se requiere garantizar la cantidad correcta de materia prima, con la calidad óptima, en el lugar y momento adecuado.

Dado la naturaleza del convenio propuesto entre la Escuela de Mecánica Industrial y la Facultad de Ingeniería, se recomienda utilizar un sistema de inventarios periódico para la materia prima y producto terminado, ya que permitirá a los encargados del laboratorio conocer los niveles de inventarios inicial y final, durante períodos de tiempo específicos, que será al principio y finales de cada mes.

La facilidad de este tipo de sistema es que se rastrea el inventario usando conteos físicos, para determinar la cantidad necesaria de compra respetando el método de contabilidad de inventarios PEPS para preservar la calidad en la materia prima y el producto terminado.

4.6.2. Producto terminado

El laboratorio debe proporcionar áreas seguras para prevenir el daño o deterioro de los productos terminados que estén pendientes de entregarse a la Facultad de Ingeniería.

Para ello, se deben definir métodos y programar la producción de modo que no pasen tiempos prolongados en las estanterías que cumplen la función de bodega de producto terminado.

Se determinó que los productos no pueden ser estibados uno sobre otro, pero si deben colocarse uno junto a otro en las estanterías, estableciendo cada nivel en la estantería un tipo de producto para mantener un control y orden interno, esta organización proporciona estabilidad en las condiciones seguras de trabajo y permite la conservación de las características de calidad de los productos, dado el espacio donde está ubicada la planta y la naturaleza de los productos, se deben controlar las condiciones de humedad, temperatura, limpieza y vibración.

Para mantener un orden y control sobre el producto terminado y tiempos de entrega se establece un proceso logístico interno sencillo, que permita procesos de producción continuos y entregas a tiempo.

4.7. Logística en el proceso

El propósito de la logística en el proceso de producción que conllevará la elaboración de los productos de limpieza pactados en el convenio interno entre la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial es sincronizar con

precisión el proceso de producción y las operaciones necesarias de suministro, durante y después de la producción.

La finalidad de la logística en el proceso es reducir el *lead time* de fabricación, que se refiere al tiempo que discurre desde que se genera una orden de trabajo hasta que el producto está terminado.

El flujo de materiales durante todo el proceso desde la fuente de materia prima hasta el consumidor final pasa por una serie de vínculos de producción. La gestión del flujo de materiales en esta etapa tiene sus propias especificaciones.

Para mantener un orden y control interno en el laboratorio de los procesos de producción que se realizarán, se recomienda seguir una serie de pasos para también, simular una línea de producción convencional con la que los estudiantes se encontrarán en el mundo laboral.

Al definir la logística en el proceso nos permite procurar que la transformación por la que pasa la materia prima a productos de limpieza se realice manteniendo los estándares de calidad a los que se apega el laboratorio, tratando de mejorarla día con día.

4.7.1. Solicitud de demanda

La solicitud de demanda se refiere a la orden de producción que deberá completar la Escuela de Mecánica Industrial y entregar a los encargados del laboratorio, después de haber pactado con la Facultad de Ingeniería las cantidades mensuales que se deben entregar de cada tipo de producto de limpieza.

Se presenta el formato propuesto de la orden de producción, cabe resaltar que se deben agregar los logos del Maker Space y la Escuela Mecánica Industrial.

Figura 53. **Formato de orden de producción**

ORDEN DE PRODUCCIÓN		No. _____		
Fecha de Expedición de la Orden:		_____		
Unidad Académica:		_____		
Fecha de Entrega de la Orden:		_____		
Encargado:		_____		
Cargo:		_____		
Producir lo siguiente:				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Subtotal
Autorizado por:		Total _____		
		Abono _____		
		Pendiente _____		
IMPORTANTE: FECHA LÍMITE PARA ENTREGA DE LOS PRODUCTOS DE LIMPIEZA ____ / ____ / ____				

Fuente: elaboración propia.

4.7.2. Programa de producción

Al hacer la recepción de la solicitud de demanda u orden de producción, se procede a realizar el programa de producción enfocado en las fechas en que se recibió y la fecha en la que se debe entregar.

El programa de producción es la conexión entre el entorno, el mercado y la capacidad productiva del laboratorio. Para que los encargados del laboratorio realicen y ejecuten el programa de producción fue necesario fijar horarios y determinar la capacidad del proceso.

Una de las ventajas que se tiene por el convenio, es que se conoce con anterioridad la cantidad de productos de limpieza que la Facultad de Ingeniería requiere y en los meses que los requiere, sabiendo esto y los tiempos de producción por lote calculados en la sección 3.3.1 se logra definir fechas aproximadas para producir los lotes de desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios que estén indicados en la orden de producción.

Dadas las cantidades que se requieren de cada producto de limpieza se determinó que, en un período de 4 a 5 días de producción, se podrá cumplir con los lotes requeridos, considerando que se realice los días 20 de cada mes para considerar un tiempo prudente por cualquier inconveniente que se de en la producción tener días de holgura para poder solventarlos y cumplir a tiempo con la entrega pactada.

4.7.3. Producción

Teniendo fechas establecidas de producción de manera mensual, se debe proceder a la fase de ejecución del programa.

Considerando el apoyo como mano de obra a la persona encargada del laboratorio y estudiantes que apoyan al laboratorio como práctica profesional.

Dentro de la producción se deben identificar fallos o retrasos durante el proceso de producción que deben ser mejorados para el siguiente mes, y de este modo, lograr la mejora continua en cada fase del proceso productivo, desde la formulación de los productos de limpieza hasta la entrega de los lotes.

4.7.4. Producto terminado

Al finalizar el proceso de producción, se deben colocar los lotes de cada producto de limpieza en las estanterías que delimitan el espacio del laboratorio en el Centro de Investigaciones.

Se recomienda hacer un recaudo de información y recomendaciones por parte de los involucrados para llegar a un consenso y permitir ajustes en el proceso que mejoren la calidad de los productos y la eficiencia del proceso, logrando así una optimización de los recursos.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

Al implementar la propuesta del convenio interno o contrato de suministro entre la Escuela de Mecánica Industrial y la Facultad de Ingeniería, se espera tener como resultado el tiempo de producción continua y definir períodos de tiempo exactos para planear la producción y cumplir con fechas de entrega.

Dado que la propuesta debe entrar aún en consenso entre las partes involucradas, se pueden hacer cambios en cantidades y el valor de los productos, de modo que la Escuela de Mecánica Industrial salga aún más beneficiada y que no afecte el presupuesto de la Facultad de Ingeniería, considerando que al tener como resultado los tiempos se logrará determinar con exactitud los costos de materia prima mensual por la producción de cada producto.

5.1.1. Interpretación

En el primer semestre de ejecutar el convenio entre la Escuela de Mecánica Industrial y la Facultad de Ingeniería se deben tener resultados de costos, tiempo y calidad reales del proceso productivo de los productos de limpieza da manera constante.

Lo presentado en el capítulo 3 y 4, son valores aproximados calculados a partir de la producción minoritaria de los distintos productos de limpieza dado el enfoque académico que se le ha dado al laboratorio.

En cambio, al ejecutar el convenio se logra una producción periódica de manera constante mes a mes que permitirá la detección de errores y mejoras que se deban realizar para aumentar la calidad en los productos, disminuir los costos y tiempos de producción.

5.1.2. Aplicación

Al obtener como resultados el tiempo, costos y la calidad del producto se podrá reestructurar el programa de producción.

Con los resultados de tiempo de producción se establecerán fechas concretas para el programa de producción, determinar si el tiempo propuesto fue correcto o se debe considerar más holgura para cumplir con los tiempos de entrega de los lotes de cada producto de limpieza.

Con los resultados de los costos mensuales, se podrá determinar una ganancia real dado que la producción continua permitirá compras de materia prima mayores obteniendo una reducción en los costos por materia prima.

Finalmente, con los resultados de la calidad en los productos de limpieza elaborados en los seis primeros meses de ejecución del convenio se logrará una retroalimentación por parte de la Facultad de Ingeniería que permita estudiar e identificar posibles mejoras en la formulación de los distintos productos de limpieza: desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios.

Es imprescindible la comunicación continua entre las partes involucradas en el convenio para lograr la mejora continua de la línea de producción.

5.2. Ventajas y beneficios

El convenio interno entre la Facultad de Ingeniería y la línea de producción de la Escuela de Mecánica Industrial ubicada en el Centro de Investigaciones propone una alianza estratégica para la mejora continua en los procesos académicos y de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Mecánica Industrial y carreras afines que realicen prácticas en dicha planta piloto.

Brindando un espacio como apoyo académico en pro de la mejora continua en diferentes ámbitos y carreras que ofrece la Facultad de Ingeniería, se pretende ofrecer un modelo de negocio auto sostenible que permita el mantenimiento de la línea de producción por sí misma.

5.2.1. Reducción de costos

Al momento de considerar la auto sostenibilidad de la línea de producción se debe pensar en reducir los costos lo más que se pueda, con la finalidad de obtener más dinero para invertir en un laboratorio que cuente con una línea de producción completa.

La reducción de costos de materia prima e insumos se obtiene al producir una cantidad considerable de productos de limpieza mes a mes, dado que se compra materia prima por mayor y los costos de energía se reducen por galón.

5.2.2. Optimización de recursos

Al hablar de optimización de recursos, se refiere a la forma de mejorar las acciones o trabajos que se realizan dentro del proceso productivo para la elaboración de desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios.

Al manipular la materia prima que se requiere para cada proceso de producción que se iniciará en el laboratorio, suele existir una pérdida dependiendo la precisión y exactitud con la que se mida.

Si las cantidades son menores, es más probable una pérdida de materia prima, dado que requiere una mayor exactitud en la medición; por otra parte, si las cantidades de producto a elaborar son mayores, se reduce el porcentaje de pérdida de materia prima, dado que las medidas son más grandes, la precisión que se requiere no es la misma.

Incluso se aprovecha de una mejor manera el recurso humano que se tiene para la elaboración de los productos de limpieza.

5.2.3. Apoyo a la investigación

Como parte del compromiso que adquiere cada escuela de la Facultad de Ingeniería con fomentar la investigación en sus estudiantes, la Escuela de Mecánica Industrial brinda una oportunidad de investigación para otras escuelas en el laboratorio.

Para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química, es una oportunidad de investigación y mejora en la formulación de los productos de limpieza que se elaboran en el laboratorio, que permitirá una mejora considerable en la calidad de estos; para los estudiantes de la Escuela de Mecánica y Eléctrica, en el mantenimiento y mejora de la maquinaria que forma parte de la línea de producción; para los estudiantes de la Escuela de Mecánica Industrial, en la mejora continua de los procesos de producción y diseños en planta; y para los estudiantes de la Escuela de Sistemas, en la creación de un sistema de inventarios óptimo que permita controlar la materia prima y producto

terminado, además de un sinfín de oportunidades que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería podrán aprovechar por la disponibilidad de este espacio para sus investigaciones, prácticas finales y proyectos de grado.

5.2.4. Laboratorio auto sostenible

El objetivo principal de establecer y firmar el convenio entre la Facultad de Ingeniería y Escuela de Mecánica Industrial es lograr la permanencia de los recursos económicos de la facultad en la escuela, y de este modo, obtener parte de lo que se requiere para la mejora continua de la línea de producción del laboratorio.

Al mencionar la autosostenibilidad del laboratorio, es lograr que la misma producción que se realiza en el laboratorio permita mantener por sí solo la producción de los próximos meses.

5.2.5. Control de calidad

Dentro de los beneficios y ventajas que se obtendrán al lograr que la propuesta del convenio interno se lleve a la acción se plantea una mejora continua en el control de la Calidad de los productos de limpieza que se ofrecen dentro de la planta de producción, considerando como posibles actores de dicha mejora de la fórmula a estudiantes de Ingeniería Química que puedan analizar las cantidades y componentes utilizados actualmente y mejorar la calidad de los productos que se ofrecen.

5.3. Acciones correctivas

Teóricamente, según la ISO 9000-2005, una acción correctiva se define como una o un conjunto de actividades tomadas para eliminar las causas de una no conformidad detectada o alguna situación indeseable dentro de un proceso.

Dentro de la propuesta de la implementación del convenio y reingeniería de la línea de producción, se deben considerar como parte fundamental de la mejora continua la detección de errores y planificación de acciones correctivas que permitan un manejo óptimo de recursos e insumos y con ello, minimizar los costos y maximizar ganancias que logren la autosostenibilidad de la planta.

Se considera fundamental la mejora de los procesos y con el transcurrir del tiempo, lograr un aumento de la demanda al expandir el nicho de mercado a otras facultades del Campus Central, hasta lograr ser los proveedores oficiales de toda la Universidad.

5.3.1. Mejora de procesos

Antes de adentrarse a una mejora de procesos, se deben conocer y entender los procesos actuales que se realizan en la línea de producción, cómo funcionan y detectar los posibles cuellos de botella.

Debido a la magnitud y el tipo de productos de limpieza que se ofrecen, se pueden analizar los procesos de forma sencilla, a pesar de esto, es imprescindible explicar y lograr que las personas involucradas durante el proceso de producción comprendan cada fase o estación de trabajo.

Después de un análisis meticuloso de los procesos que conforman la línea, se debe hacer un mapeo modelando el proceso, buscando una manera óptima de realizarlo o mejorarlo, se debe responder la pregunta ¿existe otra forma de realizar este proceso encontrando un mejor resultado, más rápido y utilizar menos recursos?

Finalmente, se deben hacer planes de acción y ejecutarlos. La mejora de procesos se debe mantener en función del crecimiento de mercado que se pretenda lograr.

5.3.2. Aumento de demanda

Dentro de los alcances del proyecto y a donde se pretende llegar, es lograr ser los proveedores oficiales en productos de limpieza de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para lograr el éxito del convenio y el crecimiento adecuado de la línea de producción actual se debe realizar de manera exponencial. Primeramente, se propone realizar dicho convenio únicamente con la Facultad de Ingeniería, en donde se comprobará la capacidad máxima de la línea, de la maquinaria y del equipo a utilizar dentro de los procesos.

En la fase inicial, la ejecución de la propuesta, se deben detectar errores y posibles oportunidades de mejora para que, al decidir expandir el mercado y aumentar la oferta con otras facultades, se logre por medio de la divulgación entre unidades académicas, renombre y permitan la creación de nuevos convenios hasta mantener como clientes a la Universidad en general.

5.4. Entidades responsables

Para lograr el éxito de la propuesta del convenio debe existir una relación estrecha entre ambas partes comprometidas. Las entidades responsables generales son la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial, pero para lograr el seguimiento adecuado se deben contar con entidades específicas que se responsabilicen por velar por el cumplimiento del convenio.

Se recomienda por parte de la Facultad de Ingeniería que la entidad responsable sea el Departamento de Compras junto a Tesorería, para evaluar la demanda necesaria y efectúen el pago de los productos. Por su parte, los responsables de la Escuela de Mecánica Industrial se proponen al encargado del Maker Space y a su vez, el encargado de la línea de producción y el laboratorio que se encuentra en el Centro de Investigaciones.

5.4.1. Departamento de Compras

La gestión de un departamento de compras dentro de una organización asegura que todos los bienes, servicios e inventario necesarios para la operación del negocio se ordenen y se encuentren a tiempo en los almacenes de cualquier empresa.

De forma estratégica se propone que el Departamento de Compras sea el encargado de velar por el la parte correspondiente a la Facultad de Ingeniería según el convenio.

Debido a que es el área encargada de realizar compras y mantener el control de lo que Proveeduría le otorga a la facultad.

Como parte del convenio es responsabilidad de la Facultad de Ingeniería proporcionar la cantidad de demanda mensual para cada tipo de producto, considerando todos los edificios que albergan a los estudiantes de Ingeniería, y son los encargados de efectuar el pago correspondiente pactado en el convenio.

5.4.2. Autoridades del Maker Space

Como entidad responsable de la otra parte del convenio, se deben incluir a las autoridades correspondientes del Maker Space, principalmente al encargado de la línea de producción de productos de limpieza, responsable de la producción, control de inventarios y control de calidad de los productos que se realicen para la Facultad de Ingeniería. Que cumplirá con el rol de Jefe de Producción, encargado de mantener el control de la materia prima necesaria para la cantidad de producto mensual pactado, y será el encargado de supervisar las equivalencias pertinentes para iniciar el proceso de producción y de velar por el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene industrial por parte de los que apoyen durante el proceso.

Es importante contar como responsable al Coordinador del Maker Space de la Escuela de Mecánica Industrial, responsable de velar por obtener el apoyo necesario de la EMI y el contacto directo entre la escuela y la facultad para cualquier tipo de intervención.

Sin dejar de lado, de forma estratégica, se necesita el apoyo de la directora o director de escuela del Centro de Investigaciones, para que permitan el ingreso de estudiantes y personal para lograr el trabajo continuo y producción mensual pactados.

5.5. Auditorías

Como todo inicio de un nuevo proceso o la implementación de una norma debe ser observado, revisado y examinado meticulosamente con la finalidad de detectar fallas a nivel interno y situaciones que afecten su rendimiento a nivel externo.

Cabe destacar la existencia de muchos tipos de auditoría, pese a todo, se suele asociar a la auditoría financiera, sobre la razonabilidad y presentación de la situación económica de la organización, en este caso, de la planta piloto.

Una auditoría permitirá la identificación de errores cometidos en la organización y enmendarlos a tiempo, logrando la toma de medidas que permitan la optimización de sus operaciones y el ahorro de los costos.

Dentro de la propuesta se plantean dos tipos de auditorías para dar el seguimiento adecuado a la planta piloto, en la auditoría interna se recomienda enfocarse en los estándares de calidad de los productos que se están ofreciendo dentro del convenio, controlar el flujo de proceso, la funcionalidad de los productos y la optimización de costos que mantengan o permitan mejorar los niveles de calidad actuales.

Por su parte, se recomienda una auditoría externa realizada por el otro involucrado en el convenio, la Facultad de Ingeniería, donde permita la identificación de errores en la organización y posibles mejoras que se puedan realizar para el mantenimiento de la planta piloto.

5.5.1. Internas

Como se mencionó anteriormente, las auditorías internas son realizadas específicamente por las personas que se encuentran dentro de la planta, debido a la forma en la que el convenio quedó estipulado, un cumplimiento de demanda mensual se recomienda que las auditorías internas se realicen mensualmente. Donde la persona encargada de la planta en conjunto a los encargados del Maker Space y personal de apoyo, realicen inspecciones previas a la entrega del producto, revisen y controlen el nivel de stock de materia prima y producto terminado, evalúen el nivel de producción, desperdicios, niveles de venta, ingresos y egresos económicos.

Sin dejar de lado, el monitorear de forma constante, el buen funcionamiento de las máquinas e informar cualquier desperfecto que evite un paro de producción y con ello un incumplimiento en la entrega del producto pactado en el convenio.

5.5.2. Externas

Como parte del control externo del funcionamiento, efectividad y manejo de insumos, materia prima y maquinaria, se recomienda que las auditorías externas estén a cargo por el decano de la Facultad de Ingeniería, la directora del Centro de Investigaciones, el jefe de la sección de Gestión de la Calidad y un representante de la Escuela de Mecánica Industrial encargado de velar por el cumplimiento del convenio por ambas partes, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las cláusulas del convenio, los resultados obtenidos, control de ingresos y egresos con el objetivo de la mejora continua y constante de la planta piloto.

Dar a conocer los avances del proyecto y proponer planes de mejora continua, se deben considerar proyecciones financieras a corto y largo plazo, controlar los procesos, la producción y el manejo de materiales y los recursos que se obtienen de la Facultad de Ingeniería.

Lograr un consenso entre las autoridades de la Facultad de Ingeniería, del Centro de Investigaciones y del Maker Space para promover la mejora de la planta y de los productos a través del apoyo e innovación por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES

1. Como resultado del estudio de mercado de los distintos productos de limpieza que hace uso la Facultad de Ingeniería se determinó una demanda promedio mensual de 110 galones de desinfectante, 35 galones de jabón para manos y 20 galones de limpiavidrios. De la misma manera, se identificó que la línea de producción tiene la capacidad de producirlos y cumplir con esa demanda inicial para comercializarlos internamente en la Universidad.
2. La mejora de la línea de producción ubicada en el Centro de Investigaciones abarca el rediseño de la planta, el mantenimiento en la maquinaria y equipo, la estandarización de procesos y la definición de costos de producción por lote, permitiendo una mejora en el aprovechamiento de todos los recursos productivos: tiempo, equipo, materia prima, insumos y recurso humano.
3. La nueva organización de las áreas de trabajo simula una línea de producción continua, dividida por estaciones de trabajo para la medición, mezclado, llenado, revisión y sellado de los productos elaborados, logrando respetar el flujo del proceso de elaboración de los distintos productos de limpieza, el establecer distancias entre estaciones permite evitar pérdidas de tiempo y materia prima por algún incidente dentro de la planta piloto.

4. Para aumentar la productividad de la línea se establecieron tiempos estándares promedio de 70 s para el llenado, 50 s para el pesado y 16 s para el sellado por galón de los distintos productos de limpieza, logrando definir un tiempo de producción por lote de 20 galones en 1.5 horas. Se proyectaron las ventas a incluirse en el convenio para cumplir con la demanda solicitada y aprovechar los recursos productivos.
5. Al realizar un estudio de campo con el personal de compras y mantenimiento de la Facultad de Ingeniería se conoció el comportamiento de la utilización de los productos de limpieza, identificando así, los meses donde se debe producir más. Para cumplir con las fechas de entrega se debe iniciar con la producción los días 20 de cada mes y prever imprevistos o atrasos durante el proceso, mateniendo un control en el inventario de materia prima y el 5 de cada mes identificar la necesidad de reabastecimiento.
6. Se diseñó un convenio interno y contrato de suministro para que la Facultad de Ingeniería en conjunto con la Escuela de Mecánica Industrial decidan la mejor opción para crear un compromiso entre los involucrados y lograr la autosostenibilidad de la línea de producción del Maker Space al vender sus productos de limpieza dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. La reducción de los costos de producción incide en la utilización de la maquinaria al producir en grandes cantidades galones de desinfectante, jabón para manos y limpiavidrios, el porcentaje de reducción de los costos se estimaría en un 5 % por producto.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un canal de comunicación constante y fluido entre los involucrados para afinar detalles sobre cantidades y valores que beneficien a ambas partes.
2. Crear un plan de acción en conjunto con las autoridades de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela de Mecánica Industrial y del Maker Space para la detección de errores a mejorar durante el primer año de implementación del convenio interno o contrato de suministro.
3. Planificar mejoras a corto, mediano y largo plazo a considerarse dentro de la línea de producción del Maker Space, para definir prioridades y los primeros pasos a mejorar después del primer semestre de ejecutarse el convenio interno o contrato de suministro.
4. Mantener comunicación con autoridades de otras escuelas de la Facultad de Ingeniería para lograr un laboratorio integral que permita que los estudiantes de distintas ingenierías fortalezcan la planta piloto y su producción.
5. Establecer reuniones periódicas entre las autoridades de la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Mecánica Industrial para la afinación de detalles, detección de errores y dar propuestas de solución.

6. Delimitar un tiempo de dos años máximo para el pilotaje del convenio dentro de la Facultad de Ingeniería, al finalizar este tiempo, establecer este convenio con otras unidades académicas de la Universidad.

7. Aprovechar el recurso humano e intelectual que aportan los estudiantes para la mejora de la planta y los productos de limpieza que se producen en ella.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVIZURES POZUELOS, Ana Lucrecia. *Análisis ergonómico para la línea de producción de material reciclado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 274 p.
2. Anónimo. *¿En qué consiste la ingeniería de procesos?* [en línea]. <<https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/proyectos-de-ingenieria/en-que-consiste-la-ingenieria-de-procesos>>. [Consulta: 1 de marzo de 2019].
3. BORDA E, Javier. *La sostenibilidad en la fábrica del futuro*. [en línea]. <https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/05/11/empresas/1462993873_153653.html>. [Consulta: 2 de marzo de 2019].
4. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA USAC. *Conócenos*. [en línea]. Página oficial. <<http://portal.ingenieria.usac.edu.gt/cii/>>. [Consulta: 2 de mayo de 2019].
5. ESCUELA DE MÉCANICA INDUSTRIAL USAC. *Plan Estratégico*. [en línea]. Página oficial. <<http://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>>. [Consulta: 2 de mayo de 2019].

6. FACULTAD DE INGENIERÍA USAC. *Antecedentes. Página oficial*. [en línea]. <<http://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>>. [Consulta: 2 de mayo de 2019].
7. FEDERICO, Carola. *Reingeniería de una planta de fabricación de calzado*. [en línea]. <<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/217/TrabajoFinal-Reingenieria-en-una-Planta-de-Fabricacionde-Calzado.pdf/>>. [Consulta: 2 de marzo de 2019].
8. H. SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. [en línea]. <<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>>. [Consulta: 2 de marzo de 2019].
9. MARTÍNEZ OLIVEROS, Marvin Joel. *Estrategias de mercadotecnia para el lanzamiento al mercado de productos de limpieza, elaborados por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, FIUSAC*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. 236 p.
10. MELGAR, Oswin. *Área de gestión de la calidad*. Documentación del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2015. 25 p.

11. MORALES OVALLE, Erick Arnoldo. *Análisis económico de la planta de productos de limpieza, Facultad de Ingeniería, USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 168 p.
12. MUÑOZ, Héctor. *Líneas de producción*. [en línea]. <<https://productionlines.blogspot.com/2008/06/lineas-de-produccion.html>>. [Consulta: 1 de marzo de 2019].
13. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. *Plan estratégico de la USAC 2022*. [en línea]. <http://plani.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2011/06/planipeusac_2022.pdf>. [Consulta: 2 de mayo de 2019].
14. Varios autores. *Líneas de producción*. [en línea]. <<https://prezi.com/3bwqum32bdli/lineas-de-produccion/>>. [Consulta: 2 de marzo de 2019].

ANEXOS

Anexo 1. Sistema de Westinghouse, cálculo del tiempo estándar de procesos

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD


SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Fuente: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. *Revista Científica Epigmalión*
https://www.unjfsc.edu.pe/facultades/ing_indust_sistema/Epigmalion/contenidos/Vol1Num1-Articulo06.pdf. Consulta: mayo de 2020.

Anexo 2. Sistema de suplementos por descanso

		SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO			
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm ² /segundo)	
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER		
a) Trabajo de pie				16	0
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	14	0
Trabajo se realiza de pie		2	4	12	0
b) Postura normal				10	3
Ligeramente incómoda		0	1	8	10
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	6	21
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	5	31
				4	45
				3	64
				2	100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual	
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión	
2,5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	
5		1	2	Trabajos de gran precisión	
7,5		2	3		
10		3	4	g) Ruido	
12,5		4	6	Sonido continuo	
15		5	8	Sonidos intermitentes y fuertes	
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y muy fuertes	
20		9	13	Sonidos estridentes	
22,5		11	16		
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental	
30		17		Proceso algo complejo	
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida	
				Proceso muy complejo	
d) Iluminación				i) Monotonía mental	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo monótono	
Bastante por debajo		2	2	Trabajo bastante monótono	
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo muy monótono	
				j) Monotonía física	
				Trabajo algo aburrido	
				Trabajo aburrido	
				Trabajo muy aburrido	

Fuente: Ing. SALAZAR, Bryan. *Ingeniería Industrial*.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>. Consulta: mayo de 2020.