

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE COSTEO POR ÓRDENES DE TRABAJO PARA  
UN LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Castro Sevillano, Gabriela Margot**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniera Industrial**

Asesor:

**Mg. Valdivia Portugal, César.**

**Arequipa – Perú**

**2019**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO  
DE BORRADOR DE TESIS



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE COSTEO POR  
ORDENES DE TRABAJO PARA EL LABORATORIO DE  
FABRICACION DIGITAL DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
PRESENTADO POR (EL) (LOS) BACHILLER (ES):

CASTRO SEVILLANO GABRIEL MARGOI


NUESTRO DICTAMEN ES:


Favorable

OBSERVACIONES:

TITULO :

Arequipa, 12 Agosto 2019

  
JURADO DICTAMINADOR  
Nombre: Cesar Valdivia  
Parígrafos.  
Código: 1987

  
JURADO DICTAMINADOR  
Nombre: Feily Uday Luna  
Código: 2350

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**FORMATO DE OBSERVACIONES DE EJEMPLAR FINAL**

EL EJEMPLAR FINAL DE TESIS/TRABAJO INFORME TITULADO:

*Propuesta de un sistema de costeo por órdenes de trabajo para un laboratorio de fabricación digital*

PRESENTADO POR EL TITULANDO:

*Castro Sevillano, Gabriela Margot*

TIENE LAS SIGUIENTES OBSERVACIONES:

CAP's y pág.	
	<i>Modificar el objetivo general</i>
	<i>Revisar y modificar títulos, numeración de tablas</i>
	<i>figuras, etc. estandarizando las fuentes</i>
	<i>Modificar las conclusiones y recomendaciones</i>

Arequipa, *28* de *agosto* del 2019

Firmas del Jurado Evaluador:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Levantadas las observaciones formuladas anteriormente, se autoriza la impresión y empastado del ejemplar final.

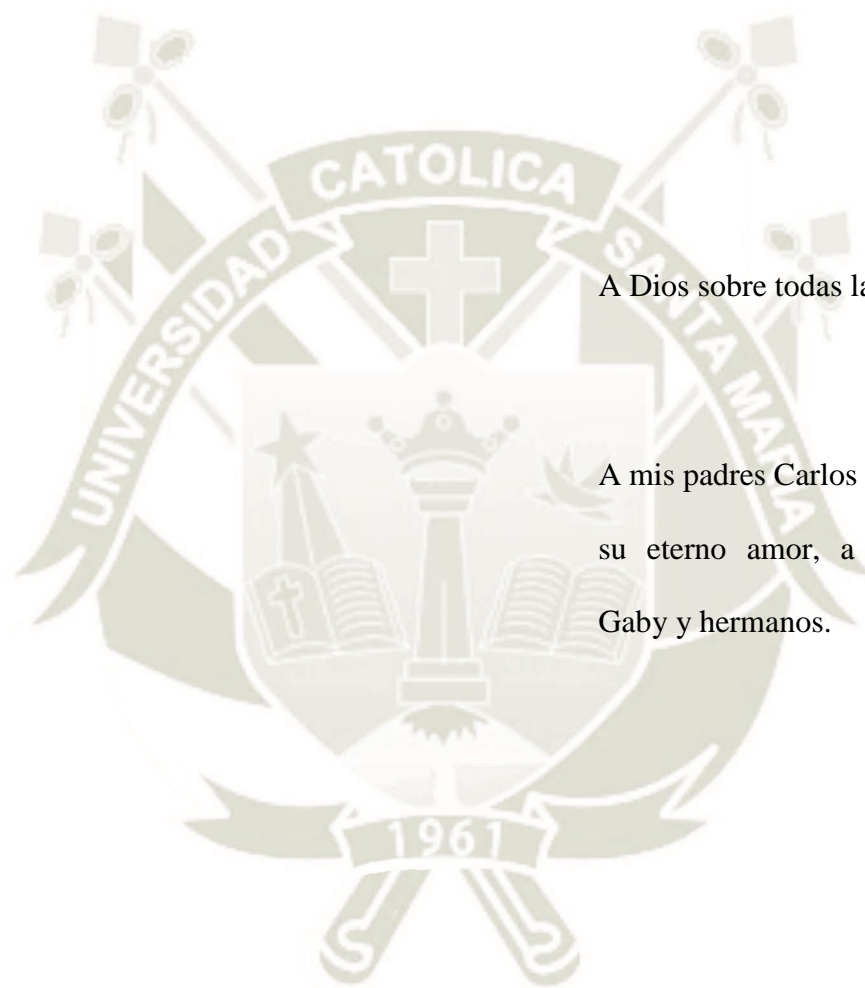
Arequipa, *02* de *setiembre* del 2019

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

## DEDICATORIA



A Dios sobre todas las cosas.

A mis padres Carlos y Gladys por  
su eterno amor, a mi abuelita  
Gaby y hermanos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo lo dedico a Dios porque guía mi camino y me brinda la fortaleza que necesito para lograr lo que anhelo.

A mi madre y a mi padre que, con su sacrificio y eterno amor guiaron mi camino, gran parte de la persona que soy es debido a ellos.

A mi abuelita Gaby por creer en mí y brindarme siempre su inmenso apoyo y cariño.

A mis hermanos por estar siempre presentes.

A todos los Ingenieros y sobre todo a mis asesores que fueron una guía en todo momento para lograr realizar el presente trabajo.

A todas las personas que durante estos años me han brindado su apoyo moral y han compartido sus conocimientos.

## INTRODUCCIÓN

Durante el pasar de los años se observa un claro desarrollo en el campo de la tecnología, se realizó una modernización en cuanto a los computadores desde que se crearon y fueron evolucionando hasta que, al momento poseemos computadoras portátiles con pantalla táctil; otro ejemplo son los celulares, el primer celular de la marca motorola era de un gran tamaño y poseía antena, fue evolucionando con el pasar de los años hasta que, al presente año poseemos celulares inteligentes. Todo esto fue realizado porque en los años precedentes al 2000 todos los datos eran reales, la música se adquiría en discos compactos, se enviaban cartas o telegramas, se realizaban las cuentas en papel, pero el ser humano quiso atravesar fronteras y convertir toda esta información tangible en información en la red, esto nos permite en la actualidad conseguir música, mandar un mensajes o archivos, entre otros con un clic.

La primera revolución de la digitalización fue convertir átomos en bits, y la segunda revolución es pasar los bits (digitalización) a átomos, todo aquello que trabajamos de forma digital poder fabricarlo y materializarlo.

La segunda revolución se está realizando gracias a la introducción de los laboratorios de fabricación digital o Fab Lab, estos han tomado mucha fuerza en el mundo puesto que es una nueva forma de producción de casi todo lo que se puede imaginar. El desarrollo de la fabricación digital está compuesto por tres elementos: los computadores, el software y las máquinas CNC.

La tecnología que implica este laboratorio de fabricación digital tiene muchas aplicaciones en diferentes campos como la medicina, ingeniería, entre otros.

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis es realizado bajo el enfoque de elaborar una propuesta de sistema de costeo que permita a cualquier empresa que desea implementar un laboratorio de fabricación digital, conocer los costos que implica el manejo de dicho laboratorio, así como apoyar la gestión de almacén y recursos dentro de este.

Se puede conocer mediante los diferentes capítulos desarrollados en el presente trabajo, una mayor información sobre las máquinas y procesos que se realizarán en el laboratorio, así como la forma en que se realiza el cálculo de los costos en los que se incurrirá y para los cuales se determina que un sistema de costeo por órdenes de trabajo es el adecuado.

El desarrollo del proceso de costeo considera implicaciones a nivel estratégico, puesto que en el presente trabajo se propone una herramienta práctica y útil para realizar las órdenes de fabricación, permitiendo dar el soporte adecuado para tener una gestión eficiente del laboratorio.

En este trabajo tomamos como referencia la aplicación del modelo de costeo por órdenes de trabajo para la gestión del laboratorio de fabricación digital en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial; por lo que se debe realizar los ajustes pertinentes para aplicar el modelo en otro laboratorio.

**Palabras Clave:** Laboratorio de fabricación digital, sistema de costeo por órdenes de trabajo, herramienta, gestión.

## ABSTRACT

This thesis project is carried out under the approach of developing a proposal cost system that allows any business to implement a digital manufacturing laboratory, knows the costs involved in the management of the laboratory, as well as support the warehouse management and resources within this.

Find out through the different chapters developed in this work, more information about the machines and processes that will be carried out in this laboratory, aside from the way in which the calculation of the costs will be incurred and for it is determined that a work order costing system is adequate.

The development of the costing process considers implications at a strategic level, because in the present work a practical and useful tool is proposed to carry out the manufacturing orders, allowing the adequate support to have an efficient laboratory management.

This work refers to the application the costing system by work order for the management of the Industrial Engineering Professional Program digital manufacturing laboratory; therefore, the relevant adjustments must be applied to the model in another laboratory.

**Keywords:** Digital fabrication laboratory, work order costing system, tool, management.



## ÍNDICE

CAPÍTULO I .....	1
<b>1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	1
<b>1.1. Datos Generales.</b> .....	1
1.1.1. Título. ....	1
1.1.2. Autor(es). ....	1
<b>1.2. Definición del Problema</b> .....	1
1.2.1. Identificación del problema.....	1
1.2.2. Planteamiento del problema. ....	1
1.2.3. Justificación. ....	2
<b>1.3. Objetivos del Proyecto</b> .....	3
1.3.1. Objetivo general. ....	3
1.3.2. Objetivos específicos. ....	3
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	4
<b>1.5. Variables</b> .....	4
1.5.1. Variable independiente.....	4
1.5.2. Variable dependiente.....	4
1.5.3. Operacionalización de variables .....	4
<b>1.6. Tipo de investigación</b> .....	6
1.6.1. Nivel de investigación.....	6
1.6.2. Campo.....	6
1.6.3. Área.....	6
1.6.4. Línea.....	6
<b>1.7. Limitaciones</b> .....	6
<b>1.8. Alcance</b> .....	6
CAPITULO II .....	7
<b>2. MARCO TEÓRICO.</b> .....	7
<b>2.1. Marco Conceptual.</b> .....	7
2.1.1. Definiciones conceptuales .....	9
<b>2.2. Marco Referencial.</b> .....	17
CAPITULO III.....	20
<b>3. PROCESO DE FABRICACIÓN.</b> .....	20
<b>3.1. Máquinas del Laboratorio de Fabricación Digital.</b> .....	20

3.1.1.	Mini Grabadora y Cortadora Láser.....	20
3.1.2.	Cortador de vinilo.....	24
3.1.3.	Router CNC ShopBot.....	26
3.1.4.	Mini Fresadora.....	30
3.1.5.	Impresora 3D.....	32
3.1.6.	Escáner 3D.....	36
3.1.7.	Sierra de desplazamiento.....	38
3.1.8.	Taladro.....	39
3.1.9.	Herramienta de velocidad variable.....	40
3.1.10.	Estación de soldadura.....	41
3.1.11.	Calibre Digital Electrónico.....	42
3.1.12.	Microscopio digital.....	43
3.1.13.	Osciloscopio.....	44
3.1.14.	Balanza digital.....	45
3.1.15.	Etiquetadora.....	46
3.1.16.	Sellador de bolsas.....	47
3.1.17.	Pistola de calor.....	48
3.1.18.	Horno de convección.....	49
3.1.19.	Horno de alta temperatura.....	50
3.1.20.	Aspiradora manual.....	51
3.1.21.	Soplador.....	52
3.1.22.	Compresor de aire portable.....	53
3.1.23.	Gabinete de chorreado abrasivo.....	54
3.2.	Proceso de Fabricación.....	56
3.2.1.	Proceso de corte y grabado láser.....	61
3.2.2.	Proceso de corte de vinilo.....	62
3.2.3.	Proceso router CNC.....	63
3.2.4.	Proceso de fresado.....	65
3.2.5.	Proceso de impresión 3D.....	67
3.2.6.	Proceso de escaneo 3D.....	69
3.2.7.	Procesos manuales.....	70
3.2.7.1.	Proceso de corte.....	70
3.2.7.2.	Proceso de taladrado.....	71
3.2.7.3.	Proceso de Soldadura.....	72
3.2.7.4.	Proceso de Horneado.....	73

3.2.7.5.	<i>Proceso de Moldeado.</i>	74
3.2.7.6.	<i>Proceso de bricolaje.</i>	75
3.2.7.7.	<i>Proceso de Acabado.</i>	76
3.2.7.8.	<i>Proceso de Medición y observación.</i>	77
3.2.7.9.	<i>Proceso de Empaquetado.</i>	78
3.2.7.10.	<i>Proceso de Limpieza abrasiva.</i>	79
3.2.7.11.	<i>Limpieza general.</i>	80
3.3.	<b>Gestión de almacén</b>	80
3.3.1.	<b>Sistemas para el laboratorio.</b>	86
CAPÍTULO IV		88
4.	<b>ESTRUCTURA DE COSTOS.</b>	88
4.1.	<b>Costos directos.</b>	89
4.1.1.	<b>Materia Prima.</b>	89
4.2.	<b>Costos Indirectos.</b>	106
4.2.1.	<b>Servicio de Manufactura.</b>	109
4.2.1.1.	<i>Insumos.</i>	109
4.2.1.2.	<i>Mano de obra.</i>	110
4.2.1.3.	<i>Depreciación.</i>	110
4.2.1.4.	<i>Mantenimiento.</i>	113
4.2.1.5.	<i>Electricidad.</i>	115
4.2.2.	<b>Costos Administrativos.</b>	116
4.2.2.1.	<i>Mano de obra.</i>	116
4.2.2.2.	<i>Depreciación de edificaciones.</i>	117
4.2.2.3.	<i>Almacenaje.</i>	118
CAPITULO V		121
5.	<b>SISTEMA DE COSTEO POR ORDEN DE FABRICACIÓN.</b>	121
5.1.	<b>Pestaña de Inicio.</b>	121
5.2.	<b>Pestaña Orden de fabricación.</b>	122
5.3.	<b>Pestaña Base de datos de Orden de Fabricación.</b>	123
5.4.	<b>Pestaña Precio del dólar.</b>	124
5.5.	<b>Pestaña Ingreso a Almacén.</b>	125
5.6.	<b>Pestaña Base de Datos de Ingreso de Materiales.</b>	126
5.7.	<b>Pestaña Devolución.</b>	127

<b>5.8. Pestaña Base de datos Devolución de materiales.</b>	127
<b>5.9. Pestaña Salida Almacén.</b>	128
<b>5.10. Pestaña Base de datos Salida de Materiales.</b>	128
<b>5.11. Pestaña T-kanban.</b>	129
<b>5.12. Pestaña Base de datos T-kanban.</b>	129
<b>5.13. Pestaña P-kanban.</b>	130
<b>5.14. Pestaña Base de datos P-kanban.</b>	130
<b>5.15. Pestaña Costos directos.</b>	131
<b>5.16. Pestaña Servicio de manufactura.</b>	132
<b>5.17. Pestaña Insumos.</b>	133
<b>5.18. Pestaña Depreciación.</b>	134
<b>5.19. Pestaña Mantenimiento</b>	135
<b>5.20. Pestaña Consumo Eléctrico.</b>	136
<b>5.21. Pestaña Costos administrativos.</b>	137
<b>5.22. Pestaña Mano de obra administrativa.</b>	138
<b>5.23. Pestaña Depreciación de edificios.</b>	139
<b>5.24. Pestaña Almacenamiento.</b>	140
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	144
ANEXO N° 01.	148
ANEXO N° 02.	155
ANEXO N° 03.	158
ANEXO N° 04.	188

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables. ....	5
Tabla 2. Clasificación de costos. ....	10
Tabla 3. Tipos de procesos de manufactura. ....	14
Tabla 4. Sistemas de costeo. ....	16
Tabla 5. Especificaciones técnicas de la Epilog Legend Mini 24 Láser. ....	21
Tabla 6. Materiales que puede maquinar la Epilog Legend Mini 24 Láser. ....	22
Tabla 7. Especificaciones técnicas del colector de polvo DC250SEMB. ....	24
Tabla 8. Especificaciones técnicas Cortadora de Vinil CAMM-1 GS-24. ....	26
Tabla 9. Especificaciones técnicas de la PRSalpha. ....	28
Tabla 10. Especificaciones técnicas DC2000BCF. ....	29
Tabla 11. Especificaciones técnicas de la MonoFab SRM-20. ....	31
Tabla 12. Especificaciones técnicas de la impresora 3D Ultimaker 2. ....	34
Tabla 13. Especificaciones técnicas Impresora DaVinci. ....	36
Tabla 14. Especificaciones técnicas Escáner 3D. ....	37
Tabla 15. Especificaciones técnicas Sierra Cortadora. ....	38
Tabla 16. Especificaciones técnicas Taladro. ....	40
Tabla 17. Especificaciones técnicas Kit herramientas rotativas. ....	41
Tabla 18. Especificaciones técnicas estación de soldadura. ....	42
Tabla 19. Especificaciones técnicas calibrador digital electrónico. ....	43
Tabla 20. Especificaciones técnicas microscopio digital. ....	44
Tabla 21. Especificaciones técnicas osciloscopio. ....	45
Tabla 22. Especificaciones técnicas balanza. ....	46
Tabla 23. Especificaciones técnicas etiquetadora. ....	47
Tabla 24. Especificaciones técnicas sellador de bolsas. ....	48
Tabla 25. Especificaciones técnicas pistola de calor. ....	49

Tabla 26. Especificaciones técnicas Horno de convección.....	50
Tabla 27. Especificaciones técnicas horno de alta temperatura. ....	51
Tabla 28. Especificaciones técnicas aspiradora. ....	52
Tabla 29. Especificaciones técnicas soplador. ....	53
Tabla 30. Especificaciones técnicas compresor de aire. ....	54
Tabla 31. Especificaciones técnicas gabinete de chorreado abrasivo. ....	55
Tabla 32. Orden de fabricación.....	60
Tabla 33. Fórmula para cálculo del costo de materia prima. ....	90
Tabla 34. Matriculados por año. ....	107
Tabla 35. Demanda anual esperada.....	108
Tabla 36. Costo mano de obra indirecta. ....	110
Tabla 37. Fórmula para calcular el costo de depreciación. ....	111
Tabla 38. Depreciación de máquinas y equipos.....	112
Tabla 39. Costo de mantenimiento. ....	114
Tabla 40. Fórmula para calcular el costo del consumo eléctrico. ....	115
Tabla 41. Costo de mano de obra administrativa.....	117
Tabla 42. Depreciación de edificaciones. ....	118
Tabla 43. Costo de almacenamiento. ....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red de Fab Lab en el mundo.....	15
Figura 2. Epilog Láser Mini 24.....	20
Figura 3. Cortadora de vinilo Roland CAMM-1 GS-24.....	25
Figura 4. Ancho del material a cortar.....	25
Figura 5. ShopBot CNC PRSalpha ATC 96-60-8.....	27
Figura 6. <i>Control Box 1 huso</i> .....	29
Figura 7. Mini fresadora Roland monoFab SRM-20.....	30
Figura 8. Impresora 3D Ultimaker 2.....	33
Figura 9. Impresora 3D DaVinci.....	35
Figura 10. Escáner 3D marca Sense.....	37
Figura 11. Sierra corona de desplazamiento.....	38
Figura 12. Taladro Makita.....	39
Figura 13. Kit de herramientas rotativas.....	40
Figura 14. Estación de soldadura.....	41
Figura 15. Calibrador digital electrónico.....	42
Figura 16. Microscopio digital.....	43
Figura 17. Osciloscopio.....	44
Figura 18. Balanza digital.....	45
Figura 19. Etiquetadora.....	46
Figura 20. Sellador de bolsas.....	47
Figura 21. Pistola de calor.....	48
Figura 22. Horno de convección.....	49
Figura 23. Horno de alta temperatura.....	50
Figura 24. Aspiradora.....	51

Figura 25. Soplador.....	52
Figura 26. Compresor de aire DeWalt. ....	53
Figura 27. Gabinete de chorreado abrasivo. ....	55
Figura 28. Proceso de fabricación del Laboratorio de Fabricación Digital. ....	57
Figura 29. Diagrama de flujo del proceso administrativo.....	58
Figura 30. Formato N° 001-EPII: Solicitud.....	59
Figura 31. Diagrama de bloques del proceso de corte y grabado láser.....	61
Figura 32. Diagrama de bloques del proceso de corte de vinilo.....	63
Figura 33. Diagrama de bloques del proceso Router ShopBot.....	64
Figura 34. Diagrama de bloques del proceso de fresado.....	66
Figura 35. Diagrama de bloques del proceso de impresión 3D.....	68
Figura 36. Diagrama de bloque del proceso de escaneo 3D.....	69
Figura 37. Diagrama de bloque del proceso de corte manual.....	70
Figura 38. Diagrama de bloques del proceso de taladrado.....	71
Figura 39. Diagrama de bloques del proceso de soldadura.....	72
Figura 40. Diagrama de bloques del proceso de horneado.....	73
Figura 41. Diagrama de bloques del proceso de moldeo.....	74
Figura 42. Moldeo.....	74
Figura 43. Diagrama de bloques del proceso de bricolaje.....	75
Figura 44. Diagrama de bloques del proceso de acabado.....	76
Figura 45. Diagrama de bloques del proceso de medición u observación.....	77
Figura 46. Diagrama de bloques del proceso de empaquetado.....	78
Figura 47. Diagrama de bloques del proceso de limpieza abrasiva.....	79
Figura 48. Diagrama de bloques del proceso de ingreso de materiales.....	81
Figura 49. Diagrama de bloques del proceso de salida de materiales.....	81
Figura 50. Diagrama de bloques del proceso de devolución de material.....	82



Figura 51. Propuesta de etiqueta. ....	82
Figura 52. Lector de código de barras.....	83
Figura 53. Propuesta de Formato N°A-01: Registro de ingreso de materiales. ....	83
Figura 54. Formato N° A-02: Devolución de materiales. ....	84
Figura 55. Formato N° A-03: Salida de materiales.....	84
Figura 56. Almacén modelo de materiales.....	85
Figura 57. Almacén modelo de herramientas. ....	85
Figura 58. Tarjeta T-kanban. ....	87
Figura 59. Tarjeta P-kanban.....	87
Figura 60. Estructura de costos.....	89
Figura 61. Filamento PLA azul.....	90
Figura 62. Hoja de Gorlite. ....	91
Figura 63. Aleación super resistente de grado 3. ....	92
Figura 64. Aleación Roto 281F.....	93
Figura 65. Láminas de cartón corrugado. ....	94
Figura 66. Cera mecanizable.....	95
Figura 67. Plexiglás. ....	96
Figura 68. Marde Midwest Poplar Polywood.....	98
Figura 69. Vinilo.....	98
Figura 70. PCB mecanizable.....	100
Figura 71. Cemento de yeso HidroStone. ....	101
Figura 72. Material de fundido Drystone.....	102
Figura 73. OMOO 45.....	102
Figura 74. Mold Max 60. ....	103
Figura 75.Smooth-Cast 305. ....	104
Figura 76.Goma Sorta Clear. ....	105

Figura 77. Dick Blick Studio Gesso.....	105
Figura 78. Tasa de aplicación de costos.....	106
Figura 79. Captura de pantalla – Sistema. ....	121
Figura 80. Captura de pantalla - Orden de fabricación .....	122
Figura 81. Captura de pantalla - Base de datos.....	123
Figura 82. Captura de pantalla - Precio del dólar.....	124
Figura 83. Captura de pantalla - Formato Ingreso de Materiales a Almacén.....	125
Figura 84. Captura de pantalla - Base de datos de ingreso de materiales a almacén. ....	126
Figura 85. Captura de pantalla - Devolución de materiales.....	127
Figura 86. Captura de pantalla - Base de datos de devolución de materiales. ....	127
Figura 87. Captura de pantalla - Registro de salida de materiales.....	128
Figura 88. Captura de pantalla - Base de datos para salida de materiales.....	128
Figura 89. Captura de pantalla - T-kanban. ....	129
Figura 90. Captura de pantalla - Base de datos T-kanban.....	129
Figura 91. Captura de pantalla - P-kanban.....	130
Figura 92. Captura de pantalla - Base de datos - P-kanban. ....	130
Figura 93. Captura de pantalla - Costos directos. ....	131
Figura 94. Captura de pantalla - Servicio de manufactura.....	132
Figura 95. Captura de pantalla - Insumos.....	133
Figura 96. Captura de pantalla - Depreciación de equipos.....	134
Figura 97. Captura de pantalla - Mantenimiento de equipos.....	135
Figura 98. Captura de pantalla - Consumo eléctrico.....	136
Figura 99. Captura de pantalla - Costos administrativos.....	137
Figura 100. Captura de pantalla - Mano de obra administrativa.....	138
Figura 101. Captura de pantalla - Depreciación de edificaciones.....	139
Figura 102. Captura de pantalla - Almacenamiento.....	140

Figura 103. Distribución ideal del Fab Lab. .... 148

Figura 104. Distribución Célula de manufactura Área Láser. .... 149

Figura 105. Distribución Célula de manufactura Área de moldeado. .... 150

Figura 106. Distribución Célula de manufactura ShopBot. .... 151

Figura 107. Distribución Célula de manufactura área 3D. .... 152

Figura 108. Distribución Célula de manufactura área electrónica. .... 153

Figura 109. Distribución Sala de conferencias. .... 154



## **CAPÍTULO I.**

### **1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.1. Datos Generales.**

##### **1.1.1. Título.**

Propuesta de un sistema de costeo por órdenes de trabajo para un laboratorio de fabricación digital.

##### **1.1.2. Autor(es).**

Bachiller en Ingeniería Industrial Gabriela Margot, Castro Sevillano.

#### **1.2. Definición del Problema**

##### **1.2.1. Identificación del problema.**

¿Cómo conocer el costo de cada prototipo realizado en el Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial?

##### **1.2.2. Planteamiento del problema.**

Las universidades realizan una constante actualización en los métodos y modelos de enseñanza, así como inversiones para fomentar la investigación e innovación y la implementación de tecnologías emergentes; tal es el caso de las casas de estudio en América Latina que se están adecuando para mantener la competitividad en el mercado nacional y global.

Según el Fab Lab Lima, se realizó en el año 2015 el III Encuentro Latinoamericano de FAB LABs titulado FAB LAT FEST 2015, en el cual participaron 10 países pertenecientes a la red de Fab Lab en el mundo incluido Perú, en el cual se desarrollaron

talleres que motivan y apoyan el uso de los Laboratorios de Fabricación Digital que están instalados en los países que participaron en este encuentro; mostrando un panorama de innovación tecnológica en América Latina que motiva a todas las universidades que buscan mantenerse a la par, realizar la inversión en este tipo de laboratorios, de acuerdo a las necesidades y objetivos que tienen.

En la búsqueda de potenciar las habilidades de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, se realizó dicha adquisición que tiene como fin aplicar la mayor cantidad de conocimientos que se imparten en la carrera, así como apoyar a otras carreras dentro de la universidad para que se realice el uso de este taller, atendiendo a las necesidades que se prevea tener en este laboratorio, se busca mantener una adecuada gestión de costos.

### **1.2.3. Justificación.**

Teniendo en cuenta que en la ciudad se encuentran laboratorios instalados en diferentes universidades como Tecsup, se ha tomado como una estrategia realizar un presupuesto de acuerdo con los requerimientos de producción que se darán en el taller, con el fin de mantenerse en una posición competitiva en el mercado local. Esto permitirá que los alumnos no solo de nuestra casa de estudios elijan utilizar el taller de fabricación digital instalado frente a la competencia.

El propósito de la investigación es proponer un sistema de costeo que permita controlar los costos de operación en el laboratorio de fabricación digital.

Se deben identificar los procesos y actividades que se realizan en el Fab Lab, de esta forma determinar las máquinas que se involucran en cada uno de estos, cuál es el

porcentaje de utilización y los costos que genera esto en cuanto a materiales, insumos, costos indirectos y mano de obra utilizados para la fabricación de un prototipo; busca conseguir un aprendizaje didáctico en los alumnos, tomando como referencia los prototipos que realicen, deben conocer el costo que generará su producción, así podrán analizar el origen de los generadores de costos y la clasificación de estos, además del rendimiento de la maquinaria que utilizan, entre otros temas que servirán para su formación profesional.

Adicional a estos beneficios didácticos, un sistema de costos ayudará a tomar decisiones sobre el laboratorio de fabricación digital, teniendo información real sobre el costo de producción y los costos generados, de esta forma se pretende con el tiempo, realizar un análisis de eficiencia sobre la inversión que se realizó y los resultados de los alumnos a largo plazo.

### **1.3. Objetivos del Proyecto**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Elaborar un modelo que permita determinar el costo de fabricación en un Laboratorio de Fabricación Digital.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- a) Describir el panorama actual y determinar las etapas del proceso de fabricación.
- b) Identificar los costos que intervienen en el proceso de fabricación y su clasificación.
- c) Diseñar el sistema de costeo y un modelo que permita conocer los costos de fabricación.

#### **1.4. Hipótesis**

Hi: Un sistema de costeo por órdenes de producción permite determinar el costo de operación de un laboratorio de fabricación digital (Fab Lab).

#### **1.5. Variables**

##### **1.5.1. Variable independiente.**

Sistema de costeo por orden de producción.

##### **1.5.2. Variable dependiente.**

Costo de operación de un laboratorio de fabricación digital.

##### **1.5.3. Operacionalización de variables**

Tabla 1.

*Operacionalización de variables.*

<b>Tipo</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>
<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>Sistema de costeo por orden de producción</b>	Es el conjunto de procedimientos, técnicas, informes y registros estructurados, que tiene como objetivo establecer los costos totales y unitarios de fabricación, así como el control de las operaciones.	Nivel de recursos financieros que se generan al realizar las operaciones del laboratorio.	Costo de materiales directos	Costo por cantidad (S/.)	Registro
				Costo de Mano de obra directa	Costo por Hora - Hombre (S/.)	Registro
				Costos indirectos de fabricación	Costo por cantidad (S/.)	Registro
<b>DEPENDIENTE</b>	<b>Costo de operación</b>	El costo que se genera por realizar una operación.	Medición de la variación de los cálculos presupuestados en el sistema de costeo y los cálculos reales generados.	Variación	% de variación entre calculo real y el presupuestado	Registro

Fuente. Elaboración propia.



## **1.6. Tipo de investigación**

No experimental.

### **1.6.1. Nivel de investigación.**

Descriptiva.

### **1.6.2. Campo.**

Ingeniería.

### **1.6.3. Área.**

Administración de costos.

### **1.6.4. Línea.**

Sistema de costos.

## **1.7. Limitaciones**

- a) El costo de inversión en el laboratorio de fabricación digital, en diferentes máquinas y los materiales e insumos necesarios para que funcionen.
- b) La capacitación en cuanto la operación de las máquinas.
- c) El tiempo de entrega del laboratorio.

## **1.8. Alcance**

- a) Laboratorios de fabricación digital.

## CAPITULO II.

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Marco Conceptual.

**Título:** Contabilidad de costos.

**Autor:** Ralph S. Polimeni – Frank J. Fabbozi – Arthur H. Adelberg – Michael A. Cole.

**Año:** 1990

Libro guía para el estudio de la contabilidad de costos en las organizaciones, los temas principales son la clasificación de costos en directos e indirectos, los sistemas de costeo de órdenes de trabajo, por procesos, estándar, entre otros; y los análisis que se realizan a los costos para realizar la medición de desempeño de una empresa y realizar la toma de decisiones de acuerdo a estos parámetros.

**Título:** Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial.

**Autor:** Charles T. Horngren – Srikant M.

Datar – Madhav V. Rajan

**Año:** 2012

En este libro se toman temas importantes acerca de la relación entre los costos, presupuesto y utilidades que se generan en la empresa; mostrando herramientas que sirven para manejar los costos, como los sistemas de costeo por procesos, órdenes de trabajo, entre otros; detallando sus implicancias, desventajas y ventajas por las cuales

Datos de catalogación bibliográfica

**CHARLES T. HORNGREN**

**Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial**

Decimocuarta edición

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2012

ISBN: 978-607-32-1024-9

Área: Contabilidad

Formato 21 × 27 cm

Páginas: 728

se debe elegir uno u otro, así como los tipos de presupuestos que se utilizan en la industria, para explicarlo de manera práctica se utilizan casos o ejemplos de empresas que implementaron estas herramientas; todo estos conceptos son utilizados para comprender la necesidad de manejar la información basada en costos para realizar gestiones y tomar decisiones que generen ventajas a las empresas.

**Título:** La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria. El laboratorio de fabricación digital Fab Lab Madrid CEU.

**Autor:** Covadonga Lorenzo Cueva.

**Año:** 2017

El libro explica tópicos de fabricación digital y las razones por las cuales se utiliza en la docencia universitaria de diferentes carreras como: arquitectura e ingeniería; además nos muestra las posibles aplicaciones que tiene el laboratorio y los prototipos que se pueden obtener, teniendo como base el desarrollo de proyectos, que expliquen y generen la obtención de productos en un corto periodo de tiempo. Así como explica los posibles usos del Fab Lab, un proyecto de la universidad MIT (Massachusetts Institute of Technology), menciona otros proyectos que han sido desarrollados por universidades renombradas, y que solucionan problemas de educación por medio del MOOC (Massive Open Online Courses); abriendo paso a la era digital, que apoya en todos los sentidos la educación superior y busca hacerla más accesible y dinámica.

### 2.1.1. Definiciones conceptuales

- **Administración de costos:** Describe los enfoques y las actividades para utilizar recursos con miras a incrementar el valor para los clientes y al logro de los objetivos organizacionales (Horngren, 2012).
- **Bricolaje:** Trabajo manual de carácter no profesional, que se realiza normalmente para decorar o para arreglar pequeños desperfectos de la casa (Farlex.inc, 2019).
- **Costo:** “Es una cantidad monetaria o valor que tiene un objeto. Sacrificio de recursos que se asigna para lograr un objetivo específico. Se considera un costo al momento en que se invierte una cantidad monetaria para la producción de un bien o servicio.” (Horngren, 2012)

Se consideran diferentes tipos de clasificación para costos, en la tabla que se muestra a continuación están las dos clasificaciones más utilizadas.

Tabla 2.

*Clasificación de costos.*

Clasificación	Tipo de Costo	Definición	Ejemplos
<b>Asignación de costos al objeto</b>	Directo	Se relaciona con el objeto de costos, se atribuyen a dicho objeto desde el punto de vista económico.	Materia prima, mano de obra directa, insumos directos, etc.
	Indirecto	Tienen una relación con el objeto de costos, pero no se pueden atribuir a este económicamente.	Mano de obra indirecta, insumos indirectos, etc.
<b>Patrones de comportamiento de costos</b>	Variables	Cambia totalmente en proporción a los cambios relacionados con el nivel de actividad o volumen total.	Cantidad de materia prima, cantidad de insumos directos, etc.
	Fijos	Se mantiene estable en su totalidad durante un periodo de tiempo determinado, a pesar de los cambios en el nivel de actividad y volumen total.	Costo de alquiler.

Fuente. (Horngren, 2012)

- **Costo real:** Es un costo en que ya se ha incurrido (un costo histórico o pasado); está constituido por los gastos que han sido efectivamente incurridos en un determinado periodo de tiempo (Horngren, 2012).
- **Costo presupuestado:** Es un costo predicho o pronosticado (costo futuro); es un costo que ha sido planeado para un proyecto y que busca ser la línea base para las inversiones que se realizarán durante el periodo de tiempo base (Horngren, 2012).
- **Costos directos de un objeto de costo.** Son los costos relacionados con un objeto de costeo específico, que se pueden atribuir a ese objeto de una manera económicamente factible (efectiva en cuanto a costos) (Horngren, 2012).

- **Costos indirectos de un objeto de costeo.** Son los costos relacionados con un objeto de costeo en particular, que no se pueden atribuir a ese objeto de costeo de una manera económicamente factible (efectiva en cuanto a costos) (Horngren, 2012). Los costos indirectos se asignan al objeto de costeo usando un método de asignación de costos.
- **Fabricación digital:** Es un conjunto de tecnologías integradas mediante las cuales se hace posible la digitalización de procesos de fabricación (Fab Foundation, 2019).
- **Fab Lab:** Es una plataforma técnica de creación de prototipos para la innovación y la invención, que proporciona estímulos para el espíritu empresarial local. Un Fab Lab es también una plataforma para el aprendizaje y la innovación: un lugar para jugar, crear, aprender, inventar (Fab Foundation, 2019).

Un Fab Lab está compuesto por herramientas de fabricación y electrónicas de uso industrial, listas para usar, envueltas en software de código abierto y programas escritos por investigadores en el Centro de Bits y Átomos del MIT. Actualmente, Fab Labs incluye una cortadora láser que fabrica estructuras en 2D y 3D, una cortadora de carteles que se traza en cobre para hacer antenas y circuitos flexibles, una fresadora CNC de alta resolución que fabrica placas de circuitos y piezas de precisión, un enrutador de madera grande para muebles de construcción y alojamiento, y un conjunto de componentes electrónicos y herramientas de programación para microcontroladores de alta velocidad y bajo costo para la creación rápida de prototipos de circuitos in situ (Fab Foundation, 2019).

Es una red global de laboratorios locales que, favorecen la creatividad proporcionando herramientas de fabricación digital. Se basa en proyectos, que buscan la contribución de los usuarios en cuanto a documentación e instrucción para mantener un aprendizaje en el tema (Fab Foundation, 2019).

Inició en el año 2001 en el Center for Bits and Atoms (CBA) del Massachusetts Institute of Technology (MIT) con el director Neil Gershenfeld, en colaboración del Grassroots Invention Group, dentro de Media Lab del MIT; se recibe una financiación del National Science Foundation (NSF) para el CBA y para justificar el financiamiento nace el concepto de Fab Lab (Fab Foundation, 2019).

- **Fab Foundation:** Fue creado en el año 2009 con la finalidad de facilitar y dar apoyo al crecimiento internacional de la red de Fab Lab, así como al desarrollo de organizaciones regionales de creación de capacidad (Fab Foundation, 2019). La fundación Fab es una organización sin fines de lucro de U.S.A. que emergió del MIT's Center for Bits & Atoms Fab Lab Program (Centro de programas de laboratorio Fab Lab de Bits & Atoms del Massachusetts Institute of Technology). La misión de la fundación es brindar acceso a las herramientas, al conocimiento y los medios financieros para educar, innovar e inventar usando tecnología y la fabricación digital para permitir que cualquiera pueda hacer (casi) cualquier cosa, por tanto, crear oportunidades para mejorar la calidad de vida en todo el mundo. Las organizaciones comunitarias, sin fines de lucro e instituciones educativas son los principales beneficiarios de la fundación (Fab Foundation, 2019).

Los programas del Fab Foundation se centran en educación (.edu), creación de capacidad organizativa y servicios (.org) y oportunidades de negocio (.com) (Fab Foundation, 2019).

La fundación apoya la creación de nuevos Laboratorios (Fab Lab), la capacitación para trabajadores de todo el mundo, el desarrollo de redes y fundaciones regionales, el desarrollo de proyectos internacionales (Fab Foundation, 2019).

- **Objeto de costeo.** Es cualquier bien para el cual se desea una medición de los costos (Horngren, 2012).
- **Picking:** Palabra en inglés, que traducida es “coger”, el picking es utilizado para “completar las solicitudes de envío (listas de picking), los productos deben ubicarse, retirarse de inventario y ser preparados para su envío. En algunos casos los productos deben empaquetarse en contenedores para su envío o paletizados; a veces, empaquetados con otros productos en kits antes de ser enviados”, picking se le denomina a la acción de coger los productos de almacén o inventario, para ser entregados o enviados. (USAID/DELIVER PROJECT, 2011)
- **Presupuesto:** Es una expresión cuantitativa de un plan de acción propuesto, ayuda a la coordinación para la ejecución del plan (Horngren, 2012).
- **Procesos de manufactura:** Tipo de proceso de producción que se utilizará para fabricar un producto o para brindar un servicio (Horngren, 2012).



Tabla 3.

*Tipos de procesos de manufactura.*

<b>Tipos de procesos de manufactura</b>	
<b>Distribución por proyecto</b>	En el caso de la distribución por proyecto, el producto (en razón de su volumen o peso) permanece en un lugar fijo y el equipo de producción va hasta el producto y no al contrario.
<b>Celda de manufactura</b>	La frase celda de manufactura se refiere a un área dedicada a la fabricación de productos que requieren procesamientos similares. Estas células son diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procesos y se dedican a una variedad limitada de productos. (...) Por lo general, las células están programadas para producir “conforme se necesita” para responder a la demanda actual de los clientes.
<b>Línea de ensamble</b>	La línea de ensamble se refiere a un lugar donde los procesos de trabajo están ordenados en razón de los pasos sucesivos que sigue la producción de un producto. De hecho, la ruta que sigue cada pieza es una línea recta. Para la fabricación de un producto, las piezas separadas pasan de una estación de trabajo a otra a un ritmo controlado y siguiendo la secuencia necesaria para fabricarlo.
<b>Proceso continuo</b>	Un proceso continuo se parece a una línea de ensamble porque la producción sigue una secuencia de puntos predeterminados donde se detiene, pero el flujo es continuo en lugar de mesurado. Estas estructuras suelen estar muy automatizadas y, de hecho, constituyen una “máquina” integral que podría estar funcionando las 24 horas del día para no tener que apagarla y arrancarla cada vez, porque ello resulta muy costoso.
<b>Matriz de procesos y productos</b>	Se utiliza una matriz de procesos y productos con dos dimensiones para describir las relaciones entre las estructuras de la distribución. (...) La primera dimensión se refiere al volumen de productos fabricados (...) La estandarización se presenta en el eje vertical y se refiere a las variaciones del producto, las cuales se miden en términos de diferencias geométricas, diferencias de materiales, etc.

Fuente. (Chase, 2015)

- Red internacional de Fab Lab’s:** Los laboratorios de fabricación digital se han instalado en diferentes partes del mundo, la lista de países que pertenecen a la red se encuentran en su página web y es realmente amplia, a continuación, se muestra el mapa que se encuentra en esta misma página, en el cuál se encuentra


el símbolo de Fab Lab  ubicado en los lugares dónde se encuentran instalados (Fab Foundation, 2019).



Figura 1. Red de Fab Lab en el mundo. Fuente. Creative Europe Programme of the European Union.

- **Sandblasting:** También se le conoce como arenado, proviene de las palabras en inglés sand: arena y blast: presión, se realiza la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla, anteriormente se utilizaba arena es por esto el nombre, actualmente se utilizan diferentes abrasivos granulados (QuimiNet.com, 2019).
- **Sistema:** Es un conjunto ordenado de procedimientos, órganos, reglas, principios que regulan el funcionamiento de un grupo (Horngren, 2012).
- **Sistema de costeo:** Es un conjunto de procedimientos, técnicas, métodos y normas, estructurados los cuales rigen la planificación, análisis y determinación de los costos de una actividad económica, así como el registro de los gastos de

diferentes actividades productivas, que garantiza el control de la producción y recursos utilizados en las entidades (Horngren, 2012).

Existen diferentes tipos de sistemas de costeo, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.

*Sistemas de costeo.*

<b>Sistemas de costeo</b>	<b>Objeto de costeo</b>
<b>Costeo por órdenes de trabajo</b>	Una o varias unidades de un producto o servicio diferenciado
<b>Costeo por procesos</b>	Grandes cantidades de unidades idénticas o similares de un bien o servicio
<b>Costeo basado en actividades (ABC)</b>	Actividades individuales (evento, tarea o unidad de trabajo) con un fin específico
<b>Costeo por departamentos</b>	Tasas separadas por departamentos
<b>Costeo estándar</b>	Los costos asociados se basan en cantidades estándares o predeterminadas
<b>Costeo real</b>	Los costos se registran cuando se incurre en ellos.
<b>Costeo normal</b>	Los costos se acumulan a medida que se incurren, los costos indirectos se aplican a la producción

Fuente. (Horngren, 2012)

- Sistema pull:** El sistema jalar está definido como “Una característica que distingue a un sistema jalar es su enfoque para manejar la interdependencia, en particular en las operaciones de manufactura. (...) La interdependencia recíproca es el principio básico del sistema jalar. El material fluye hacia adelante y la información hacia atrás. Una señal de una operación a una que le precede pide la cantidad requerida de un artículo. Un sistema jalar transforma un sistema interdependiente secuencial en un sistema interdependiente recíproco.” (Sipper D., 1998, pág. 565).

- **Sistema Kanban:** “En japonés, kanban significa tarjeta o registro visible. En un sentido más amplio, es una señal de comunicación de un cliente (como un proceso posterior) a un productor (como un proceso anterior). Como tal, es un sistema de información manual para controlar la producción, el transporte de materiales y el inventario. Existen tres tipos de kanban, pero dos de ellos son más comunes, kanbans de producción {P-kanbans) y kanbans de transporte (T-kanbans). Como su nombre lo implica, un J->-kanban da la autorización a un proceso para producir un número fijo de productos. Un T-kanban autoriza el transporte de un número fijo de productos hacia adelante. Las cantidades de material especificadas por el ¥-kanban y el T-kanban no necesariamente son iguales. (...) Cuando se usan los dos kanbans, se tiene un sistema de tarjetas duales. Algunas veces las funciones de orden de producción y de transporte se combinan en una sola tarjeta”. (Sipper D., 1998, pág. 566).
- **T.U.O.:** Textos Únicos Ordenados (Centro de capacitación y estudios parlamentarios, 2013).

## 2.2. Marco Referencial.

En el proceso de investigación se encontró la tesis titulada “*Implementación de un sistema de costos por órdenes de servicios y los estados de resultados tecssac en Lima, 2016.*” realizada por Casihue S., Noemi y Leyva H., Evelin M. en el año 2016 en la ciudad de Lima para la Universidad Peruana de las Américas con la finalidad de obtener el título profesional de contador público.

En esta tesis se expone el trabajo realizado en la mype TECSSAC, la cual es una empresa que brinda consultorías integrales de telecomunicación en diferentes sectores,

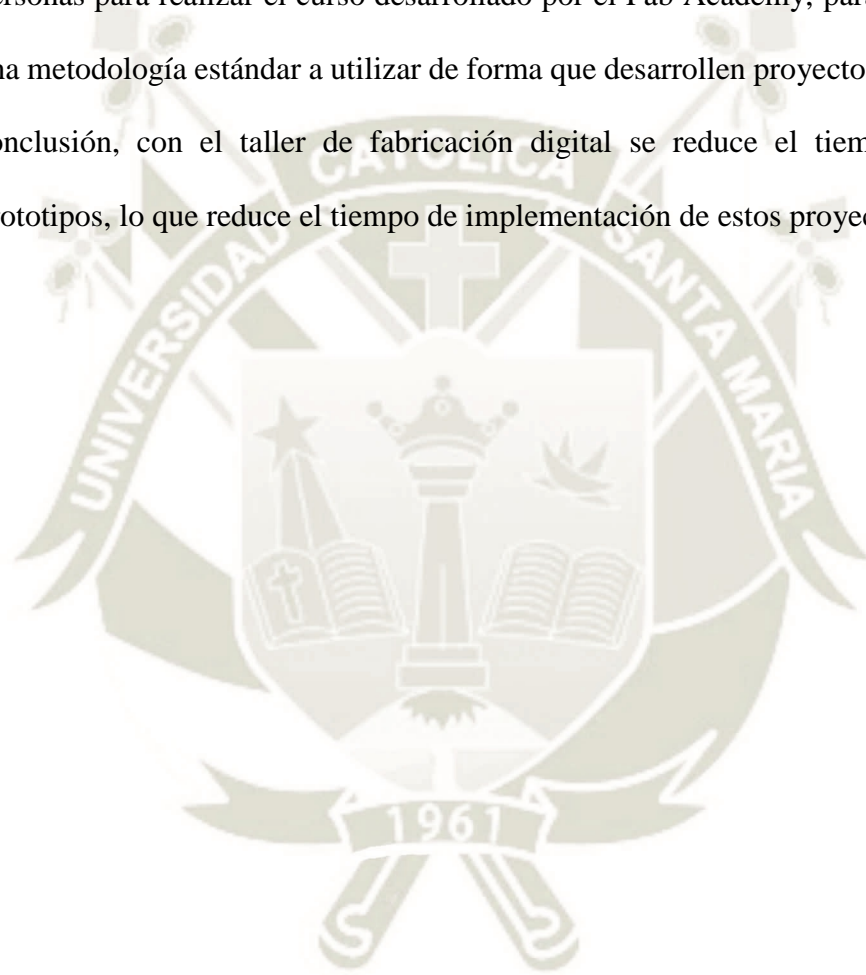
dicha corporación consideró establecer un sistema de costos basado en órdenes de producción para mejorar la rentabilidad de la empresa; se menciona que no se realizó una propuesta de sistema de costeo anteriormente debido a que es una mype y no se poseía la capacidad de costearlo. Se observa también que se realizó un estudio de todos los costos que intervienen en la empresa y la elección del sistema de costeo que se ajusta a las necesidades de la empresa; se diseñaron en este estudio los documentos necesarios que se ajustan a la empresa, se evalúan los estados financieros y la rentabilidad, se culmina concluyendo que la empresa no cuenta con el personal adecuado para manejar los costos, y se recomienda implementar un área de costos para controlar esta deficiencia.

En la tesis titulada *“Propuesta del sistema de costeo por órdenes frente a la gestión estratégica en confecciones ASTRID Chiclayo 2014”* Realizada por Cumpa Ll. Anthony B. para obtener el título profesional de contador público, se describe la situación actual de la empresa y su crecimiento, debido a este crecimiento se amplió la cartera de productos, que al ser diferentes producen un consumo diferente de materiales y costos para su respectiva fabricación, por esta razón se plantea el uso de un sistema de costos basado en ordenes de producción.

Este sistema facilita la obtención de información y permite a la empresa mantener el orden y conocer las necesidades específicas de fabricación de cada producto; esto ayuda a la empresa a tomar mejores decisiones sobre la fabricación, documentos que se utilizan y los costos que se generan, para obtener una rentabilidad adecuada.

En el trabajo de investigación, pudimos encontrar una tesis referida a los laboratorios de fabricación titulada *“Metodología de preparación para el desarrollo exitoso de*

proyectos de innovación empleando laboratorios de fabricación digital en Arequipa (fab lab)”, desarrollada por Saire H. A., en el año 2017 para obtener el grado de magister en la Universidad Nacional de San Agustín en Arequipa. El tema de investigación aborda la posibilidad de determinar una estrategia de entrenamiento que permita preparar a las personas para realizar el curso desarrollado por el Fab Academy, para esto se propone una metodología estándar a utilizar de forma que desarrollen proyectos innovadores; en conclusión, con el taller de fabricación digital se reduce el tiempo para realizar prototipos, lo que reduce el tiempo de implementación de estos proyectos.



## CAPITULO III.

### 3. PROCESO DE FABRICACIÓN.

El Laboratorio de Fabricación Digital que ha sido adquirido por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, posee las máquinas necesarias para realizar una gran cantidad de prototipos que puedan satisfacer las necesidades de los clientes.

#### 3.1. Máquinas del Laboratorio de Fabricación Digital.

##### 3.1.1. *Mini Grabadora y Cortadora Láser.*

La Epilog Láser Mini 24 es una cortadora con sistema láser de CO<sub>2</sub>, posee un sistema de control de movimiento, servomotores de alta velocidad y codificadores lineales Accupoint, que brindan una mayor velocidad y una sincronización de disparo láser. En el laboratorio se le darán usos múltiples debido a su alta versatilidad en cuanto a los procesos que realiza, además de poseer la funcionalidad de realizar corte y grabado en diferentes materiales, es capaz de grabar y cortar a la vez.



Figura 2. Epilog Láser Mini 24. Fuente. (EpilogLaser, 2019)

Tabla 5.

*Especificaciones técnicas de la Epilog Legend Mini 24 Láser.*

<b>Especificaciones técnicas Epilog Mini 24</b>	
<b>Área de grabado</b>	24" x 12" (610 x 305 mm)
<b>Grosor máximo del material</b>	5,5" (140 mm)
<b>Voltaje del láser</b>	30, 40, 50 o 60 vatios
<b>Fuente láser</b>	Tubos láser de CO2
<b>Memoria</b>	Almacenamiento de múltiples archivos hasta 64 MB.
<b>Aire auxiliar</b>	Conecte un compresor de aire a nuestro conjunto de Aire auxiliar - eliminar calor y gases combustibles de la superficie.
<b>Puntero rojo</b>	Rayo láser invisible, el Puntero rojo del sistema permite tener una referencia visual.
<b>Modos de operación</b>	Modos optimizados de ráster, vector o combinado.
<b>Resolución</b>	Controlada por el usuario, desde 75 a 1.200 PPP.
<b>Tamaño (ancho x prof. X alto)</b>	34,5" x 26" x 16" (876 x 660 x 406 mm)
<b>Peso</b>	90 lbs (41 kg) y 120 lbs (55 kg) con soporte
<b>Requisitos eléctricos</b>	Conexiones de 110 a 240 voltios, 50 o 60 Hz, 15A, monofásicas.
<b>Nivel de sonido normal</b>	59 db
<b>Sistema de ventilación</b>	Se requiere un escape externo de 350 a 400 CFM (595-680 m3/hr) hacia el exterior o un sistema de filtración interno. Existe un puerto de salida de 4" de diámetro.

Fuente. (EpilogLaser, 2019)



Tabla 6.

*Materiales que puede maquinar la Epilog Legend Mini 24 Láser.*

	<b>Grabado</b>	<b>Corte</b>
Madera	X	X
Acrílico	X	X
Tela	X	X
Vidrio	X	
Metales recubiertos	X	
Cerámica	X	
Delrin	X	X
Paño	X	X
Cuero	X	X
Mármol	X	
Cartón grueso	X	X
Melamina	X	X
Papel	X	X
Mylar	X	X
Cartón prensado	X	X
Goma	X	X
Chapa de madera	X	X
Fibra de vidrio	X	X
Metales pintados	X	
Losa	X	
Plástico	X	X
Corcho	X	X
Corian	X	X
Aluminio anodizado	X	
Acero inoxidable	*	
Bronce	*	
Titanio	*	
Metales desnudos	*	

\* El sistema láser puede marcar metales si se recubre con una solución para marcado de metales.

Fuente. (EpilogLaser, 2019)

Los accesorios que se consideraron necesarios para el correcto funcionamiento de la máquina son:

- a) Soporte de Mini Láser: Es un soporte que posee ruedas que permite su desplazamiento de manera práctica, se utiliza para la versión mini de la Epilog, debido a que se consideran de escritorio.

- b) Compresor de aire: Dirige un flujo de aire constante hacia la superficie de la máquina, para eliminar el calor y los gases combustibles del área de trabajo. Esta unidad suministra 30 lb/pulg<sup>2</sup> de aire a través de la estructura del Aire auxiliar y la conexión es sencilla gracias a los puertos de conexión rápida de entrada y salida tanto en el compresor como en el sistema láser.
- c) Sentry piso portátil: “El extractor de humos de piso portátil, es un control de ingeniería de seguridad utilizado para la captura y filtración de contaminantes en el aire, cuenta con un brazo flexible auto-soportable e ignífugo y medios de filtración de alta calidad. Varias opciones de filtro están disponibles para esta unidad e incluyen: filtración HEPA [hasta un 99,97% de eficacia en partículas de 0,3 micrones y más grandes], filtración ASHRAE [hasta un 95% de eficiencia en partículas de 0,5 micrones y más grandes], carbón activado y mezcla especial medios de filtro [es decir, Gas ácido, mercurio, aldehído, amoníaco]”. (Sentry Air System Inc., 2019)
- d) Colector de polvo: Para realizar la ventilación exterior se utiliza el equipo DC250SEMB, un colector de 2HP monofásico con las siguientes especificaciones:

Tabla 7.

*Especificaciones técnicas del colector de polvo DC250SEMB.*

<b>Especificaciones técnicas Colector de polvo</b>	
<b>Estilo</b>	Soplador de motor
<b>Voltaje Nominal</b>	110,220
<b>Fases</b>	1
<b>Colector huella</b>	15" x 9"
<b>Altura (pulgadas)</b>	20
<b>Ratio de sonido dB</b>	72db
<b>Presión estática</b>	9.5"
<b>Flujo de aire máximo (CFM)</b>	1350
<b>Amperios</b>	10A 220V
<b>Caballos de poder</b>	2
<b>Tamaño de la entrada</b>	6"
<b>Tamaño del impulsor</b>	12"
<b>Material del impulsor</b>	Acero

Fuente. (The Utter Guys, 2019)

### **3.1.2. Cortador de vinilo.**

El cortador de vinilo marca Roland modelo CAMM-1 GS-24, posee un soporte de cuchillas rediseñada para manejar diferentes tipos de material y es capaz de realizar el proceso de corte de manera precisa y sencilla.



Figura 3. Cortadora de vinilo Roland CAMM-1 GS-24. Fuente. (Roland DGA Corporation, 2016)

Las condiciones del material a usar son:

- Ancho del material a cargar: 50 a 700 mm / 2 a 27-1/2 pulgadas.
- Longitud del material a cargar:
  - Material Plano: Cómo mínimo 100mm / 3-15/16 pulgadas
  - Material en Rollo: Sin límite.
- Grosor cortable del material: 0.1 mm / 0.004 pulgadas de grosor como máximo.
- Grosor máximo del material: 0.3 mm / 0.012 pulgadas cómo máximo

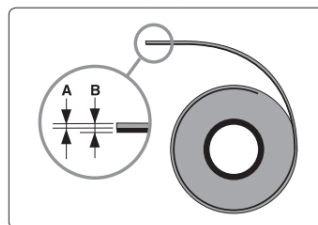


Figura 4. Ancho del material a cortar. Fuente. (Roland DGA Corporation, 2013)

Tabla 8.

*Especificaciones técnicas Cortadora de Vinil CAMM-1 GS-24.*

<b>Especificaciones Técnicas Roland CAMM-1 GS-24</b>	
<b>Método de corte</b>	Método de movimiento de medios
<b>Ancho de material cargable</b>	2 a 27.5 in. (50 a 700 mm)
<b>Área máxima de corte</b>	Ancho: 22.9 pulg. (584 mm) Longitud: 984 pulg. (25000 mm)
<b>Herramienta aceptable</b>	Cuchilla especial para la serie CAMM-1.
<b>Velocidad máxima de corte</b>	20 pulg./s (500 mm / s) todas las direcciones
<b>Velocidad cortante</b>	4 a 20 pulg./s (10 a 500 mm / seg) en todas las direcciones
<b>Fuerza de la cuchilla</b>	30 - 350 gf
<b>Resolución mecánica</b>	0.000492 pulg. (0.0125 mm)
<b>Precisión de distancia 1</b>	Error a menos de $\pm 0.2\%$ de distancia recorrida, o $\pm 0.004$ pulg. (0.1 mm), lo que sea mayor
<b>Interfaz</b>	USB 2.0
<b>Fuente de alimentación</b>	Adaptador de CA dedicado Entrada: CA 100 a 240 V $\pm 10\%$ 50/60 Hz 1.7 A Salida: DC 24 V, 2.8 A
<b>El consumo de energía</b>	Aprox. 30 W (incluido el adaptador de CA)
<b>Nivel de ruido acústico</b>	Durante la operación: 70 dB (A) o menos (según ISO 7779) En espera: 40 dB (A) o menos (según ISO 7779)
<b>Dimensiones</b>	33.8 (W) x 12.5 (D) x 92.5 (H) pulg. (860 (W) x 319 (D) x 235 (H) mm)
<b>Peso</b>	29.8 lb. (13.5 kg)
<b>Ambiente</b>	Temperatura: 41 a 104 ° F (5 a 40 ° C), humedad: 35 a 80% (sin condensación)
<b>Artículos incluidos</b>	Adaptador de CA, cable de alimentación, cuchilla, soporte de la cuchilla, base del rodillo, herramienta de alineación, cable USB, guía de configuración

Fuente. (Roland DGA Corporation, 2016)

### 3.1.3. Router CNC ShopBot.

La máquina de marca ShopBot, realiza las actividades de corte, taladrado, tallado y mecanizado CNC (ShopBot Tools, Inc, 2019), existen dos opciones de sistema de

control: bucle abierto y la de bucle cerrado, se recomienda utilizar la de bucle cerrado debido a que la salida en bucle abierto depende de la entrada, mientras que en la de bucle cerrado depende de las opciones realizadas por la retroalimentación.



*Figura 5.* ShopBot CNC PRSalpha ATC 96-60-8. Fuente. (ShopBot Tools, Inc, 2019)

Tabla 9.

*Especificaciones técnicas de la PRSalpha.*

<b>Especificaciones Técnicas ShopBot</b>	
<b>Motor de conducir</b>	Bucle cerrado con cajas de engranajes de 7.2: 1.
<b>Velocidad de corte: Enrutador de cable Porter (7518)</b>	Hasta 600 "por minuto
<b>Eje 4HP</b>	Hasta 720" por minuto
<b>Jog Speed (bit fuera de material)</b>	30 "(760mm) por segundo
<b>Velocidad de movimiento XY</b>	Variable, máx. 720"(15.24m) por minuto
<b>Velocidad de movimiento Z</b>	Variable, máximo 360"(9.14m) por minuto
<b>Velocidad de posicionamiento XY</b>	Variable, máximo 1800"(45.7 m) por minuto
<b>Velocidad de posicionamiento Z</b>	Variable, máx. 900 "(22.86m) por minuto
<b>Resolución de pasos (Distancia por paso)</b>	.0004 "(0.01mm)
<b>Repetibilidad posicional</b>	± 0.002 "(0.05mm)
<b>Fuerza de corte lineal</b>	≈150 # a 1 "(25 mm) por segundo
<b>Sistema de accionamiento de eje X e Y</b>	Piñón y cremallera
<b>Sistema de accionamiento del eje Z</b>	Piñón y cremallera
<b>Requisitos de energía eléctrica</b>	220V 20A para controles y enrutador (los requisitos de amperaje del husillo varían en potencia y voltaje)

Fuente. (ShopBot Tools, Inc, 2019)

Entre los accesorios que se consideran para la máquina, se encuentran:

- **Control Box 1 Spindle:** Es un transformador monofásico especializado para máquinas CNC, y es necesario para la operatividad de la máquina, convierte el sistema de alimentación de 110V a 220V.
- **Huso HSD 4HP 220V:** Son ejes que vienen en paquete, necesarios para el uso de la máquina es de 4HP de alta frecuencia con 220V tipo monofásico.



Figura 6. Control Box 1 huso. Fuente. (ShopBot Tools, Inc, 2019)

Colector de polvo: El colector de polvo modelo DC2000BCF.

Tabla 10.

*Especificaciones técnicas DC2000BCF.*

<b>Especificaciones Técnicas colector de polvo</b>	
<b>Capacidad Max Aire Libre CFM</b>	1500
<b>Voltaje, Max Amperios (monofásico)</b>	220V, 9 A
<b>Caballos de poder</b>	2 HP
<b>Presión estática máxima</b>	9.5"
<b>Impelente Dia.</b>	12" acero
<b>Sonido (decibel)</b>	65 db
<b>Peso</b>	125 lbs.

Fuente. (PSI Wood Working, 2019)



### 3.1.4. Mini Fresadora.

La mini fresadora 3D marca Roland monoFab SRM-20, tiene un tamaño pequeño y fácil de movilizar de la misma manera posee una funcionalidad potente, cuenta con la capacidad de realizar fresado CNC avanzado, preciso y sencillo, además esta máquina hace posible realizar la producción de piezas y prototipos realistas; necesita de una computadora para realizar los procesos, en el laboratorio se encontrará en el área de electrónica.



Figura 7. Mini fresadora Roland monoFab SRM-20. Fuente (Roland DGA Corporation, 2014)

Tabla 11.

*Especificaciones técnicas de la MonoFab SRM-20.*

<b>Especificaciones técnicas MonoFab SRM-20</b>	
<b>Material de corte</b>	Resinas como la cera para modelar
	Madera química
	Espuma
	Acrílico
	Sanmodur
	Acetato de polietileno
	ABS
	Tablero de PC
<b>X, Y y Z trazos de operación</b>	203.2 (X) x 152.4 (Y) x 60.5 (Z) mm
	8 (x) x 6 (Y) x 2.38 (Z) pulgadas
<b>Distancia de la punta de boquilla a mesa</b>	Máximo 130.75 mm
	Máximo 5.15 pulgadas
<b>Tamaño de mesa</b>	232.2 (X) x 156.6 (Y) mm
	9.14 (X) x 6.17 (Y) pulgadas
<b>Peso de la pieza cargada</b>	4.4 libras, 2 kg
<b>X-,Y- y Z- sistema de accionamiento del eje</b>	Motor paso a paso
<b>Velocidad de operación</b>	6-1800 mm/min, 0.24-70.87 pulgadas/min
<b>Husillo de motor</b>	Dc motor tipo 380
<b>Máxima rotación de husillo</b>	7,000 rpm
<b>Energía</b>	Máquina: DC 24V, 2.5 A
	Adaptador dedicado AC: AC100V +/- 10%, 50/60 Hz
<b>Consumo de energía</b>	Aprox. 55W
<b>Nivel de ruido acústico</b>	Durante la operación: 65 dB (A)
	En stand by: 45 dB (A) o menos
<b>Dimensiones y peso</b>	17.76 (W) x 16.8 (D) x 16.78 (H) pulgadas/ 43.2 libras
	451 (W) x 426.6 (D) x 426.2 (H) mm/ 19.6 kg
<b>Interface</b>	USB
<b>Ambiente de instalación</b>	Temperatura 41 a 104 °F
	Temperatura 5 a 40 °C
	Humedad 35 a 80% relativa (no condensada)
<b>Accesorios</b>	Ac Adaptador, cable de alimentación, cable USB, herramienta de corte, pinza, juego de tornillos, llaves inglesas (0.28, 0.39 pulgadas / 7.10 mm), llave hexagonal (0.08, 0.12 pulgadas / tamaño 2.3 mm), pasadores de posicionamiento, cinta de doble cara, tarjeta de información de inicio

Fuente. (Roland DGA Corporation, 2014)

Para el funcionamiento de la mini fresadora, se consideró la adquisición de piezas de repuesto:

- Motor de husillo SS-20.
- Unidad de husillo SM-20.

### **3.1.5. Impresora 3D.**

Se cuenta con una impresora 3D marca Da Vinci modelo XYZ printing en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, y en el presupuesto contemplado se considera la adquisición de una impresora de marca y modelo Ultimaker2, es fácil de utilizar, eficiente y confiable, soporta una gran cantidad de materiales y tiene resultados consistentes.

Los extras gratuitos incluyen:

- Una tarjeta SD, barra de pegamento, grasa, llaves hexagonales y un cable USB
- Boquillas intercambiables de 0,25, 0,4, 0,6 y 0,8 mm.
- Un carrete de 0,75 kg de Ultimaker Silver PLA.
- Una tarjeta de calibración para nivelar la placa de construcción.



*Figura 8.* Impresora 3D Ultimaker 2. Fuente. (Ultimaker BV, 2019)



Tabla 12.

*Especificaciones técnicas de la impresora 3D Ultimaker 2.*

<b>Especificaciones técnicas Impresora 3D Ultimaker2</b>	
<b>Volumen de construcción</b>	223x223x205mm
<b>Materiales</b>	Sistema de filamento abierto, significa que se puede usar cualquier tipo de filamento para obtener resultados precisos.
<b>Resolución de capa</b>	desde 600 micrones
<b>Velocidad</b>	30 mm <sup>3</sup> /s a 300 mm <sup>3</sup> /s
<b>Peso</b>	18 kg.
<b>Cabezal de impresión</b>	Boquilla intercambiable
<b>Diámetros de la boquilla</b>	0.25, 0.4, 0.6, 0.8 mm (todo incluido)
<b>Tiempo de calentamiento de la boquilla</b>	<2 minutos
<b>Sonido de funcionamiento</b>	50 dBA
<b>Placa de construcción</b>	20 - 100 ° C placa de construcción de vidrio calentado
<b>Entrada AC</b>	100-240 V
	Aprox. 1.4 Amps.
	50 - 60 Hz.
	221 W. Max.

Fuente. (Ultimaker BV, 2019)

La impresora 3D con la que cuenta la Escuela, es de marca DaVinci XYZprinting 1.0, esta máquina en la actualidad es utilizada por los docentes y alumnos que han sido capacitados para realizar diferentes prototipos, que son posibles de realizar con la adecuada configuración del software.



*Figura 9.* Impresora 3D DaVinci. Fuente. (XYZPrinting, Inc., 2019)

Tabla 13.

*Especificaciones técnicas Impresora DaVinci.*

<b>Especificaciones técnicas Impresora 3D XYZPrinting</b>	
<b>Tecnología de impresión</b>	FFF (fabricación de filamentos fundidos)
<b>Formato de archivos soportados</b>	.stl, .3w, .3mf, código G
<b>Máx. Área de construcción</b>	7.9" x 7.9" x 7.9" (200 x 200 x 200 mm)
<b>Resolución de capa</b>	100 - 400 micrones
<b>Max Velocidad de movimiento</b>	120 mm/s
<b>Compatibilidad de materiales</b>	PLA / ABS / Flexible / Resistente PLA
<b>Boquilla</b>	0.4 mm diámetro
	240°C / 464°F max. Temperatura
<b>Requisitos de funcionamiento</b>	100V - 240V
	200W
<b>Temperatura</b>	15-32 °C / 59-89.6°F
<b>Humedad de operación</b>	30 - 60 % RH
<b>Dimensiones del producto (WxDxH)</b>	18.4" x 22" x 20" (468 x 558 x 510 mm)
<b>Peso del producto</b>	24 kg (57.3 lb)

Fuente. (XYZPrinting, Inc., 2019)

### **3.1.6. Escáner 3D.**

El escáner 3D de marca Sense es un escáner portátil de corto alcance con resolución FullHD, es capaz de capturar y procesar datos en tiempo real, que posibilita obtener un escaneado de imágenes preciso y con alta resolución.

Ofrece a los usuarios la posibilidad de observar una escena en tres dimensiones y luego traduce las observaciones a múltiples imágenes de profundidad. A continuación, combina esos cuadros de profundidad en un modelo 3D compuesto por miles de triángulos conectados, llamado malla.



Figura 10. Escáner 3D marca Sense.Fuente. (3D Systems, 2016)

Tabla 14.

*Especificaciones técnicas Escáner 3D.*

<b>Especificaciones técnicas Escáner 3D Sense</b>	
<b>Campo de visión</b>	57.5 x 45.
<b>Mapa de profundidad</b>	VGA (640 x 480)
<b>Volumen de escaneo (ancho x alto x profundidad)</b>	Mín: 0.2m x 0.2m x 0.2m; Max: 3m x 3m x 3m
<b>Rango de operación:</b>	Min: 0.35m; Max: 3m
<b>Campo de visión</b>	Horizontal: 45°
	Vertical: 57.5°
	Diagonal: 69°
<b>Tamaño de imagen de profundidad:</b>	240 (w) x 320 (h) píxeles
<b>Resolución x / y espacial</b>	0.5m: 0.9mm
<b>Resolución de profundidad</b>	0.5m: 1mm
<b>DIMENSIONES</b>	17.8 cm x 12.9 cm x 3.3 cm
<b>INTERFAZ DE DATOS</b>	USB 2.0 Cable USB (conexión a la computadora)
<b>ELÉCTRICO</b>	Consumo máximo de energía: 2,25 vatios
<b>ENTORNO OPERATIVO</b>	Temperatura ambiente: 10 - 40 ° C

Fuente. (3D Systems, 2016)



### 3.1.7. Sierra de desplazamiento.

La sierra de desplazamiento de marca DEWALT modelo DW788, mide 20 pulgadas y posee la funcionalidad de utilizarla con velocidades variables, es práctica y fácil, funciona de manera silenciosa y suave, lo que proporciona una mayor precisión en el corte y rapidez para realizarlo, en el laboratorio puede ser útil para realizar cortes en la materia prima para entregar al cliente el material con las dimensiones que desea.



Figura 11. Sierra corona de desplazamiento. Fuente. (DEWALT, 2019)

Tabla 15.

*Especificaciones técnicas Sierra Cortadora.*

<b>Especificaciones técnicas Sierra cortadora</b>	
<b>Amperios</b>	1.3 A
<b>Tipo de herramienta</b>	Cable
<b>Trazos/min</b>	400-1750 SPM
<b>Profundidad de corte</b>	2"
<b>Voltaje</b>	120V – 240V
<b>Longitud de carrera</b>	¾"
<b>Peso de la herramienta</b>	56 lb.

Fuente. (DEWALT, 2019)

### 3.1.8. Taladro.

El taladro marca Makita modelo LXFD01CW, es compacto y brinda confort al utilizarlo por su moderno diseño ergonómico, posee una luz LED incorporada que permite visualizar el material y el lugar donde realizar el taladrado con mayor precisión, además es posible cargarlo en 15 minutos por su batería de iones de litio de 18V, esta herramienta es funcional para el laboratorio, puesto que permite realizar el taladrado en lugares más difíciles de acceder y permite realizar estas perforaciones de manera, que el ensamblaje de los prototipos se realice eficientemente.



Figura 12. Taladro Makita. Fuente. (Makita Corporation, 2019)

Tabla 16.

*Especificaciones técnicas Taladro.*

<b>Especificaciones Técnicas Taladro Makita LXFD01CW</b>	
<b>Capacidad</b>	Acero 1/2 "
<b>Madera</b>	1-1 / 2 "
<b>Sin velocidad de carga</b>	0 - 400, 0 - 1,500 RPM
<b>Max Torque</b>	480 in.lbs.
<b>PTI Torque</b>	290 in.lbs.
<b>Batería de litio compacta</b>	18 V
<b>Largo total</b>	7-9 / 16 "
<b>Peso neto</b>	3.3 libras. (w / batería)
<b>Peso del envío</b>	9.9 libras.
<b>Longitud total</b>	192 mm
<b>Cartucho de batería estándar</b>	BL1815/BL1830

Fuente. (Makita Corporation, 2019)

### 3.1.9. *Herramienta de velocidad variable.*

El kit de herramientas de velocidad variable marca Dremel 3000 Series, el cual incluye diversas herramientas rotativas, con funciones variadas y tiene un diseño simétrico; este kit de herramientas puede ser utilizado en diferentes procedimientos como lo son: cortar, pulir, tallar, lijar y lustrar, para el laboratorio dicha herramienta es práctica para realizar acabados en las piezas que ya fueron mecanizadas en otras máquinas.



Figura 13. Kit de herramientas rotativas. Fuente. (ROBERT BOSCH GMBH, 2019)

Tabla 17.

*Especificaciones técnicas Kit herramientas rotativas.*

<b>Especificaciones técnicas Dremel Series 3000</b>	
<b>Velocidad:</b>	Variable (5,000 - 35,000 RPM)
<b>Contenido:</b>	Herramienta rotativa, (2) aditamentos, (28) accesorios Dremel, estuche plástico y manual
<b>Longitud del cable:</b>	6 ft
<b>Longitud:</b>	7.5 "
<b>Voltaje:</b>	220V
<b>Amperaje:</b>	1.2
<b>Altura:</b>	2 "
<b>Ancho:</b>	2.5 "
<b>Velocidad variable</b>	5,000 a 35,000 RPM

Fuente. (ROBERT BOSCH GMBH, 2019)

### 3.1.10. Estación de soldadura.

La estación de soldadura marca Weller modelo WES51 es una estación de soldadura industrial analógica, que posee una potencia de 50W, con una unidad de potencia, soldador, soporte y esponja. Tiene un diseño para soldadura que tiene producción continua, hierro delgado con punta ETA, cuenta con una plancha equipada con un cordón de caucho de silicona no quemable.



Figura 14. Estación de soldadura. Fuente. (CooperTools, 2002)

Tabla 18.

*Especificaciones técnicas estación de soldadura.*

<b>Especificaciones Técnicas Estación de soldadura</b>	
<b>Modelo</b>	Weller WES51
<b>Voltaje</b>	120V (entrada); 24V (salida)
<b>Rango de temperatura</b>	350°F - 850°F (177°C - 454°C)
<b>Huella</b>	5.9 x 4.5 x 3.6 inches (150 x 114 x 91 mm)
<b>Peso</b>	3.93 lb (1.78 kg)
<b>Precisión de temperatura</b>	+/- 9°F (+/- 5°C)
<b>Estabilidad de temperatura</b>	+/- 10°F (6°C)
<b>Adicional</b>	Seguridad ESD

Fuente. (CooperTools, 2002)

### **3.1.11. Calibre Digital Electrónico.**

El calibre digital electrónico marca Neiko, modelo 01407A, es una herramienta que se utiliza para realizar mediciones precisas, sus brazos móviles permiten mediciones interiores y exteriores.



*Figura 15. Calibrador digital electrónico. Fuente. (Amazon Inc., 2019)*

Tabla 19.

*Especificaciones técnicas calibrador digital electrónico.*

<b>Especificaciones Técnicas Calibre Digital</b>	
<b>Rango de medición</b>	0-150mm; 0-6"
<b>Resolución</b>	0.01mm; 0.0005": 1/128"
<b>Temperatura de operación</b>	0°C - 70°C
	4°F - 158°F
<b>Modo de medición</b>	Pulgadas
	Fracciones
	Milímetros
<b>Visibilidad</b>	Pantalla LCD extra-larga
<b>Peso</b>	11.2 onzas

Fuente. (Amazon Inc., 2019)

### **3.1.12. Microscopio digital.**

El microscopio digital de marca Celestron modelo 44302 es un microscopio de mano, posee la funcionalidad de realizar captura a los descubrimientos con una cámara incorporada, además posee luz LED para mejorar la visibilidad de las imágenes.



*Figura 16. Microscopio digital. Fuente. (Celestron LLC. , 2019)*

Tabla 20.

*Especificaciones técnicas microscopio digital.*

<b>Especificaciones Técnicas Microscopio digital</b>	
<b>Marca</b>	Celestron 44302
<b>Alimentación</b>	USB 2.0
<b>Camara</b>	Digital 2MP incorporada
<b>Ampliación</b>	10x a 40x (hasta 150x en algunos monitores)
<b>Resolución de video</b>	25 fps
<b>Resolución de streaming</b>	25 fps
<b>Peso</b>	4 oz (113 gr)
<b>Dimensiones</b>	108 mm x 32 mm (4.25" x 1.25")
<b>Iluminación</b>	6 LEDs blancos (en configuración de anillo)
<b>Soporte</b>	Metal
<b>Compatibilidad de software</b>	Windows XP, vista o 7 Mac 10.4.9 o superior

Fuente. (Celestron LLC. , 2019)

### 3.1.13. Osciloscopio.

El osciloscopio de marca Instek modelo GDS-1152A-U tiene la funcionalidad de medir ondas y su frecuencia, dicho equipo está diseñado para satisfacer las necesidades y requisitos básicos industriales y de servicio de mantenimiento y producción.



Figura 17. Osciloscopio. Fuente. (Good Will Instrument Co., 2019)

Tabla 21.

*Especificaciones técnicas osciloscopio*

<b>Especificaciones Técnicas Osciloscopio</b>		
	<b>Ancho de banda DC</b>	~ 150MHz
<b>Posición 10</b>	Resistencia de entrada	10MΩ
	Capacitor de entrada	17 pF aprox.
	Voltaje de entrada máximo	500V CAT I, 300V CATII (DC + Peak AC)
	Relación de atenuación	01:01
<b>Posición 1</b>	Ancho de banda DC	~ 6MHz
	Resistencia de entrada	1MΩ cuando se usa con entrada de 1MΩ
	Capacitor de entrada	47 pF aprox.
	Voltaje de entrada máximo	300V CATI, 150V CATII (DC + Peak AC)
<b>Cond. De funcionamiento</b>		
	Temperatura	-10 ° C ~ 55 ° C
	Humedad relativa	≤85% @ 35 ° C
	Norma de seguridad	EN 61010-031 CAT II

Fuente. (Good Will Instrument Co., 2019)

**3.1.14. Balanza digital.**

La balanza digital de modelo 1760T86, sirve para pesar diferentes materiales y tiene una desviación baja en cuanto a la precisión de sus mediciones, en el laboratorio esta balanza será usada para medir algunas materias primas como lo son las masas para moldear OMOO25.



Figura 18. Balanza digital. Fuente. (McMaster-Carr, 2019)



Tabla 22.

*Especificaciones técnicas balanza.*

<b>Especificaciones Técnicas Balanza</b>	
<b>Medición</b>	Gramos, Kilogramos, Onzas, Pennyweights, Libras, Onzas Troy
<b>Tipo de escala</b>	Tapa de banco
<b>Capacidad</b>	5 libras. (2,200 g)
<b>Exactitud</b>	± 0.005 oz. (± 0.1 g)
<b>Graduaciones</b>	0.005 oz (0.1 g)
<b>Plataforma</b>	
<b>Anchura</b>	6 3/4 "
<b>Profundidad</b>	5 1/2 "
<b>Fuente de alimentación</b>	Batería, Eléctrica
<b>Voltaje</b>	120V AC 240V AC
<b>Características</b>	Función de tara

Fuente. (McMaster-Carr, 2019)

### 3.1.15. Etiquetadora.

La etiquetadora marca Brother modelo PT-18R es una impresora de etiquetas que brinda la posibilidad de realizar diferentes etiquetas debido a su teclado.



Figura 19. Etiquetadora. Fuente. (Amazon Co., 2019)

Tabla 23.

*Especificaciones técnicas etiquetadora.*

<b>Especificaciones Técnicas Etiquetadora</b>	
<b>Teclado</b>	Teclado de diseño QWERTY
<b>LCD</b>	15 caracteres x 2 líneas (pantalla gráfica: 48 x 128 puntos)
<b>Idioma</b>	Inglés, alemán o francés (no es posible cambiar)
<b>Método de impresión</b>	Impresora térmica
<b>Alto máx. de impresión</b>	15,8 mm
<b>Velocidad de impresión</b>	10 mm / seg.
<b>Cabezal de impresión</b>	180 ppp / 128 puntos
<b>Código de barras</b>	Sí (CODE 39 / I-2/5 / EAN13 / EAN8 / UPC-A / UPC-E / CODABAR / EAN128 / CODE128)
<b>Número de caracteres y símbolos</b>	Caracteres: 283 Símbolos: 103
<b>Fuente de alimentación</b>	Pila recargable de Ni-MH Adaptador de CA (modelo H / H1)
<b>Dimensiones de la carcasa</b>	149 (An.) x 52 (Pr.) x 122,5 (Al.) mm
<b>Peso de la carcasa</b>	580 g (con pila recargable)
<b>Tipo de cinta</b>	TZ
<b>Tamaño de cinta</b>	6, 9, 12, 18 mm
<b>Conexión</b>	Especificación de USB 1.1 o posterior

Fuente. (Amazon Co., 2019)

### **3.1.16. Sellador de bolsas.**

Esta herramienta se utiliza con el objetivo de sellar bolsas, al realizar el sellado la herramienta corta el sobrante de la bolsa; esta herramienta servirá en el laboratorio si se desea realizar embalaje de piezas o prototipos.



Figura 20. Sellador de bolsas. Fuente. (Grainger Inc., 2019)

Tabla 24.

*Especificaciones técnicas selladoras de bolsas.*

<b>Especificaciones técnicas Sellador de bolsas</b>	
<b>Longitud del Sello</b>	16 "
<b>Ancho del Sello</b>	1/16 "
<b>Max. Grueso del sello</b>	7 mil
<b>Voltaje</b>	115VAC
<b>Vatios</b>	600
<b>Largo Total</b>	55 "
<b>Altura Total</b>	27 "
<b>Ancho Total</b>	8 "
<b>Tipo de operación</b>	Manual

Fuente. (Grainger Inc., 2019)

### **3.1.17. Pistola de calor.**

La pistola de aire caliente marca Weller modelo 6966C es de doble temperatura, sus principales aplicaciones son: moldear plástico, retractilar cables, decapar pinturas de muebles, retirar adhesivos, descongelar tuberías al aire libre, entre otros. En el laboratorio funciona específicamente con material plástico para realizar moldeo, esta herramienta también se encontrará en el área de fundido y moldeo.



Figura 21. Pistola de calor. Fuente. (Carrod Electrónica Online S. de R.L. de C.V., 2019)

Tabla 25.

*Especificaciones técnicas pistola de calor.*

<b>Especificaciones Técnicas Pistola de calor.</b>	
<b>Alimentación:</b>	110 V
<b>Potencia:</b>	250 Watts
<b>Tipo boquillas:</b>	Intercambiables
<b>Tipo cordón:</b>	Aterrizado de tres hilos
<b>Largo del cable:</b>	1.80 m

Fuente. (Carrod Electrónica Online S. de R.L. de C.V., 2019)

### 3.1.18. Horno de convección.

El horno de convección marca Cuisinart Deluxe, posee 9 funciones y botones LED, cuenta con un sensor Exact Heat, su funcionalidad radica en mantener la temperatura precisa, este horno en el fab lab funcionará en el área de fundición y moldeado.



Figura 22. Horno de convección. Fuente. (Cuisinart, 2019)

Tabla 26.

*Especificaciones técnicas Horno de convección.*

<b>Especificaciones Técnicas Horno de convección</b>	
<b>LWH:</b>	18.50" x 15.35" x 9.84"
<b>UC Peso:</b>	17.20lb
<b>UC Pies cúbicos:</b>	2.23
<b>UC LWH:</b>	20.47" x 17.32" x 10.87"
<b>MC Peso:</b>	19.20lb
<b>MC Pies cúbicos:</b>	2.53
<b>MC LWH:</b>	21.00" x 17.88" x 11.63"
<b>Poder:</b>	1800 watts
<b>Funciones:</b>	toast, bagel, convection, bake, broil, reheat and defrost

Fuente. (Cuisinart, 2019)

### **3.1.19. Horno de alta temperatura.**

El horno de alta temperatura modelo 31605k55 realiza el tratamiento térmico de metal, posee un LED que muestra la temperatura real o de un punto de ajuste (°C), además cuenta con una luz indicadora que parpadea cuando se alcanza la temperatura establecida y el interruptor de seguridad apaga el horno cuando la puerta es abierta.

Este tipo de hornos está calificado para su uso continuo a temperaturas altas de hasta 1800°F y para su uso intermitente (menos de 3 horas) cuando se usa con una temperatura de hasta 2012°F.



Figura 23. Horno de alta temperatura. Fuente. (McMaster-Carr, 2019)

Tabla 27.

*Especificaciones técnicas horno de alta temperatura.*

<b>Especificaciones Técnicas Horno de alta temperatura</b>	
<b>Modelo</b>	31605K55
<b>Capacidad cu</b>	550 cu
<b>Temperatura</b>	77 a 2012 °F (+/- 15°F) 25 a 1100 °C (+/- 8°C)
<b>Medidas interiores</b>	7" x 9" x 9"
<b>Medidas exteriores</b>	16" x 16" x 17"
<b>Material</b>	Acero
<b>Vataje</b>	1920 W 120V AC 16A
<b>Enchufe</b>	3 puntas tipo nema 5-20
<b>Incluye</b>	Bandeja de piezas de cerámica

Fuente. (McMaster-Carr, 2019)

### **3.1.20. Aspiradora manual.**

La aspiradora manual marca BLACK + DECKER modelo CHV1510, funciona a batería la cual es recargable por medio de un cargador eléctrico y es ideal para absorber partículas hasta de espacios muy reducidos lo que, la hace ideal para el laboratorio de forma que cumpla la función de limpieza luego de realizar procesos manuales y para que, pueda limpiar los desechos y partículas que son residuos de las piezas realizadas.



Figura 24. Aspiradora. Fuente. (BLACK + DECKER Inc., 2019)

Tabla 28.

*Especificaciones técnicas aspiradora.*

Especificaciones Técnicas Aspiradora	
<b>TIPO DE BATERÍA</b>	NiCad
<b>DURACIÓN DE LA CARGA</b>	16 hrs
<b>CAPACIDAD DE LA CUBETA DE POLVO</b>	20.6 oz.
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	15.6 V
<b>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</b>	Sin cable
<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	Seco
<b>FILTROS DE REPUESTO</b>	VF110
<b>POTENCIA DE SUCCIÓN</b>	17.5 AW
<b>PESO</b>	3.2 libras

Fuente. (BLACK + DECKER Inc., 2019)

### 3.1.21. Soplador.

El soplador marca Shop-Vac modelo BLB650C tiene ventilador húmedo con aspirador seco, por lo que se le considera una aspiradora sopladora esto significa que, es capaz de realizar la función de aspirar agua, así como realizar el soplado de diferentes materiales.



Figura 25. Soplador. Fuente. (Shop-Vac Corporation, 2019)

Tabla 29.

*Especificación técnica sopladora.*

<b>Especificaciones Técnicas Soplador</b>	
<b>Modelo</b>	BLB650C
<b>Capacidad</b>	12 Galones
<b>Dimensiones de embalaje</b>	L= 18 1/4"
	W= 18 1/4"
	H= 22 3/4"
<b>Cubo</b>	4.4
<b>Peso de envío</b>	26 lbs.
	11.8 kg.
<b>Watts aire</b>	200
<b>Ratio eléctrico</b>	120V 60Hz 12 Amps.
<b>Cable</b>	18 pies
	5.5 m

Fuente. (Shop-Vac Corporation, 2019)

### 3.1.22. Compresor de aire portable.

El compresor de aire portable marca DEWALT modelo dxcmpa1982054, es utilizado junto con la máquina de arenado abrasivo, para realizar el proceso de arenado o sandblasting, en el que se utiliza aire comprimido para empujar a altas velocidades partículas abrasivas en la superficie de un material con el objetivo de limpiar dicha superficie.



Figura 26. Compresor de aire DeWalt. Fuente. (DEWALT, 2019)



Tabla 30.

*Especificaciones técnicas compresor de aire.*

<b>Especificaciones técnicas compresor de aire</b>	
<b>Modelo</b>	DXCMPA1982054
<b>Peso</b>	165 lbs. (75 kg)
<b>Altura Total</b>	33.625"
<b>Ancho</b>	34.188"
<b>Tanque de aire</b>	Tanque portátil ASME * de 20 galones (75,7 lt) con neumáticos neumáticos preinstalados para una máxima portabilidad
<b>Presión</b>	Presión máxima de 155 PSI para un rendimiento óptimo de la herramienta
<b>Electricidad</b>	El motor de doble voltaje está cableado para un tomacorriente estándar de 120 voltios, y también se puede convertir para una aplicación de 240 voltios 15 - 20 Amp.

Fuente. (DEWALT, 2019)

### **3.1.23. Gabinete de chorreado abrasivo.**

El gabinete de chorreado abrasivo tiene un diseño completamente soldado, lo cual significa que no hay costuras para filtrar lo cual ayuda a mantener la operación de voladura contenida dentro del gabinete, incluye una pistola de explosión controlada con disparador.

Se utiliza para la preparación de superficies irregulares, donde otra forma de preparación como el lijado se hacen difíciles, ayuda a quitar pintura, óxido, escamas y oxidación en varias superficies irregulares.



Figura 27. Gabinete de chorreado abrasivo. Fuente. (Northern Tool + Equipment, 2019)

Tabla 31.

*Especificaciones técnicas gabinete de chorreado abrasivo.*

<b>Especificaciones técnicas gabinete de chorreado abrasivo</b>	
<b>Modelo</b>	ALC 155655
<b>Peso</b>	231 lbs.
<b>PSI de funcionamiento</b>	80-125
<b>Consumo de aire (CFM)</b>	7 – 15
<b>Cuerpo material</b>	Acero
<b>Cuerpo acabado</b>	Pintado
<b>Dimensiones puerta principal (en.)</b>	36 x 13
<b>Dimensiones puerta lateral (in.)</b>	11 x 17
<b>Dimensiones de la ventana (in.)</b>	12 x 24
<b>Medios recomendados</b>	Cuenta de vidrio, cuenta de plástico, óxido de aluminio
<b>Capacidad de medios (pies cubicos)</b>	13.81
<b>Incluye pistola</b>	Si
<b>Tamaño de boquilla (in.)</b>	¼
<b>Dimensiones WxDxH (in.)</b>	36 x 24 x 60

Fuente. (Northern Tool + Equipment, 2019)

### 3.2. Proceso de Fabricación.

El proceso de manufactura en el Laboratorio de Fabricación digital comienza en el momento que se demanda realizar un prototipo, por lo que se determina que se maneja un sistema de producción por demanda, el cual se caracteriza por el sistema jalar, en el que el proceso fluye de forma normal y la información fluye hacia atrás jalando el proceso; una herramienta que se utiliza para este tipo de producción son las tarjetas del sistema kanban.

Se considera el sistema de manufactura celular, debido a que la producción está organizada por células dedicadas a la manufactura de una familia de partes que tienen procesos similares; contribuyendo a la flexibilidad de la célula; el proceso de fabricación del taller es personalizado, por lo que un prototipo o pieza puede requerir el uso de sólo una célula, de dos y así sucesivamente hasta llegar a utilizar todas las células de fabricación, por lo que no se puede determinar un proceso de manufactura secuencial debido a que dependerá del prototipo, y el tipo de materia prima que se utiliza; para detallar de forma más precisa el proceso se muestra la siguiente figura.

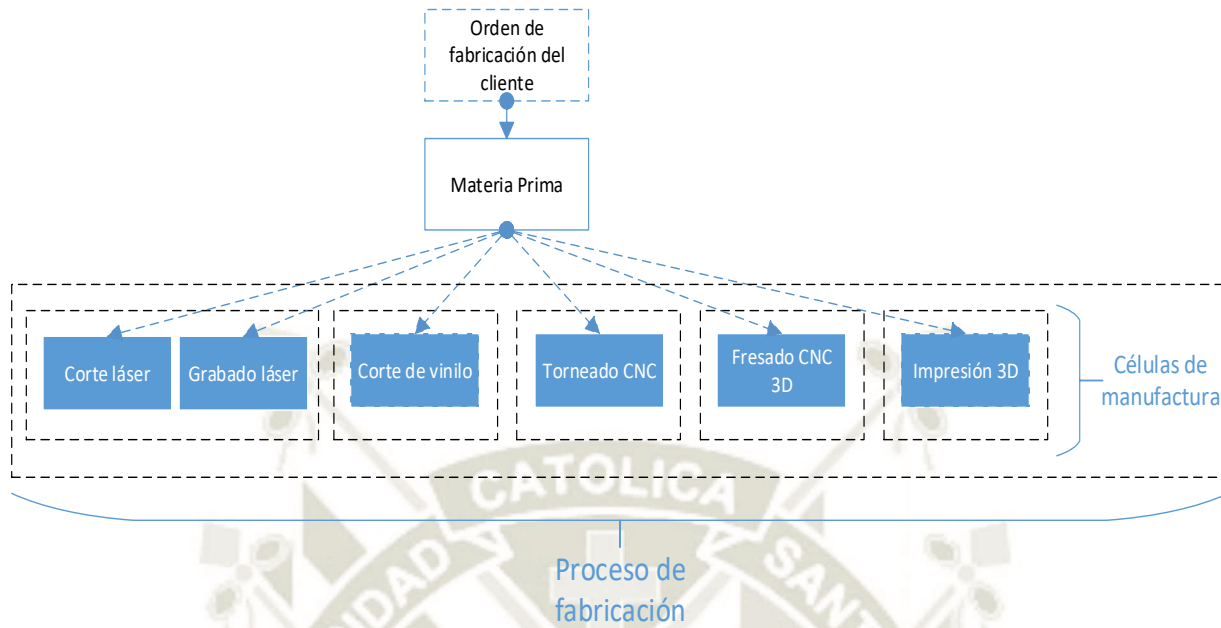


Figura 28. Proceso de fabricación del Laboratorio de Fabricación Digital.

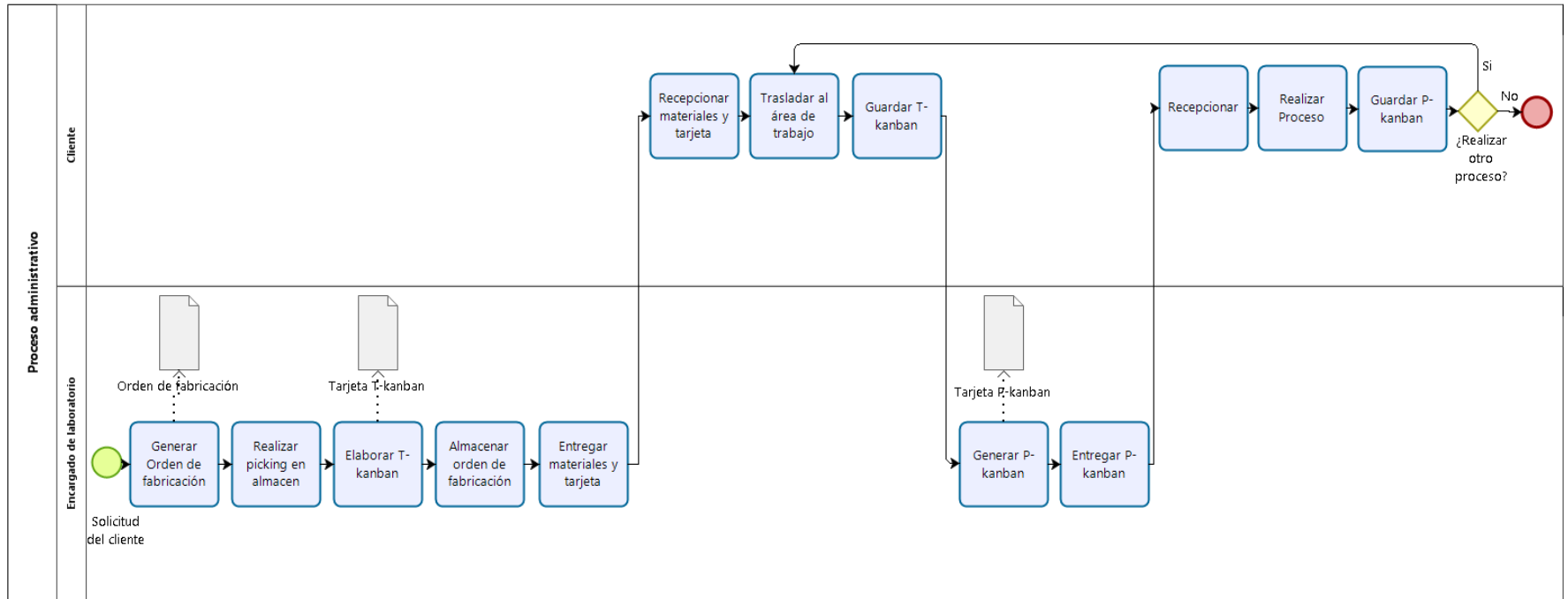


Figura 29. Diagrama de flujo del proceso administrativo. Fuente. Elaboración Propia.

El proceso de fabricación comienza en el momento que el cliente solicita el uso del laboratorio, el cliente debe presentar la solicitud en el **Formato 01-EPII** en el cual se debe especificar un diseño previo del prototipo detallando las dimensiones de este y los materiales que se necesitarán; con esta información se genera una **Orden de fabricación** con la cual se inicia el proceso de fabricación.

FORMATO N° 001-EPII

El presente formato se debe llenar con la información del prototipo que desea fabricar en el Laboratorio de Fabricación Digital, se recomienda que el diseño del prototipo se realice en software que admita y guarde archivos en extensión ".stl".

NOMBRES Y APELLIDOS

FECHA SOLICITUD

NOMBRE PROTOTIPO

DISEÑO

DIMENSIONES

MATERIALES

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Figura 30. Formato N° 001-EPII: Solicitud. Fuente. Elaboración propia.

Tabla 32.

*Orden de fabricación.*

HOJA DE COSTOS POR ÓRDENES DE FABRICACIÓN						
ÓRDEN N°:		2		<div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> REPROCESO                 </div>		
FECHA:		26/08/2019				
DATOS CLIENTE:		Gabriela				
FECHA DE INICIO:		26/08/2019				
FECHA DE TERMINO:						
DIMENSIONES:		10 X 5 X 5 CM				
COSTO PRESUPUESTADO		S/23.45				
COSTO FINAL						
DETALLE DE LA ORDEN						
Máquinas	Dremel 3000			+		
MATERIA PRIMA						
DOC REF.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO	TOTAL
	Plexiverd.	Plexiglás #2108 (verde)	cm3		S/ 0.3141	S/ -
INSUMOS						
DOC REF.	CODIGO	DESCRIPCIÓN		CANT.	COSTO	TOTAL
	354	24 adaptadores de enchufe universales				
COSTO INDIRECTO					Servicio de manufactura	S/6.32
					Costos administrativos	S/123.94
					IGV (18%)	S/23.45
<b>TOTAL</b>						<b>S/153.71</b>

Fuente. Elaboración propia.

El encargado de laboratorio se dirige al almacén para realizar el “picking” de materiales de acuerdo con la orden, cuando termine debe generar la tarjeta T-kanban correspondiente para el transporte de los materiales que entrega al cliente.

El cliente es el encargado de realizar el transporte del material del área de almacén a la célula de manufactura, en cada una de estas se encuentra una caja para guardar las tarjetas T-kanban, para poder iniciar el proceso de fabricación en la célula, es necesario que el encargado genere y brinde al cliente una tarjeta P-kanban.

Una restricción por considerar en el laboratorio es que, para utilizar las máquinas se debe tener el diseño en un formato que el software que se maneja en el laboratorio admita (el diseño del prototipo debe estar listo para su correspondiente fabricación,

debido a que se realizará el cálculo del costo de fabricación en base a este diseño y sus dimensiones, en caso de no estar listo, la escuela asignará un laboratorio con el software necesario para elaborar este diseño).

Revisar la distribución ideal del laboratorio Fab Lab en el Anexo N° 01.

### 3.2.1. *Proceso de corte y grabado láser.*

Se considera una célula de manufactura denominada: “Área Láser”, en la que está ubicada la máquina láser de corte y grabado CO2 de modelo Epilog.

En esta máquina, se pueden realizar los siguientes procesos:

- Proceso de grabado láser.
- Proceso de corte láser.
- Proceso combinado.

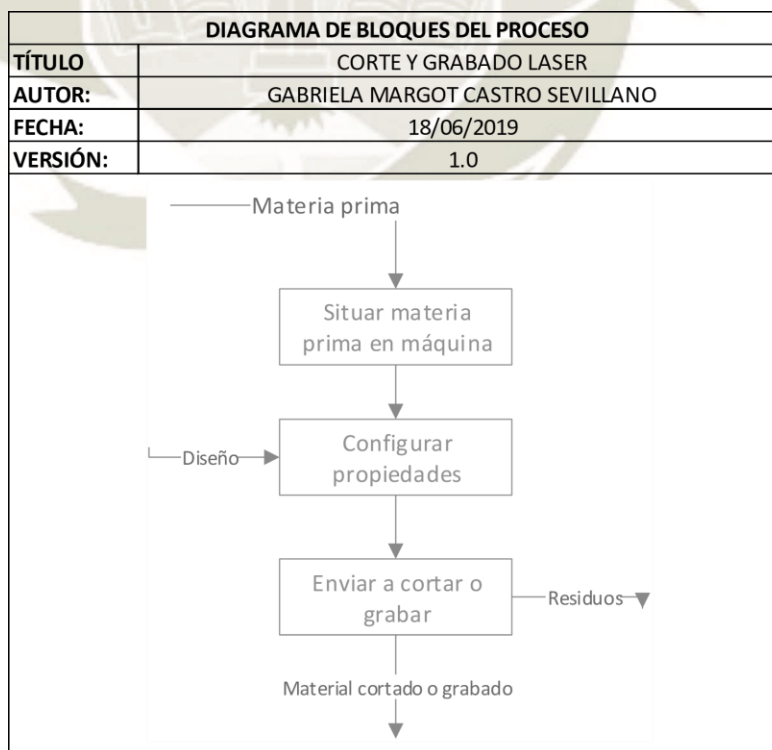


Figura 31. Diagrama de bloques del proceso de corte y grabado láser. Fuente. Elaboración propia



El proceso de corte láser inicia con la orden indicada por una tarjeta P-kanban entregada al cliente, el cual procede a insertar la materia prima en la máquina Epilog Láser abriendo la tapa y ajustando la mesa para que ingrese el material, al finalizar se debe mover la mesa para que la pieza haga contacto con la punta del láser y cerrar la tapa, posteriormente ingresa a la computadora para abrir el diseño del prototipo de forma que revisa si las dimensiones de pieza en el software coinciden con las dimensiones de la materia prima, en caso que no coincidan debe ajustarlas y configurar todas las propiedades (resolution, auto-focus, center engraving, job type, piece size, speed, power, engraved direction, image dithering, vector setting), en la opción “Job type” para el proceso de corte seleccionar “Vector”, para el proceso de grabado seleccionar “Raster” y para el proceso combinado en el cual se realiza primero la operación de grabar y luego cortar, seleccionar “Combined”. En el momento que acaba con estos procedimientos, el cliente debe enviar por medio del software la orden en el botón imprimir, presionar el botón inicio en la epilog y la máquina realizará el proceso indicado.

Al finalizar la máquina el proceso, el cliente debe abrir la tapa de la máquina para retirar la pieza y la bandeja de residuos para dejar limpia la máquina, limpiar la bandeja de residuos y situarla nuevamente, termina el proceso al cerrar la tapa de la Epilog.

### **3.2.2. *Proceso de corte de vinilo.***

La célula de manufactura para este proceso se denominará “Área electrónica”, en la cual está ubicada la máquina cortadora de vinilo CAMM-1 GX-24 marca Roland.

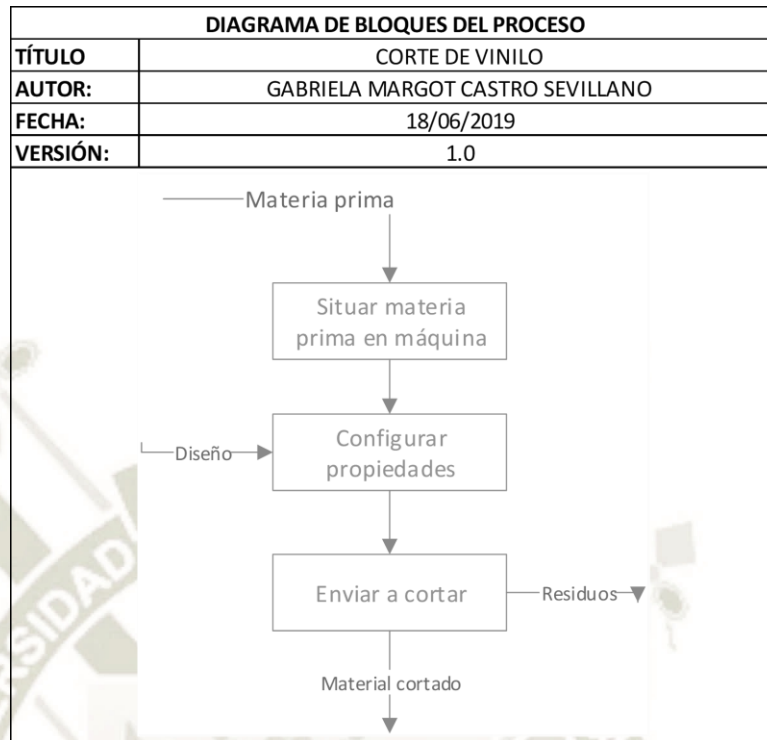


Figura 32. Diagrama de bloques del proceso de corte de vinilo. Fuente. Elaboración Propia

El proceso de corte inicia con la orden de la tarjeta P-kanban, el usuario ingresa el material en la máquina cortadora y abre el diseño en el software, configura en este las propiedades (fuerza de cuchilla, profundidad de corte, etc.) para proceder a enviar el diseño a corte, la cortadora de vinilo Roland realiza el corte en el material de acuerdo al diseño; cuando acabe de realizar el corte, el usuario revisa el corte y en caso solo se haya utilizado un pedazo del material, la máquina posee unas cuchillas con las que se retira el material sobrante.

### 3.2.3. *Proceso router CNC.*

La célula de manufactura para esta herramienta se denominará “Área ShopBot”, en esta célula se encuentra la máquina ShopBot PRSalpha, en la cual se pueden realizar los siguientes procesos:

- Corte.

- Taladrado.
- Tallado.
- Mecanizado.

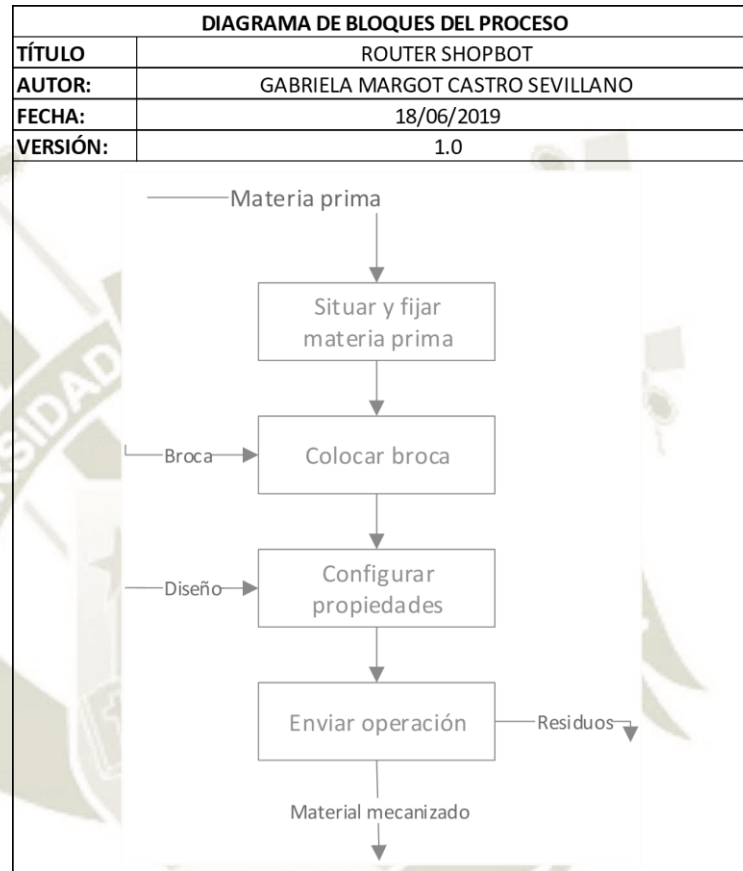


Figura 33. Diagrama de bloques del proceso Router ShopBot. Fuente. Elaboración Propia.

Para realizar cualquier operación en la máquina ShopBot, solo es necesario cambiar la configuración en el software, enviando órdenes a la máquina que obedecen a las principales, y en la cual se pueden realizar procesos combinados de corte, tallado, taladrado o mecanizado de material.

Para realizar procesos en la ShopBot, el usuario o cliente recibirá una tarjeta P-kanban, con la cual se inicia la orden de realizar el proceso de producción.

El usuario ingresa a la célula de manufactura para colocar la materia prima y fijarla con el método de sujeción adecuado para el material; procede a escoger la broca o fresa adecuada para realizar la operación deseada, la coloca en el collet para insertarla y realice el ajuste con la tuerca de ajuste en la máquina; al finalizar ingresa a la computadora para abrir el diseño en el software, procederá a configurar las propiedades del software de acuerdo con la materia prima y sus dimensiones, configurar los ejes X, Y y Z, entre otras propiedades.

El usuario al terminar de configurar la ShopBot, enviará la orden de realizar el proceso en la máquina, esta recibirá la orden y procederá a realizar el proceso; realizando el diseño en la materia prima y dejando residuos.

#### **3.2.4. *Proceso de fresado.***

La máquina Roland es una mini fresadora, que realiza las mismas funciones que cualquier fresadora, pero en formato pequeño y en materiales específicos.

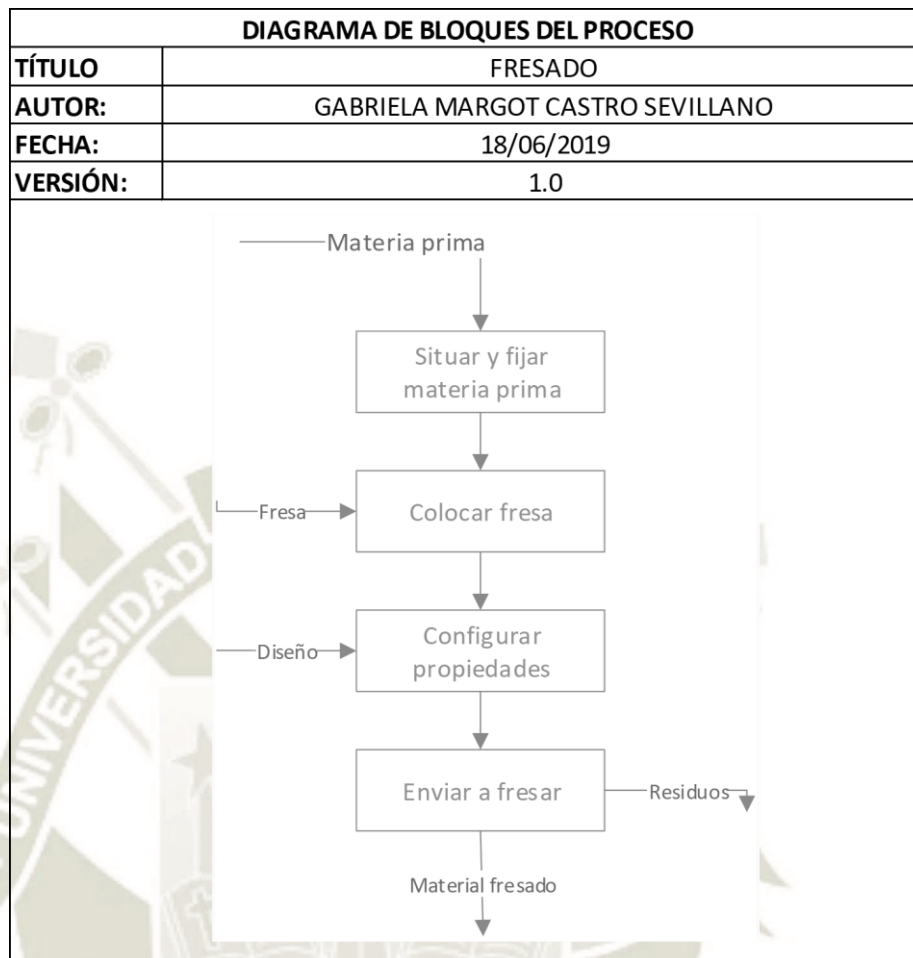


Figura 34. Diagrama de bloques del proceso de fresado. Fuente. Elaboración Propia.

Elegir el tipo de fresa a utilizar y colocarla, en base al proceso que se realizará, estos puede ser:

- Desbaste.
- Grabado.
- Acabado.
- Perforación.

Colocar el material en la máquina, se recomienda utilizar un tablero como base para el corte, realizar el ajuste de ambos materiales a la base de la máquina para que no se

muevan para esto se recomienda utilizar cinta de doble cara, una vez que todo esté listo cerrar la puerta delantera.

Ingresar a la máquina realizará la operación que se configuró, en caso se necesite hacer más operaciones sobre el mismo material, configurar las nuevas dimensiones en el software y volver a realizar todo el proceso.

### **3.2.5. Proceso de impresión 3D.**

La célula de manufactura se denomina “Área 3D” comprende un escáner 3D y dos impresoras 3D, una que se adquirió anteriormente de marca y la impresora Ultimaker, para realizar el proceso de impresión primero se debe colocar el material (filamento) elegido en la impresora; configurar el software ajustándose a las necesidades, y configurar la máquina acorde con la temperatura y rapidez.

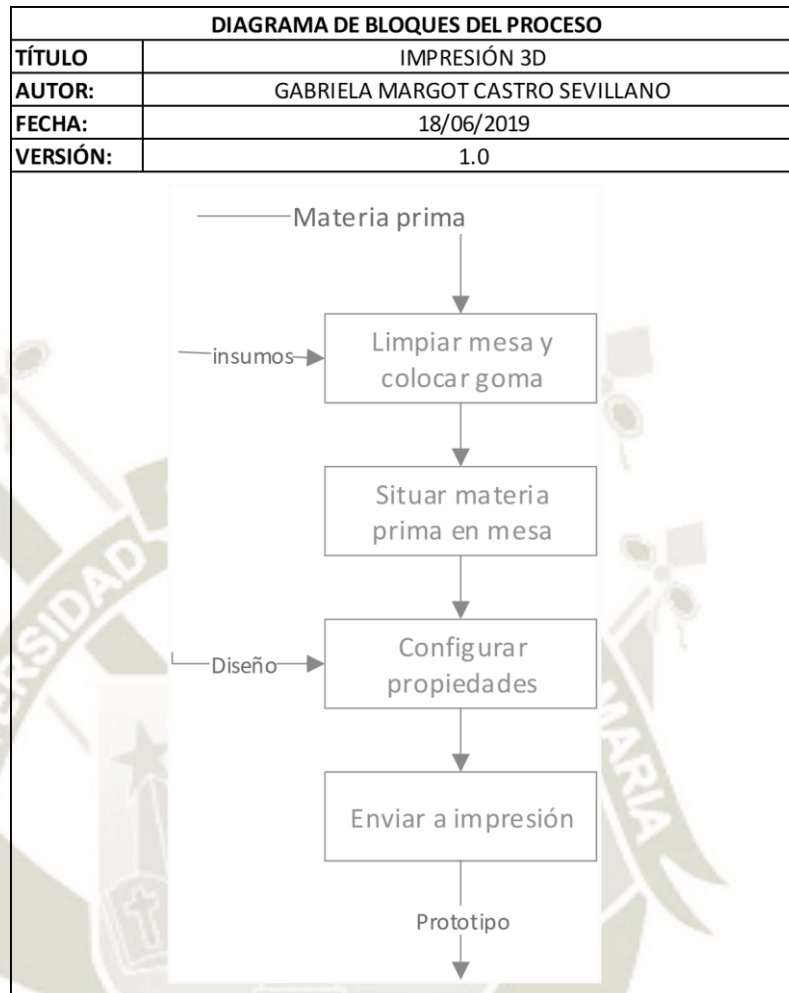


Figura 35. Diagrama de bloques del proceso de impresión 3D. Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con las necesidades y el material, en las primeras impresiones no es necesario colocar pegamento en la base, pero luego si será necesario para que el prototipo no se adhiera a la base, cuando esta actividad es finalizada se procede a cerrar la compuerta; para enviar el diseño a impresión.

La impresora 3D se encargará de modelar el prototipo, una vez que acabe el proceso, se debe despegar el prototipo de la mesa y retirarlo.

### 3.2.6. *Proceso de escaneo 3D.*

El escáner 3D se encuentra en el “Área 3D”, esta máquina permite realizar el escaneo de cualquier material, persona o imagen y lo transforma en un diseño 3D en computadora.

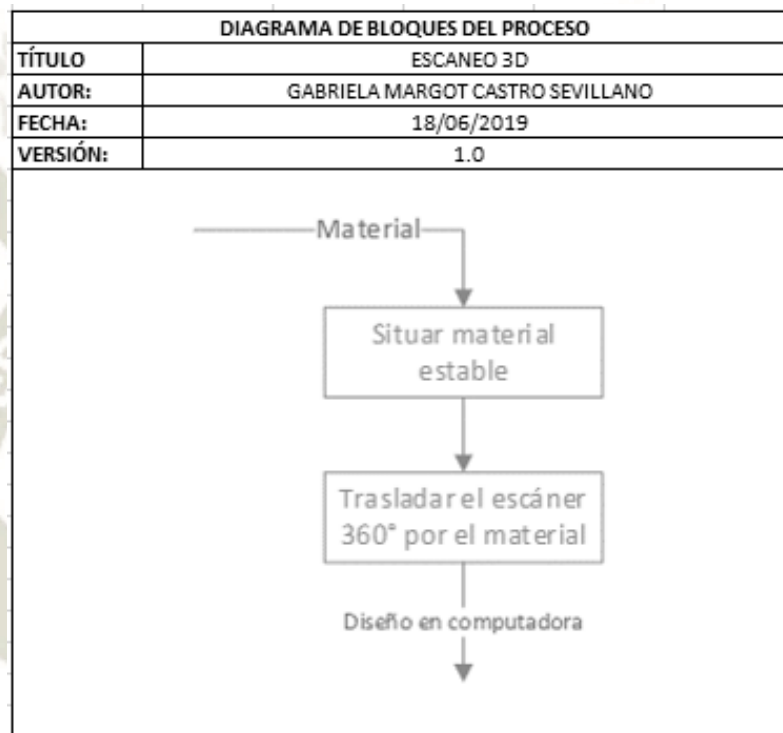


Figura 36. Diagrama de bloque del proceso de escaneo 3D. Fuente. Elaboración propia.

Para iniciar el proceso de escaneo es necesario que el material que se desea escanear esté ubicado en una superficie estable, a continuación conectar el escáner a una computadora por medio de un cable USB, abrir el software que incluye la máquina y empezar a realizar el proceso pasando el escáner con movimientos suaves alrededor de todo el material (360°), para que este detecte todos los detalles del material escaneado que se puede observar en el software de la computadora, en caso algunos detalles no se captaron correctamente, se realiza una segunda pasada con la máquina para que el diseño se encuentre completo en la computadora.



**3.2.7. Procesos manuales.**

**3.2.7.1. Proceso de corte.**

El proceso de corte manual se realiza con la herramienta sierra cortadora, para efectuar el corte se debe trabajar en una mesa destinada a estos fines.

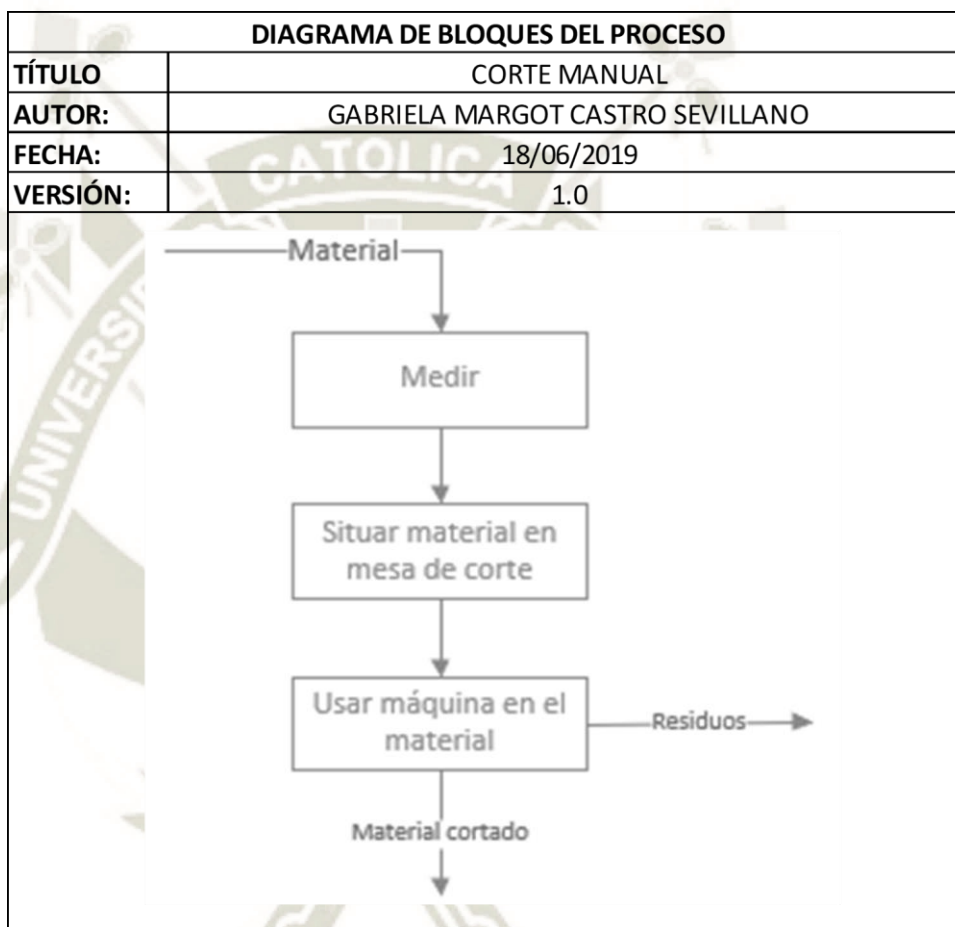


Figura 37. Diagrama de bloque del proceso de corte manual. Fuente. Elaboración propia.

Para iniciar el proceso de corte manual con sierra, se debe realizar la medición del material de acuerdo a los parámetros que el usuario elija, en el momento que se termine de efectuar la medición, el usuario deberá situar el material en la mesa de corte y sostener la sierra cortadora en los trazos de medición para proceder a ejecutar el corte.

3.2.7.2. *Proceso de taladrado.*

El proceso de taladrado se realiza de manera manual con el taladro percutor disponible y se deberá considerar que, se utilizan diferentes brocas e insumos para realizar los agujeros necesarios.

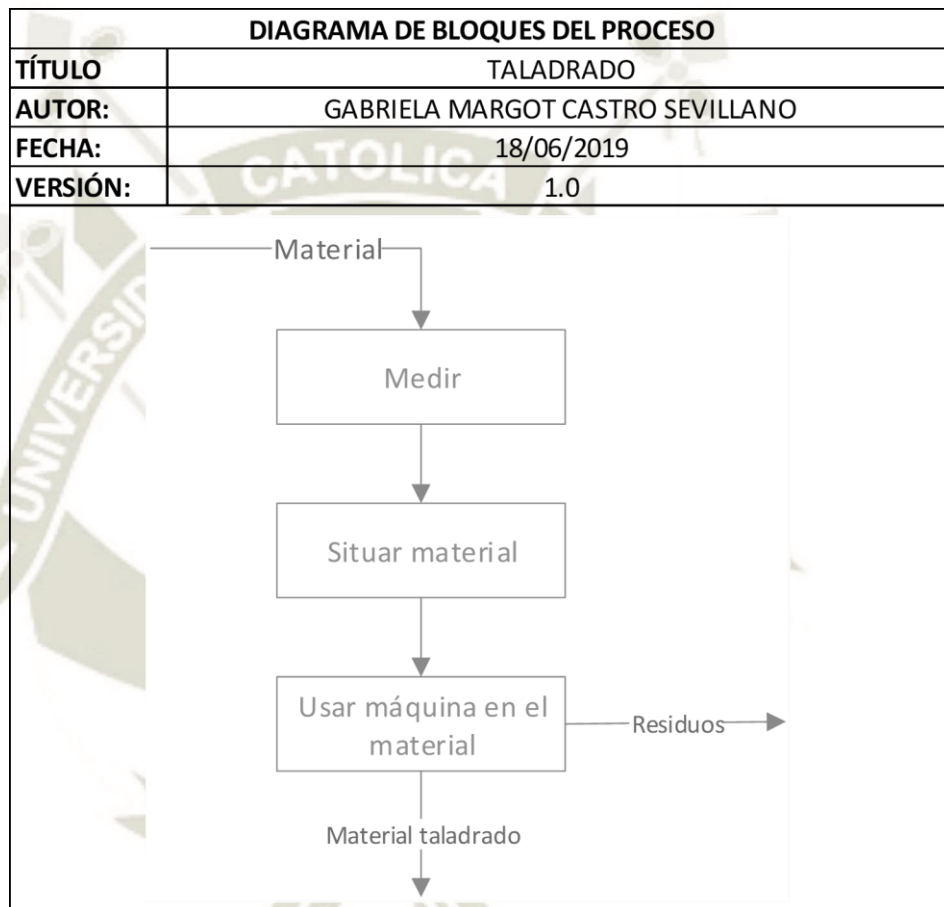


Figura 38. Diagrama de bloques del proceso de taladrado. Fuente. Elaboración propia.

El proceso de taladrado manual comienza con el material y su respectiva medición para determinar y marcar los lugares en los que se necesita realizar el proceso, posteriormente se debe situar en la mesa, de forma que el lugar marcado para taladrar quede fuera de la superficie para no malograr el mueble, siguiendo el proceso se debe revisar y seleccionar la broca a colocar en el taladro, insertarla y sostener el taladro percutor en la marca realizada para posteriormente encenderlo y realizar el taladrado.

### 3.2.7.3. *Proceso de Soldadura.*

El proceso de soldadura se realiza en la estación de soldadura, en la cual se debe utilizar un material de aporte.

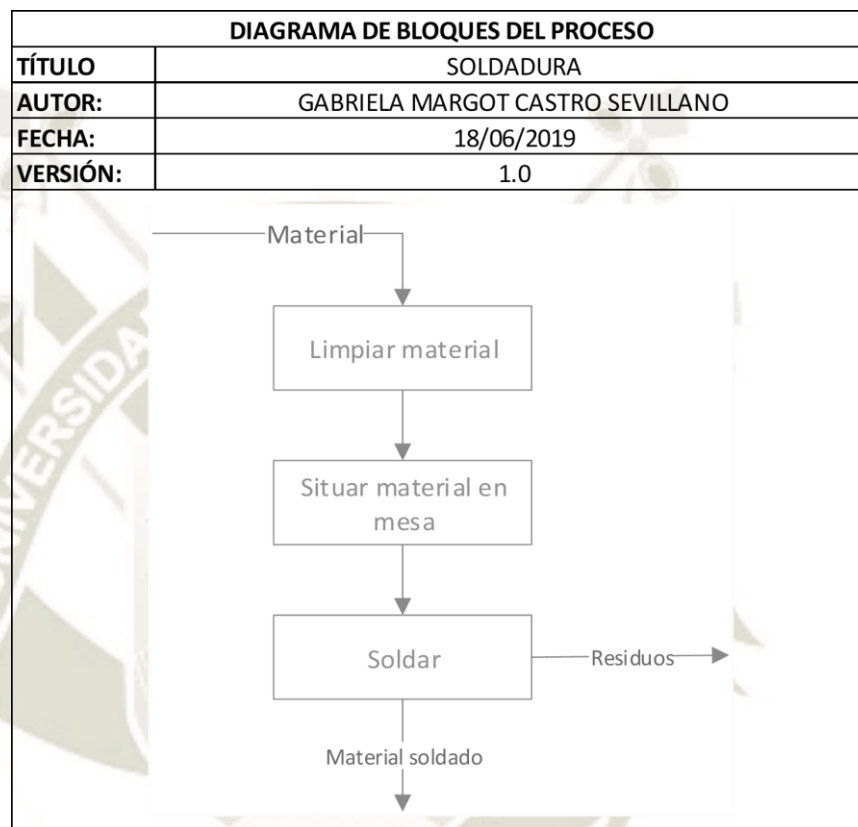
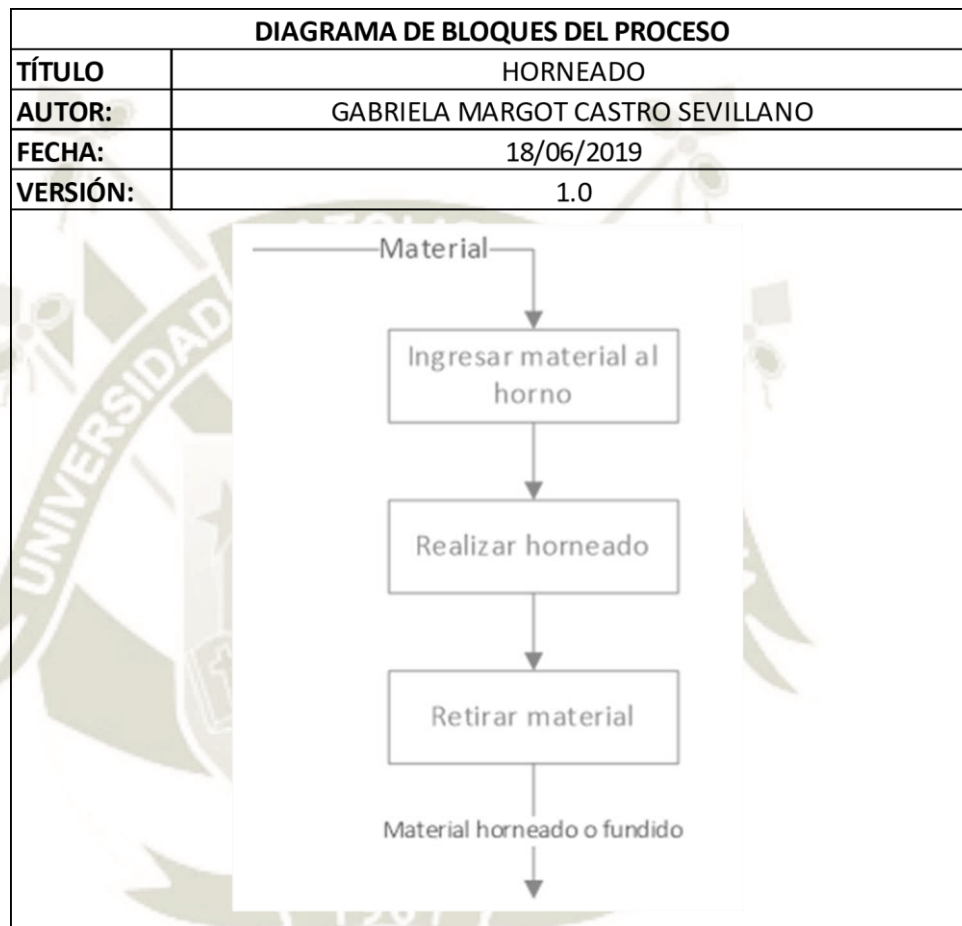


Figura 39. Diagrama de bloques del proceso de soldadura. Fuente. Elaboración propia.

El proceso de soldadura inicia con el material y su respectiva limpieza, este paso es necesario debido a que en algunos materiales existen partículas que deben ser retiradas debido a que esto a veces no permite realizar una correcta adhesión; el material limpio debe ser colocado en la mesa destinada para soldadura en la que se encuentra la estación de soldadura, al proceso ingresa el material de aporte con el que se realizará la soldadura, al tener todos los materiales necesarios se procede a realizar la soldadura, termina el proceso con el material soldado.

### 3.2.7.4. *Proceso de Horneado.*

El proceso de horneado de materiales o fundición de acuerdo al material que se utilice este se realiza en los hornos de convección o de alta temperatura.



*Figura 40.*Diagrama de bloques del proceso de horneado. Fuente. Elaboración propia.

Inicia el proceso en el momento que se configura la máquina con la temperatura que se desea aplicar al material y se ingresa el material al horno, el horno realizará el horneado mediante la elevación de la temperatura, en el momento que llegue a la temperatura necesaria para fundir u hornear el material, este se apagará e iniciará el proceso de enfriamiento, se debe retirar el material en el momento que se llegue a la temperatura idónea, para proceder a realizar el siguiente proceso.

3.2.7.5. *Proceso de Moldeado.*

El proceso de moldeado se realiza con la materia prima de moldeo como lo son DryStone, Mold Max, entre otras.

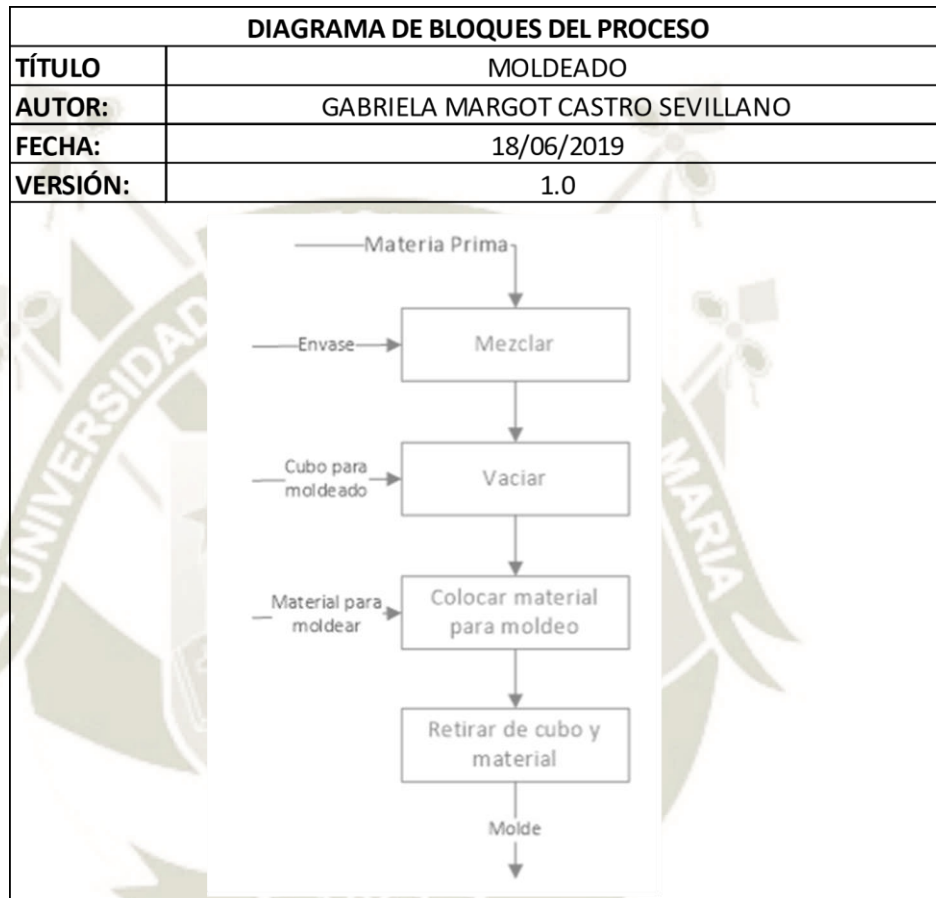


Figura 41. Diagrama de bloques del proceso de moldeado. Fuente. Elaboración propia.



Figura 42. Moldeado. Fuente. (Kauposil, 2019)

El proceso de moldeado se realiza con el objetivo de obtener un molde de algún material, este molde se obtiene con cualquier material que sea de moldeado que generalmente vienen 2 envases A y B, o se debe mezclar con algún otro componente como agua, por lo que primero se deben mezclar estos componentes en un envase como un vaso de plástico y realizar la mezcla con un palito de madera; al finalizar este proceso se debe vaciar dicha mezcla en un envase generalmente rectangular para darle la forma de un molde y enseguida poner el material del cual se desea obtener el molde (por ejemplo una moneda) y dejar secar el tiempo correspondiente a la materia prima de moldeado. Al pasar el tiempo que indica la materia prima de moldeado, se procede a retirar el molde del envase y el material. Si se realiza un molde completo de ambos lados se debe realizar un corte con cutter, para que se haga un ingreso al molde.

**3.2.7.6. Proceso de bricolaje.**

El proceso de bricolaje se realiza con la pistola de calor, esta permite quitar adhesivos, unir artículos de plástico, retirar pintura, modelar plásticos en superficies, entre otros.

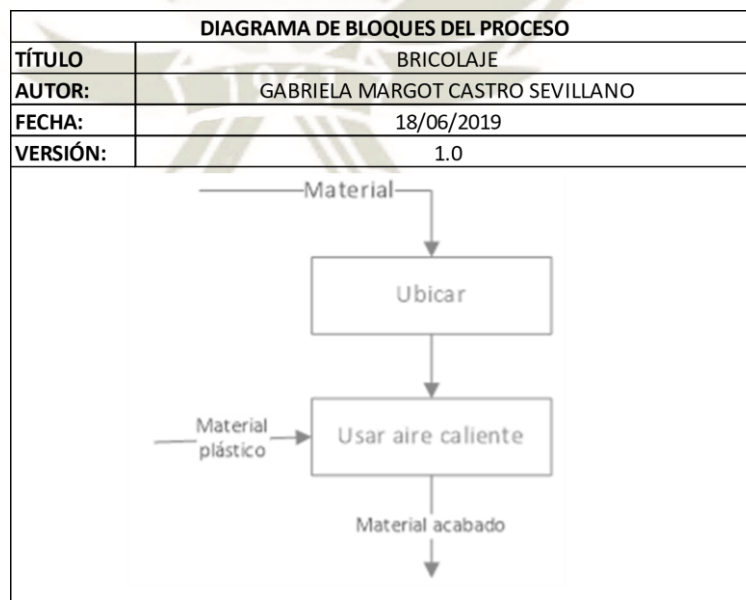


Figura 43. Diagrama de bloques del proceso de bricolaje. Fuente. Elaboración propia

En el diagrama se observa que no se realizan muchas actividades, puesto que la pistola de calor puede realizar muchos procesos en diferentes materiales, y dado que se tiene vinilo en los materiales del laboratorio, se considera que la herramienta realiza el moldeado de vinilo en diferentes materiales.

### 3.2.7.7. *Proceso de Acabado.*

El proceso de acabado tiene diferentes herramientas y se utilizan todas de manera manual, una herramienta que tiene diferentes boquillas para acabado es la Dremel 3000.

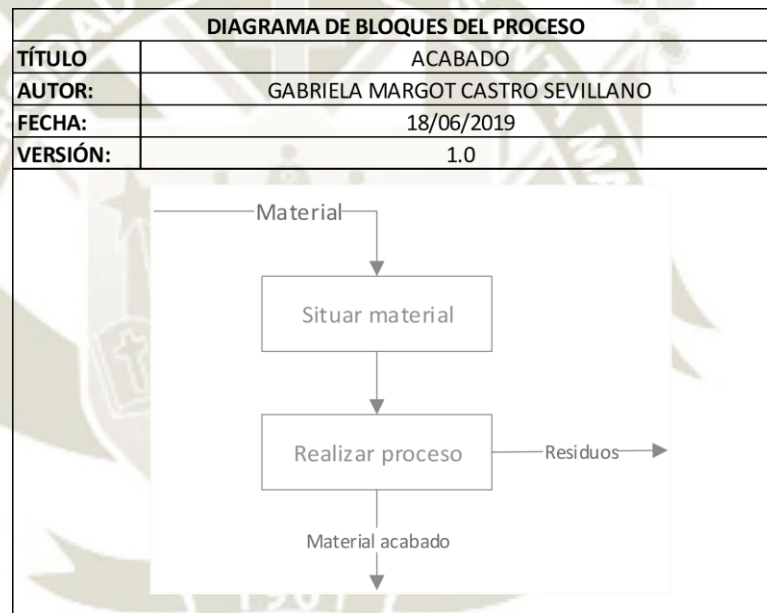
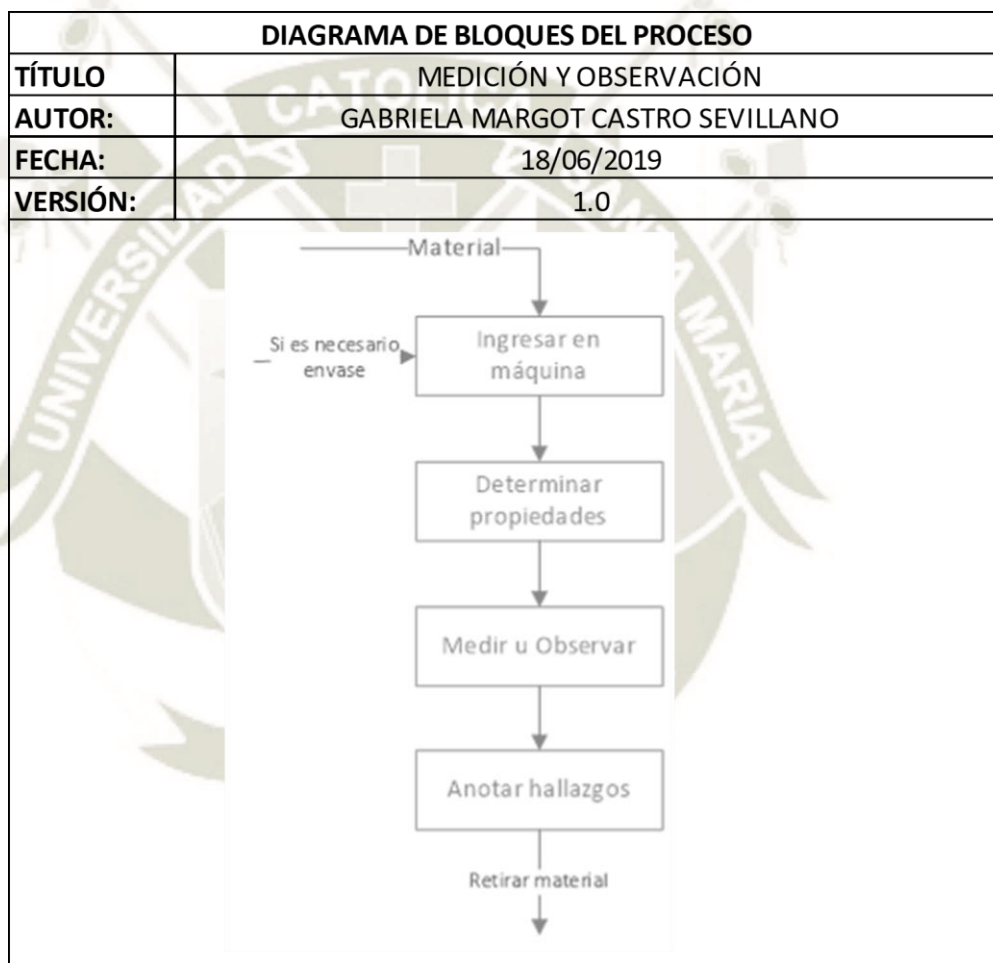


Figura 44. Diagrama de bloques del proceso de acabado. Fuente. Elaboración propia.

El proceso inicia con el material o prototipo al cual se desea realizar acabados, se sitúa el material en la mesa de trabajo en una posición en la que sea fácil realizar el proceso manual, de acuerdo al acabado, superficie y material se debe escoger la herramienta y pasarla por la superficie para eliminar los desperfectos y desniveles. Quedarán residuos del material.

**3.2.7.8. Proceso de Medición y observación.**

El laboratorio cuenta con diferentes máquinas y herramientas para realizar diferentes mediciones como: la balanza que realiza pesaje y el calibre digital para realizar la medición de materiales en cuanto a su longitud, y observaciones como: el osciloscopio que permite visualizar ondas y el microscopio.



*Figura 45.* Diagrama de bloques del proceso de medición u observación. Fuente. Elaboración propia.

Ambos procesos se realizan en máquinas, y la única función del operario de estas máquinas es colocar el material en la máquina para que esta pueda realizar su función. El operario debe tomar notas de los hallazgos que se tuvieron en estos procesos, puesto que estos datos son necesarios.



**3.2.7.9. Proceso de Empaquetado.**

El proceso de embalaje se realiza con los materiales para embalaje y en este proceso se utiliza el sellador de bolsas.

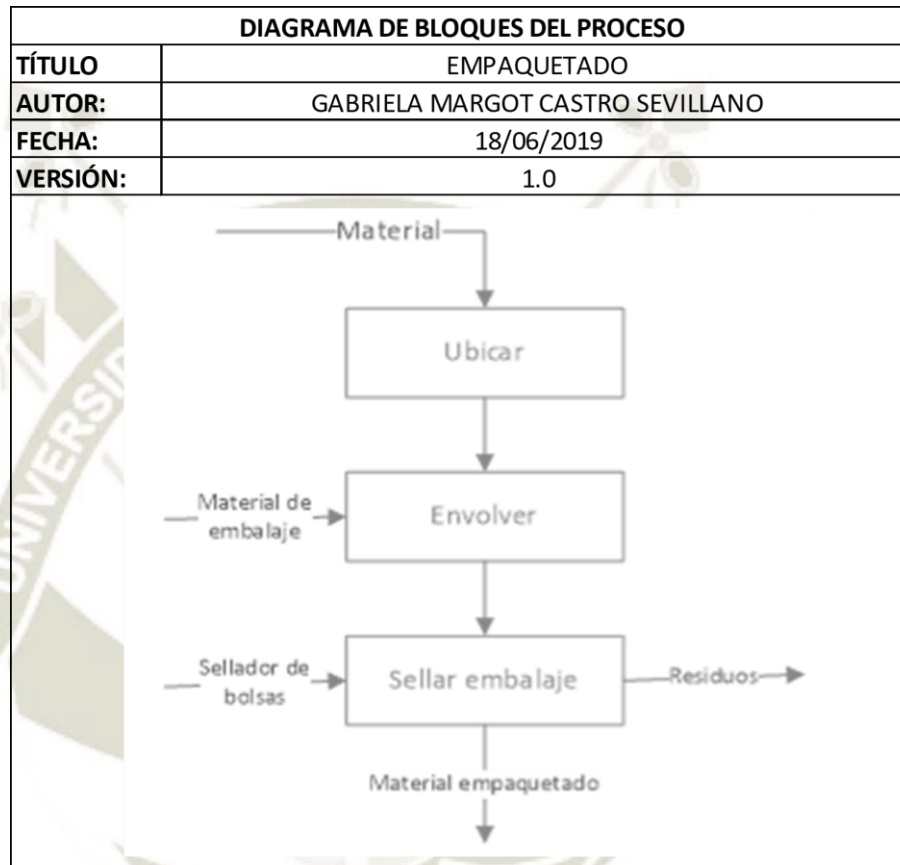


Figura 46. Diagrama de bloques del proceso de empaquetado. Fuente. Elaboración propia.

El proceso de empaquetado es requerido cuando se quiere empaquetar materiales o prototipos, por lo que el material debe estar ubicado en la mesa de trabajo, realizar la selección del material de embalaje que se desea utilizar y realizar la envoltura del material o si es una bolsa ingresar el material, luego debe colocar el embalaje utilizado en la selladora de bolsas para que lo selle y corte el sobrante de embalaje.

**3.2.7.10. Proceso de Limpieza abrasiva.**

Para el proceso de limpieza abrasiva es necesario utilizar la máquina gabinete para chorreado abrasivo y el compresor de aire.

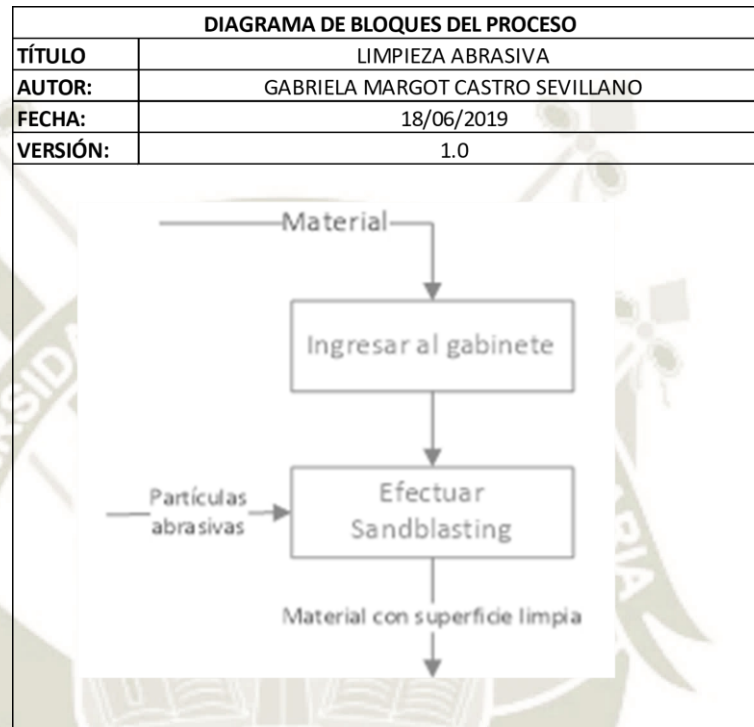


Figura 47. Diagrama de bloques del proceso de limpieza abrasiva. Fuente. Elaboración propia.

El proceso de limpieza abrasiva inicia al ingresar el material a limpiar al gabinete, este gabinete debe estar conectado al compresor de aire, y se deben ingresar las partículas abrasivas que se utilizarán para efectuar el sandblasting o arenado, al gabinete se deben ingresar ambos brazos a través de los agujeros con manga, esto se realiza para dirigir el aire en la dirección de la superficie del material, encender el compresor de aire y dirigir de manera manual el aire hacia la superficie, con el objetivo de realizar una limpieza abrasiva exitosa.

### 3.2.7.11. Limpieza general.

Todos los procesos en los que se tienen residuos necesitan que se realice una limpieza, para este proceso se puede realizar limpieza manual o utilizar el soplador y la aspiradora para que se obtenga un proceso de limpieza idóneo.

### 3.3. Gestión de almacén

En el laboratorio de fabricación digital, se considera un espacio para almacenamiento de materiales e insumos.

Se recomienda destinar un espacio para almacenar materiales para devolución, así como ordenar los materiales con la método 5S de forma que se realice una gestión más eficiente, para que se pueda realizar un picking de materiales rápido y fácil; además para efectuar el ingreso y salida de materiales se propone el método FIFO (first in first out), siendo así el primer material que ingresa el primero en salir, evitando de esta forma que los materiales se malogren o queden en stock demasiado tiempo luego de su ingreso, .

El proceso administrativo que se debe seguir para realizar la adquisición de materiales y su correspondiente ingreso a almacén, y el proceso para su correspondiente salida y en algunos casos devolución por mal estado del material, se grafican en los siguientes diagramas.

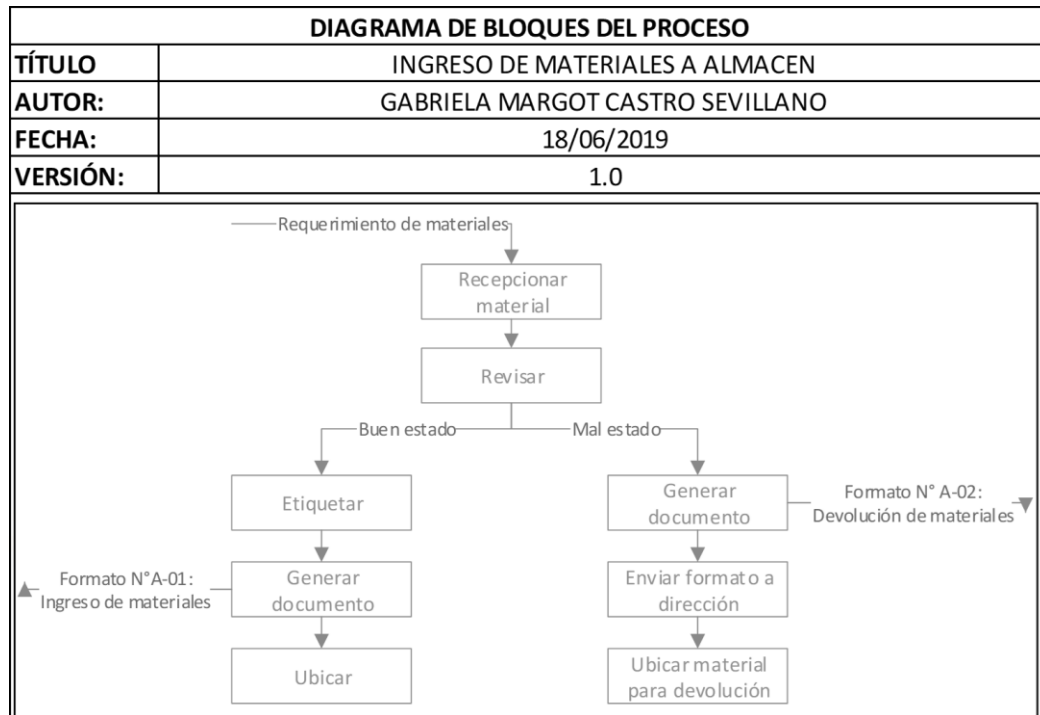


Figura 48. Diagrama de bloques del proceso de ingreso de materiales. Fuente. Elaboración propia.

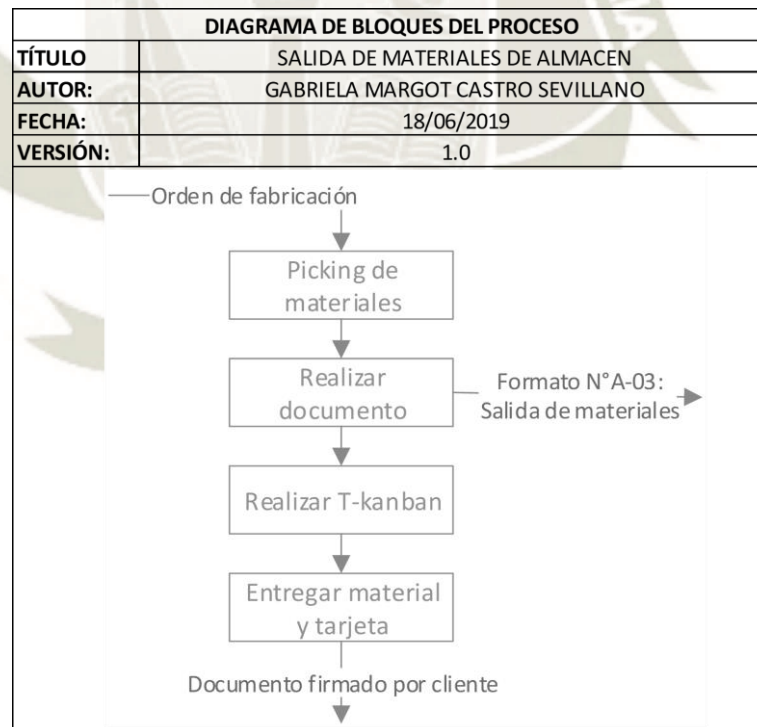


Figura 49. Diagrama de bloques del proceso de salida de materiales. Fuente. Elaboración propia.



Figura 50. Diagrama de bloques del proceso de devolución de material. Fuente. Elaboración propia.

Debido a que se consideran diferentes materiales e insumos, se propone el uso de una orden de ingreso de materiales y el empleo de etiquetas para el rotulado de dichos materiales, esta propuesta se realiza con el objetivo de mantener un rápido y adecuado control.

Puesto que se utilizará un código de barras en cada etiqueta es necesario efectuar la adquisición de un lector de código de barras que tenga conexión a computadora, dado que la gestión se realizará en esta por medio de un archivo excel.



Figura 51. Propuesta de etiqueta. Fuente. Elaboración propia.

El lector de código de barras se puede enlazar con Excel por medio de la configuración del equipo, para que la gestión que se realiza sea fácil, rápida y eficiente en cuanto el reconocimiento y conteo de las unidades para ingreso en almacén, así como para la salida de materiales necesarios. Se consideró la adquisición de un lector de precio

promedio que es de \$ 34.99, que posee conexión inalámbrica y usb, es compatible con computadoras y con diferentes versiones de Windows e iOS, posee una batería recargable de 1300mAh.



Figura 52. Lector de código de barras.

FORMATO N° A-01: REGISTRO DE INGRESO DE MATERIALES						
N° DE REGISTRO:		1				
FECHA Y HORA:		3/08/2019 12:02				
ENCARGADO:		Gabriela Castro				
PROVEEDOR:		INTEL				
Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Estado	Precio	Total
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
<b>TOTAL DEL REGISTRO</b>						<b>0</b>

GUARDAR  
F.A-01

Figura 53. Propuesta de Formato N°A-01: Registro de ingreso de materiales. Fuente. Elaboración propia

FORMATO N° A-02: REGISTRO DEVOLUCIÓN DE MATERIALES					
N° DE REGISTRO:		1			
FECHA Y HORA:		3/08/2019 12:01			
ENCARGADO:		Gabriela Castro			
PROVEEDOR:		INTEL			
Código	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Razón	Total
A1	Collet 1/8"	3	7.5808	El collet se encuentra rajado	22.7424
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
					22.7424

GUARDAR  
F.A-02

Figura 54. Formato N° A-02: Devolución de materiales. Fuente. Elaboración propia.

FORMATO N° A-03: REGISTRO SALIDA DE MATERIALES					
N° DE REGISTRO:		1			
FECHA Y HORA:		3/08/2019 12:02			
ENCARGADO:		Gabriela Castro			
PROVEEDOR:		INTEL			
Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
A1	Collet 1/8"	1		7.5808	7.5808
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
	lector de código de barra				
					7.5808

GUARDAR  
F.A-03

Figura 55. Formato N° A-03: Salida de materiales. Fuente. Elaboración propia.

Para implementar la metodología 5S en el laboratorio de fabricación digital y en el almacén, se propone una distribución de espacio dentro del área de almacén, así como el uso de paredes y estantes que tengan todos los materiales, insumos y repuestos a la vista con su correspondiente descripción rápida, de esta forma los alumnos y usuarios que deseen utilizar el laboratorio puedan tener acceso visual a todo el almacén.



Figura 56. Almacén modelo de materiales. Fuente. (Th3 dot, 2019)



Figura 57. Almacén modelo de herramientas. Fuente. (Th3 dot, 2019)

Para preservar el orden en el almacén se contará con la metodología 5S, que tiene como principio la organización que se establece en el laboratorio por la clasificación de la materia prima e insumos en estantes que puedan mantenerlos a la vista, y estén ordenados de acuerdo a las necesidades y el espacio que ocupan, así como mantener las herramientas y los repuestos en lugares especiales, que permitan mantener un acceso adecuado.

Además de incluir la etiqueta para su correcta clasificación, se debe establecer un estándar que permita a cualquier encargado del laboratorio poder distinguir los



materiales, y conocer la funcionalidad que se espera de cada uno, así como las máquinas en las cuales se pueden mecanizar para así no tener errores en el proceso, de la misma manera para los insumos que son variados y se tiene una gran cantidad, se debe establecer un estándar para determinar sus posibles usos y no ocurran incidentes ni accidentes, de la misma manera estos insumos no representen un peligro para los usuarios del laboratorio.

Se recomienda mantener un programa de capacitación para los usuarios externos que deseen utilizar el laboratorio.

### **3.3.1. *Sistemas para el laboratorio.***

Con la información pertinente de cada uno de los procesos y la descripción de las máquinas y los tipos de materiales que se puede utilizar, se procede a interpretar que, de acuerdo a las necesidades del cliente se realizarán diferentes procesos, por lo tanto es necesario manejar una herramienta que permita obtener información valiosa sobre los procesos que se le han realizado a la pieza o piezas que se han maquinado en el taller de fabricación digital y así controlar la producción, el manejo de materiales, entre otros, para que estos puedan seguir su respectivo flujo. Por esta razón, se recomienda utilizar tarjetas Kanban que apoyen al registro de información y abastecer de información a la siguiente célula de manufactura.

Históricamente las tarjetas Kanban se utilizan en forma física, utilizando las T-kanban para el transporte de un producto y las P-kanban que contiene la orden de producción, en la actualidad las T-kanban se pueden manejar mediante comunicación electrónica o por medio de una señal, y las P-kanban en un Excel dentro de las computadoras, para que así no se generen tarjetas en físico apoyando a la

concientización ambiental; en las figuras se muestran un modelo de tarjeta Kanban de transporte entre dos procesos, también se utiliza esta tarjeta T-Kanban para retirar materiales de almacén, y la siguiente figura contiene una tarjeta P-Kanban que autoriza el proceso en la máquina que se encuentra, con ambas tarjetas es posible realizar un seguimiento dentro del proceso al material que ingresa y cuáles son los procesos que fueron realizados a este, se recomienda que se utilicen en el taller de fabricación digital.

<b>Almacén</b>	Principal			
<b>Estante N°</b>		1	<b>Artículo código</b> PLA	<b>Proceso anterior</b>
<b>Artículo N°</b>		1		Almacén
<b>Descripción</b>	PLA color azul			<b>Proceso subsecuente</b>
<b>N° Orden</b>		1		Impresión 3D

Figura 58. Tarjeta T-kanban. Elaboración propia.

<b>Almacén</b>	Principal			
<b>Estante N°</b>		1	<b>Artículo código</b> pla	<b>Proceso</b>
<b>Artículo N°</b>		1		Impresión 3D
<b>Descripción</b>	PLA color azul			
<b>N° Orden</b>		1		

Figura 59. Tarjeta P-kanban. Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV.

### 4. ESTRUCTURA DE COSTOS.

En el presente capítulo se busca clasificar todos los costos que intervienen para la fabricación de los prototipos. Se necesita realizar la asignación de costos en cada célula de manufactura, de esta forma todos los costos que están involucrados en la fabricación sean considerados.

Es necesario determinar el sistema de costeo que se utiliza en el presente trabajo, debido a que en un laboratorio de fabricación digital denominado Fab Lab es posible realizar un sinnúmero de prototipos, por esta razón se considera un sistema de costeo por órdenes de producción, dado que este tipo de sistema tiene como característica un objeto de costeo que puede ser una unidad o varias pero de un producto diferenciado; realizando ordenes de trabajo que utilizan diferentes cantidades de los recursos que necesita.

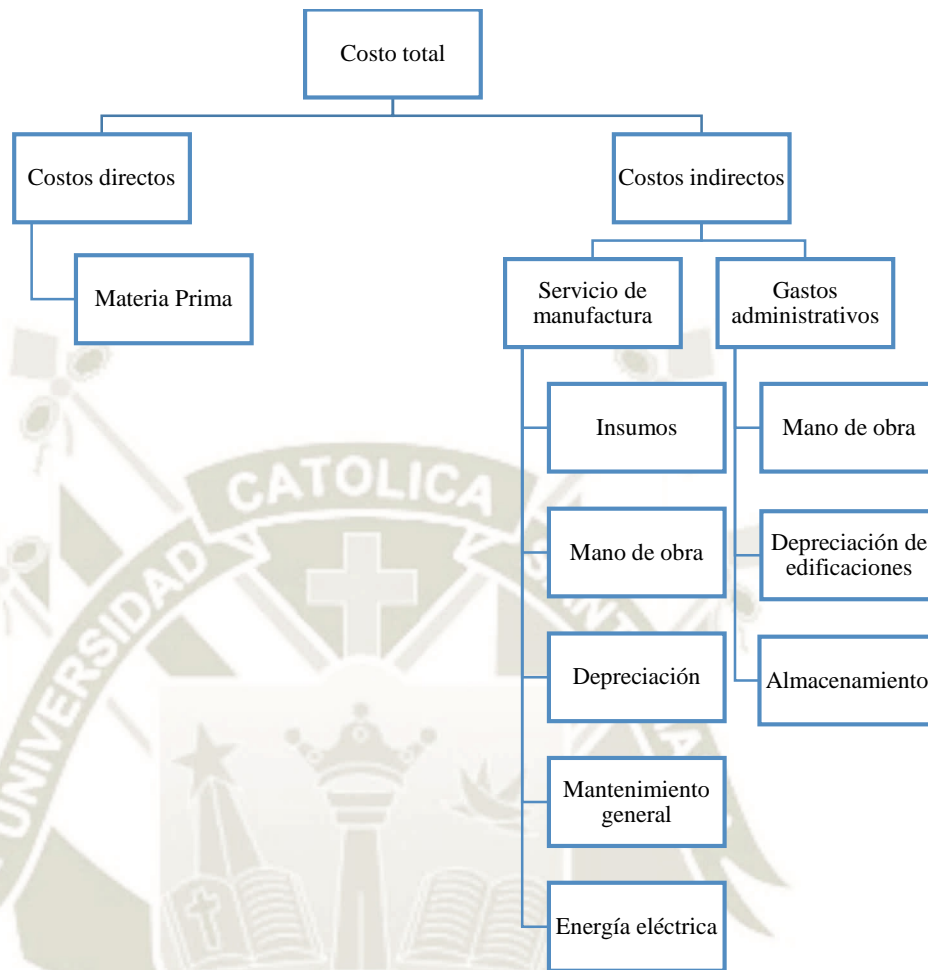


Figura 60. Estructura de costos. Fuente. Elaboración Propia.

#### 4.1. Costos directos.

##### 4.1.1. Materia Prima.

El principal elemento de costeo que se considera para la fabricación de prototipos, son los costos de materia prima, cada máquina se maneja con diferentes materiales para fabricar prototipos, para calcular el costo de cada material es necesario determinar la unidad que se utilizará para cada uno y para esto es necesario conocer algunos parámetros, puesto que esto dependerá de la estructura, medidas, pesaje, etc.

Tabla 33.

*Fórmula para cálculo del costo de materia prima.*

$$\text{Costo orden de fabricación}_{mp} = \sum_{i=0}^n \text{costo unitario}_{mp} \times \text{Cantidad requerida}$$

Donde:

Costo orden de fabricación  $_{mp}$  = Costo en la orden de fabricación.

Costo unitario  $_{mp}$  = Costo unitario de la materia prima.

Cantidad requerida = Cantidad de materia prima requerida en la orden.

Fuente. Elaboración propia.

Por lo que se describirá el material, y los métodos que se utilizaron para calcular el costo.

El *PLA* deriva de las siglas que significan ácido poliláctico el cual es un polímero termoplástico, también conocido como un filamento que se obtiene de productos naturales, es muy utilizado puesto que es fácil de manejar y sus principales ventajas consisten en que no emite gases nocivos y se encuentra en una gran variedad de colores. Se vende generalmente en carrete con diferentes pesajes, pero para fines de este trabajo es necesario conocer el parámetro longitud.



Figura 61. Filamento PLA azul. Fuente. (Ultimaker BV, 2019)

Por esta razón se optó por buscar una fórmula para calcular la longitud del filamento, teniendo los datos de peso 750gr, diámetro del filamento 2.85mm y según datos en la página de referencia la densidad es de 1.04:

$l = \text{longitud}$ $m = \text{peso}$ $r = \text{radio}$ $\rho = \text{densidad} = 1.04$	$l = \frac{m}{\pi * r^2 * \rho}, \quad l = \frac{750}{\pi * \left(\frac{2.85}{10}\right)^2 * 1.04} = 11304.75 \text{ cm}$ $\text{Vol.} = \pi * r^2 * l, \quad V = \pi * \left(\frac{2.85}{10}\right)^2 * 11304.75 = 5060.87$
---	--

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{36.59\$}{5060.87 \text{ cm}^3} = \mathbf{0.0072 \$/\text{cm}^3}$$

V= 0.6 cm/s de impresión 3D con PLA.

Para el material *Hoja de garolite* marrón de grado XX, está construida con una resina fenólica con refuerzo de papel, que facilita su mecanizado. También se conoce como laminado industrial de grado de papel, fenólico y baquelita. Este material es principalmente utilizado para construcciones sólidas, es de propiedades rígidas y con aislamiento eléctrico.



Figura 62. Hoja de Gorlite. Fuente. (Alibaba.com, 2019)

Se consideró que sus dimensiones son de 12"x12", con lo que se concluye que es un cuadrado de 1/32" de espesor, por lo que se calculó el costo por cm de la siguiente manera:

$$L=12", H=12" \text{ y } A=1/32"$$

$$\text{Conversión a cm} = L \text{ y } H = 12" * 2.54 = 30.48\text{cm}, A = 1/32" * 2.54 = 0.16\text{cm}$$

$$\text{Volumen} = L * H * A, \text{Vol.} = 30.48 * 30.48 * 0.16 = 152.13 \text{ cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{3.53\$}{152.13\text{cm}^3} = \mathbf{0.0232\$/\text{cm}^3}$$

La *aleación súper resistente* para cojinetes Babbitt de grado 3 consiste en aproximadamente 84% de estaño, 8% de cobre y 8% de antimonio, se considera un metal de fundición.

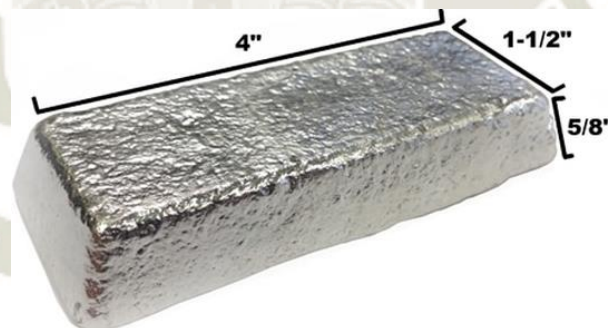


Figura 63. Aleación súper resistente de grado 3. Fuente. (Rotometals, 2019)

Se tienen las dimensiones de la aleación de metal, procedemos a determinar el costo:

$$L=4", H=1 \frac{1}{2}", A=5/8". \text{ Conversiones:}$$

$$L = 4 * 2.54 = 10.16\text{cm}, H = 1 \frac{1}{2} * 2.54 = 3.81\text{cm}, A = \frac{5}{8} * 2.54 = 1.5875\text{cm},$$

$$\text{Volumen} = L * H * A, \text{Vol.} = 10.16 * 3.81 * 1.5875 = 61.46\text{cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{18.99}{61.46} = \mathbf{0.3089 \$/\text{cm}^3}$$

El siguiente material es el *lingote de Roto281F* pesa aproximadamente 1 libra y consta de 58% de bismuto y 42% de estaño, es una aleación de metales, que tiene diferentes usos en la industria aeronáutica.



Figura 64. Aleación Roto 281F. Fuente. (Rotometals, 2019)

La información que se tiene de las dimensiones de la pieza es longitud 2", alto 2" y ancho  $\frac{1}{2}$ ".

$$\text{Conversión: } L = 2 * 2.54 = 5.08, H = 2 * 2.54 = 5.08, A = \frac{1}{2} * 2.54 = 1.27$$

$$\text{Volumen: } Vol.=L*H*A, Vol. = 5.08 * 5.08 * 1.27 = 12.9032\text{cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{19.99}{12.9032} = \mathbf{1.5492} \text{ } \$/\text{cm}^3$$

Láminas de cartón corrugado, se utilizan generalmente para dividir o separar productos y protegerlos.





Figura 65. Láminas de cartón corrugado. Fuente. (Uline, 2019)

Los datos que se tienen de este material son:  $L=30''$ ,  $H=40''$ ,  $A=3/16''$ . A continuación, realizaremos la conversión de estas medidas.

$$L = 30 * 2.54 = 76.2 \text{ cm}, H = 40 * 2.54 = 101.6 \text{ cm}, A = \frac{3}{16} * 2.54 = 0.4763 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: Vol.} = 76.2 * 101.6 * 0.4763 = 3687.0894 \text{ cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{1.5}{3687.0894} = \mathbf{0.0004 \text{ cm}^3}$$

La *cera mecanizable* es una cera extremadamente dura, que fue formulada con el fin de mecanizarla, incluyendo detalles de alta resolución. Debido a que es más duro y tiene una temperatura de fusión más alta que la mayoría de las otras ceras, la cera mecanizable se puede mecanizar, cortar o moldear utilizando el equipo estándar para trabajar la madera o el metal.

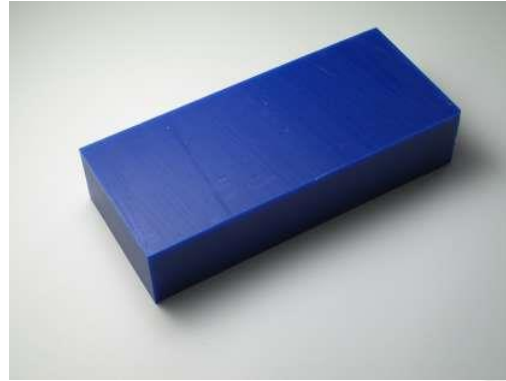


Figura 66. Cera mecanizable. Fuente. (MachinableWax.com Inc., 2019)

Para el artículo con código 18-0150307, se tienen las dimensiones de  $A=1.5''$ ,  $H=3''$ ,  $L=7''$ .

Conversión:

$$L=7*2.54= 17.78 \text{ cm}, H=3*2.54= 7.62 \text{ cm}, A=1.5*2.54= 3.81 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: Vol.} = L*H*A, \text{ Vol.} = 17.78*7.62*3.81 = 516.1925 \text{ cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{8.95}{516.1925} = \mathbf{0.0173 \$/\text{cm}^3}$$

Para el artículo con código 18-150612, las dimensiones son:  $L=12''$ ,  $H=6''$ ,  $A=1.5''$ .

Conversión:

$$L= 12*2.54= 30.4 \text{ cm}, H=6*2.54= 15.2 \text{ cm}, A=1.5*2.54= 3.8 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: } V=L*H*A, V= 30.4 * 15.2 * 3.8 = 1755.904 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{24.95}{1755.904} = \mathbf{0.0142 \frac{\$}{\text{cm}^3}}$$

Para el artículo con código 18-030606, con dimensiones:  $L=6''$ ,  $H=6''$ ,  $A=3''$ .

Conversión:

$$L=6*2.54= 15.2 \text{ cm}, H=6*2.54= 15.2 \text{ cm}, A=3*2.54= 7.6 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: } V= L*H*A, V= 15.2*15.2*7.6= 1755.904 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{24.95}{1755.904} = \mathbf{0.0142} \frac{\$}{\text{cm}^3}.$$

El plexiglás es un material plástico de color versátil que tiene una gran resistencia al impacto y, al mismo tiempo, es liviano. El plexiglás se puede usar para una serie de aplicaciones como señalización, pantallas, tanques de acuarios, cajas de computadoras personalizadas y mucho más. El plexiglás puede ser aserrado, taladrado, enrutado, cortado con láser, pintado, serigrafiado y formado.



Figura 67. Plexiglás. Fuente. (Evonik industries, 2019)

El plexiglás tiene las mismas dimensiones y costo en cuanto a los códigos #2050 (azul) y #2108 (verde), con dimensiones  $L=48''$ ,  $H=12''$ ,  $A=1/4''$ .

Conversión

$$L=48*2.54=121.92 \text{ cm}, H=12*2.54= 30.48 \text{ cm}, A=1/4*2.54= 0.635 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: } V= L*H*A, V=121.92*30.48*0.635=2359.73 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{224.96}{2359.73} = \mathbf{0.0953} \text{ } \$/\text{cm}^3.$$

El plexiglás transparente tiene costo de 121.6 y dimensiones L=48”, H=12”, A=1/4”.

L=48\*2.54=121.92 cm, H=12\*2.54= 30.48 cm, A=1/4\*2.54= 0.635 cm.

Volumen: V= L\*H\*A, V=121.92\*30.48\*0.635=2359.73 cm<sup>3</sup>.

Costo (\$/cm<sup>3</sup>)=  $\frac{121.6}{2359.73} = 0.0515 \text{ \$/cm}^3$ .

El plexiglás con código #7328 (blanco), #2037 (amarillo), #2025 (negro), #2283 (rojo), tienen dimensiones L=24”, H=12”, A=1/8”.

Conversión:

L=24\*2.54=60.96 cm, H=12\*2.54= 30.48 cm, A=1/8\*2.54= 0.3175 cm.

Volumen: V= L\*H\*A, V=60.96\*30.48\*0.3175=589.9343 cm<sup>3</sup>.

Costo (\$/cm<sup>3</sup>)=  $\frac{103.68}{589.9343} = 0.17574838 \text{ \$/cm}^3$ .

El plexiglás con código #9093 (verde fluorescente), #9095 (rojo fluorescente) y #2119 (naranja), tienen dimensiones L=48”, H=24”, A=1/4”.

Conversión:

L=48\*2.54= 121.92 cm, H=24\*2.54= 60.96 cm, A=1/4\*2.54= 0.635 cm.

Volumen: V= L\*H\*A, V=121.92\*60.96\*0.635=4719.4744 cm<sup>3</sup>.

Costo (\$/cm<sup>3</sup>)=  $\frac{224.96}{4719.4744} = 0.0477 \text{ \$/cm}^3$ .

La madera *Midwest poplar Polywood* es una madera popular para todo tipo de proyectos de carpintería.

Tiene dimensiones de L=24", H=12" y A=1/8".



Figura 68. Marde Midwest Poplar Polywood. Fuente. (Horizon Hobby LLC., 2019)

Conversiones:

$$L=24*2.54= 60.96 \text{ cm}, H=12*2.54= 30.48 \text{ cm}, A=1/8*2.54= 0.3175 \text{ cm}.$$

$$\text{Volumen: } V=L*H*A, V=60.96*30.48*0.3175= 589.9343 \text{ cm}^3$$

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3)= \frac{174.8}{589.9343} = \mathbf{0.2963 \text{ } \$/\text{cm}^3}.$$

El material *Vinilo* de la marca Very Denninson son films calandrados monoméricos opacos de rotulación para aplicaciones.



Figura 69. Vinilo. Fuente. (S&W Plastics Inc., 2019)

Las dimensiones del material A4 con códigos A4108-O-F (amarillo brillante), A4375-O-F (A4 merlot), A4555-O-F (azul medio) son de 15" x 50 yd:

Conversión: Pulgadas a cm:  $15 * 2.54 = 38.1$  cm, Yardas a cm:  $50 * 91.44 = 4572$  cm.

Área:  $A = 38.1 * 4572 = 174193.2$  cm<sup>2</sup>.

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{56.79}{174193.2} = \mathbf{0.00032} \text{ } \$/\text{cm}^2.$$

Las dimensiones del material A4 con códigos A4090-O-M (negro), A4005-O-M (verdadero blanco) son de 24" x 50 yd:

Conversión: Pulgadas a cm:  $24 * 2.54 = 60.96$  cm, Yardas a cm:  $50 * 91.44 = 4572$  cm.

Área:  $A = 60.96 * 4572 = 278709.12$  cm<sup>2</sup>.

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{81.9}{278709.12} = \mathbf{0.00029} \text{ } \$/\text{cm}^2.$$

El material AT75, R- cinta de elección clara 24" x 100 yardas:

Conversión: Pulgadas a cm:  $24 * 2.54 = 60.96$  cm, Yardas a cm:  $100 * 91.44 = 9144$  cm.

Área:  $A = 60.96 * 9144 = 557418.24$  cm<sup>2</sup>.

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{90.4}{557418.24} = \mathbf{0.00016} \text{ } \$/\text{cm}^2.$$

El *PCB mecanizable* es un material epoxi de fibra de vidrio, el FR1 se utiliza generalmente en tableros de un lado puesto que no son para pasar a través de agujeros; por esta razón se utiliza PCB FR4 que se utiliza para uno o múltiples lados, este material es mayormente utilizado para grabar y cortar patrones de circuitos.



Figura 70. PCB mecanizable. Fuente. (SparkFun Electronics, 2019).

Las dimensiones de la placa de circuito de un solo lado y lateral doble son de  $L=3''$  x  $H=2''$  y  $A=0.060''$ , la primera con un costo de \$0.18 y la segunda de \$0.32:

Conversiones:  $L=3 \times 2.54 = 7.62$  cm,  $H= 2 \times 2.54 = 5.08$  cm,  $A= 0.06 \times 2.54 = 0.1524$  cm.

Volumen:  $V=L \times H \times A$ ,  $V= 7.62 \times 5.08 \times 0.1524 = 5.899$   $\text{cm}^3$ .

$$\text{Costo } (\$/\text{m}^3) = \frac{0.18}{5.899} = \mathbf{0.0305} \frac{\$}{\text{cm}^3}.$$

$$\text{Costo } (\$/\text{m}^3) = \frac{0.32}{5.899} = \mathbf{0.0543} \frac{\$}{\text{cm}^3}.$$

Las dimensiones de la placa de circuito de un solo lado y lateral doble siguientes son  $L=6''$ ,  $H=4''$  y  $A=0.064''$ .

Conversiones:  $L=6 \times 2.54 = 15.24$  cm,  $H= 4 \times 2.54 = 10.16$  cm,  $A= 0.064 \times 2.54 = 0.1626$  cm.

Volumen:  $V=L \times H \times A$ ,  $V= 15.24 \times 10.16 \times 0.1626 = 25.1767$   $\text{cm}^3$ .

$$\text{Costo } (\$/\text{m}^3) = \frac{0.7}{25.1767} = \mathbf{0.0278} \frac{\$}{\text{cm}^3}.$$

$$\text{Costo } (\$/\text{m}^3) = \frac{1.25}{25.1767} = \mathbf{0.0497} \frac{\$}{\text{cm}^3}.$$

## Materia prima para moldear

El *cemento de yeso Super X USG Hydro-Stone®* es un producto que se utiliza para la fabricación de productos (estatuas y otros). Es extremadamente duro, tiene una alta resistencia a la compresión y a la absorción de agua, al igual que proporciona una duplicación de detalles extremadamente finos.



Figura 71. Cemento de yeso HidroStone. Fuente. (USG Corporation, 2019).

Este producto viene en presentaciones de 15 y 25 libras, por el costo de 12.75\$ que se tiene en el presupuesto, se asume que es el producto en presentación de 15 libras el que se adquiere para el laboratorio, con esta información se determinará el costo por kilogramo, dado que es la medida que se usa en Perú.

Conversión de libras a Kg: Libras \* factor,  $15 * 0.4534 = 6.8039$  kg.

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{12.75}{6.8039} = \mathbf{1.8739} \frac{\$}{\text{kg}}$$

El *medio de fundición Ultimate Drystone™* de USG es un producto único que no requiere secado en horno: puede fundir, pintar, empacar y enviar en un día. Los medios de fundición de piedra seca Ultimate de USG ofrecen una excelente duplicación de



detalles finos, alta resistencia a la compresión y una alta densidad que proporciona una sensación de calidad.



Figura 72. Material de fundido Drystone. Fuente. (USG Corporation, 2019).

El producto tiene dos presentaciones, debido a que el costo es 13\$, se considera la presentación de 15 libras.

Conversión de libras a Kg: Libras \* factor, 15\*0.4534=6.8039 kg.

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{13}{6.8039} = 1.9107 \frac{\$}{kg}$$

*OOMOO*™ 25 es un compuesto de caucho de silicona de curado con estaño, es fácil de usar y tiene una baja viscosidad para facilitar la mezcla y el vertido; tiene una vida útil de 15 minutos y un tiempo de curado de 75 minutos.



Figura 73. OMOO 45. Fuente. (Smooth-on Inc., 2019).

Este producto se encuentra en 4 versiones y tamaños, los cuales son: Versión de prueba de 1.27kg, 1 galón de 9.39kg, 5 galones de 46.95kg y 55 galones de 516.42 kg. Por el precio del material, se considera que la versión que se adquiere es la de prueba de 1.27 kg,

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{25.47}{1.27} = \mathbf{20.0551} \frac{\$}{\text{kg}}$$

*Mold Max*™ 60 es un caucho de silicona catalizado con estaño Shore 60A formulado para aplicaciones que requieren alta resistencia al calor (hasta 294 ° C). Presenta una viscosidad mixta baja y el caucho curado presenta una contracción lineal muy baja. La vida útil es de 40 minutos y el tiempo de curación es de 24 horas. Las aplicaciones incluyen hacer patrones de fundición, reproducciones de patrones planos y fundir aleaciones metálicas de bajo punto de fusión como el estaño y el peltre.



Figura 74. Mold Max 60. Fuente. (Smooth-on Inc., 2019).

Este producto se encuentra en 3 versiones: Versión de prueba de 1.03kg, 1 galón de 5.61kg y 5 galones de 28.03kg.

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{23.93}{1.03} = \mathbf{23.233} \frac{\$}{\text{kg}}$$

Los plásticos líquidos de la serie *Smooth-Cast® 305* son resinas de fundición de viscosidad ultra baja que producen piezas fundidas que son de color blanco brillante y prácticamente sin burbujas. La desgaseificación al vacío no es necesaria. Las piezas de fundición totalmente curadas son resistentes, duraderas, mecanizables y se pueden pintar. Resisten la humedad y los disolventes suaves.



Figura 75. Smooth-Cast 305. Fuente. (Smooth-on Inc., 2019).

Existen cuatro versiones del producto, la versión de prueba de 0.86 kg, la versión de 1 galón con 6.99 kg, el de 5 galones con 34.93 kg, y el de 55 galones de 385.56 kg.

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{25.96}{0.86} = 30.186 \frac{\$}{\text{kg}}$$

Las gomas de la serie SORTA-Clear™ son gomas de silicona translúcidas de color blanco agua (catalizador de platino) que se curan a temperatura ambiente con una contracción insignificante. Sorta Clear 37 tiene dureza Shore 37A y presenta una alta resistencia a la tracción y al desgarro.



Figura 76. Goma Sorta Clear. Fuente. (Smooth-on Inc., 2019).

Tiene 3 diferentes versiones, la versión de prueba con 0.91kg, 1 galon de 7.26 kg y 5 galones de 36.29 kg.

$$\text{Costo (\$/kg)} = \frac{34.72}{0.91} = \mathbf{38.1538} \frac{\$}{kg}$$

Dick Blick Studio Gesso no permeable, de color blanco brillante: la imprimación perfecta para pinturas al óleo y acrílicas. Se cubre maravillosamente en dos capas y se seca rápidamente. Blick usa solo pigmento de dióxido de titanio en este gesso opaco.



Figura 77. Dick Blick Studio Gesso. Fuente. (DICK BLICK ART MATERIAL, 2019).

El material es de 2 galones, que contiene 7.6 litros,

Conversión de litros a m<sup>3</sup>: Litro\*factor0=m<sup>3</sup>, 7.6\*0.001= 0.0076m<sup>3</sup>.

Conversión de m<sup>3</sup> a cm<sup>3</sup>: 0.0076\*1000000= 7600 cm<sup>3</sup>.

$$\text{Costo } (\$/\text{cm}^3) = \frac{25.5}{7600} = \mathbf{0.0034 \text{ } \$/\text{cm}^3}.$$

La tabla que se utiliza para la herramienta se muestra en el Anexo N° 02.

#### 4.2. Costos Indirectos.

Los costos indirectos del Laboratorio de Fabricación Digital están divididos en dos tipos, los costos indirectos generados por el servicio de manufactura y los costos indirectos administrativos.

Dicha base de aplicación se explica de la siguiente forma:

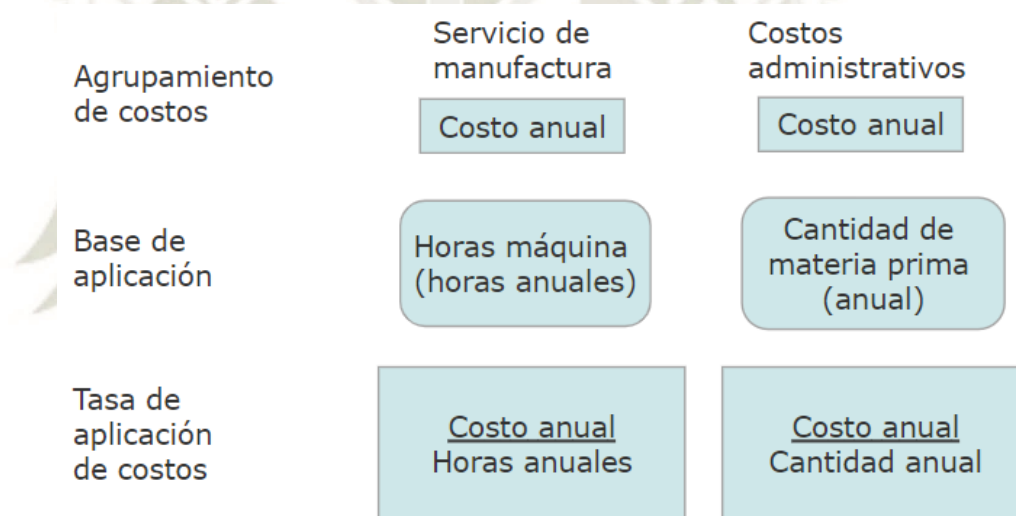


Figura 78. Tasa de aplicación de costos.

De acuerdo con la figura, se debe calcular el costo anual del servicio de manufactura y de los costos administrativos que, en conjunto son los costos indirectos del Laboratorio.

La base de aplicación para el conjunto de costos indirectos de servicio de manufactura son las horas máquina utilizadas en un año, para calcular las horas máquina anuales es necesario conocer el uso de las máquinas, que se puede estimar por medio de la demanda que tendrá el laboratorio, puesto que el laboratorio es implementado con

finés educativos, se realiza el cálculo de la demanda de acuerdo a los cursos que requerirán de este laboratorio, el principal curso es: Investigación en ingeniería al que se le asigna el laboratorio; además se puede contar con la demanda de algunos grupos que lleven el curso de Ingeniería del producto debido a que en el trabajo grupal que se deja, es necesario presentar un prototipo del producto innovador que se propone; de acuerdo a estos datos se obtiene entonces:

Tabla 34.

*Matriculados por año.*

<b>Matricula</b>	<b>2017</b>		<b>2018</b>		<b>2019</b>
<b>Curso</b>	<b>Investigación en Ingeniería</b>	<b>Curso</b>	<b>Investigación en Ingeniería</b>	<b>Curso</b>	<b>Investigación en Ingeniería</b>
Alumnos	143	Alumnos	191	Alumnos	239
Grupos de práctica	15	Grupos de práctica	15	Grupos de práctica	15
<b>Curso</b>	<b>Producto</b>	<b>Curso</b>	<b>Producto</b>	<b>Curso</b>	<b>Producto</b>
Alumnos	168	Alumnos	155	Alumnos	142
Grupos trabajo	15	Grupos trabajo	15	Grupos trabajo	14

Fuente. (UCSM, 2019).

De esta información se concluye que, al día el laboratorio será usado por 3 grupos de práctica del curso investigación en ingeniería con aproximadamente 18 personas por grupo, es posible que, de los 14 grupos de trabajo del curso de ingeniería del producto se utilice el laboratorio por lo menos por la mitad de los grupos y en diferentes días.

Es necesario determinar aproximadamente la cantidad de horas que son utilizadas para realizar un prototipo, y cuántas horas son empleadas las máquinas por los grupos de prácticas.

Para fines del presente trabajo se emplean los siguientes datos:

Tabla 35.

*Demanda anual esperada.*

<b>Demanda anual esperada</b>	<b>Horas</b>
Demanda aprox. semestre Par	960
Demanda aprox. semestre Impar	480
<b>Demanda anual aprox.</b>	<b>1440</b>

Fuente. Elaboración propia.

La demanda anual de horas para el laboratorio son 1440 horas, pero en una hora de demanda se pueden utilizar una o varias máquinas bajo el concepto que, el prototipo es pequeño y el tiempo de uso de una máquina sea menor a 1 hora; también se considera que durante las 6 horas diarias de clases se mantendrán encendidas todas las máquinas manejadas por ordenador con fines didácticos, y las herramientas manuales se encenderán en promedio como máximo 2 horas diarias, lo que significa un total de 1,640 horas máquina mensuales, 19,680 hora-máquina anual.

$$Tasa\ de\ aplicación\ de\ costos = \frac{Costo\ anual\ de\ servicio\ de\ manufactura}{Horas - máquina\ anual}$$

$$Tasa\ de\ aplicación\ de\ costos = \frac{S/67,702.04}{19680} = 3.44$$

#### **4.2.1. Servicio de Manufactura.**

Los costos indirectos de manufactura son generados por el uso del laboratorio; para este sistema de costeo por orden de fabricación, la asignación de costos se efectúa por medio de una base de aplicación anteriormente calculada.

Los costos indirectos que componen este grupo son:

##### **4.2.1.1. Insumos.**

En el Fab Lab se tienen diferentes insumos para realizar la fabricación de los prototipos, se considera un listado que se tendrá a disposición para su correspondiente uso en el momento que sean requeridos por el usuario, en dicho listado se contempla el precio unitario de cada material y pueden ser utilizados para diferentes órdenes de fabricación.

Se realiza una clasificación de los diferentes insumos:

**Suministros:** Son aquellos insumos que tienen una intervención indirecta en la fabricación del producto, debido a que en esta clasificación no se considera materiales auxiliares se incluyen dentro de los suministros.

**Repuestos:** Partes y piezas que son destinadas para realizar el mantenimiento de los equipos.

**Embalaje:** Materiales que se utilizan para envolver otros y que pueden usarse también como aislamiento.

La lista de insumos clasificados se encuentra en el Anexo N° 03.



#### 4.2.1.2. *Mano de obra.*

La mano de obra que está contemplada para el laboratorio es un encargado de laboratorio, que debe cumplir las funciones de supervisión y control dentro del laboratorio para garantizar que se desarrollen los procesos de manera correcta y eficiente, controlar el almacén, generar las ordenes de fabricación, entre otras actividades.

El costo de mano de obra es designado por la entidad en la cual el laboratorio de fabricación digital será implementado, bajo los estándares que se manejan este es el costo que se debe asignar.

Tabla 36.

*Costo mano de obra indirecta.*

<b>Costo mano de obra indirecta</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Monto mensual</b>
Encargado de laboratorio	S/. 1,900.00

Fuente. (Humanos, 2019).

#### 4.2.1.3. *Depreciación.*

La depreciación implica la disminución del precio de un bien debido al desgaste que tiene este durante su ciclo de vida útil. Se utiliza la depreciación lineal en este trabajo, pero la universidad en la cual se implementa el laboratorio maneja un método de depreciación que se realiza en el momento de ingreso del bien a control patrimonial, por lo que este trabajo debe ser actualizado en el momento que se realice el correspondiente ingreso de bienes a la oficina de control patrimonial, y esta haber efectuado el cálculo correspondiente.

Dado que se utiliza la depreciación lineal en el presente trabajo, se debe realizar la asignación del costo con la base de aplicación que se utiliza para todo este grupo de costos.

Tabla 37.

*Fórmula para calcular el costo de depreciación.*

Para el cálculo del costo de depreciación:

$$\text{Costo depreciación} = \frac{\text{Valor bien}}{\text{Vida útil}_{\text{años}}}$$

Fuente. Elaboración propia.

“En el artículo 22° del reglamento del T.U.O. de la Ley del impuesto a la renta señala que, para el cálculo de la depreciación, los demás bienes afectados a la producción de rentas gravadas de la tercera categoría se depreciarán aplicando el porcentaje que resulte la tabla: Equipos de procesamiento de datos 25%” (Sunat, 2006)

Tabla 38.

*Depreciación de máquinas y equipos.*

<b>Máquina</b>	<b>Valor (Costo \$)</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Depreciación anual (\$)</b>
Epilog 24 mini	\$26,121.00	4	\$6,530.25
Roland CAMM-1 GS-24	\$2,180.00	4	\$545.00
ShopBot	\$22,224.95	4	\$5,556.24
Roland monoFab SRM-20	\$5,502.97	4	\$1,375.74
Ultimaker 2	\$3,366.04	4	\$841.51
XYZprinting DaVinci 1.0	\$799.90	4	\$199.98
Scanner Sense 3D	\$459.99	4	\$115.00
Sierra DEWALT DW788	\$583.82	10	\$58.38
Taladro Makita LXFD01CW	\$184.00	10	\$18.40
Dremel 3000	\$113.00	10	\$11.30
Estación de soldadura	\$198.00	10	\$19.80
Calibre digital	\$84.95	10	\$8.50
Microscopio digital	\$39.99	10	\$4.00
Osciloscopio	\$935.00	10	\$93.50
Balanza digital	\$398.74	10	\$39.87
Etiquetadora	\$105.58	10	\$10.56
Sellador de bolsas	\$191.50	10	\$19.15
Pistola de calor Weller 6966C	\$122.00	10	\$12.20
Horno de convección cuisinart	\$159.00	10	\$15.90
Horno de alta temperatura 31605k55	\$1,293.93	10	\$129.39
Aspiradora CHV1510	\$39.99	10	\$4.00
Soplador 9633400	\$127.00	10	\$12.70
Compresor de aire dxcmpa1982054	\$600.86	10	\$60.09
Gabinete de chorreado abrasivo ALC 155655	\$899.99	10	\$90.00
separador / colector de polvo abrasivo	\$1,197.24	10	\$119.72
<b>TOTAL</b>			<b>\$15,891.17</b>

Fuente. Elaboración propia.

#### 4.2.1.4. *Mantenimiento.*

El mantenimiento que se realiza en el laboratorio debe considerar que se manejan diferentes máquinas y equipos, para fines de este trabajo puntual el mantenimiento preventivo se debe realizar con una frecuencia de 6 meses, la razón de dicha frecuencia se debe a que, la universidad maneja semestres y tiene 2 vacaciones al año, estas son: Final de julio y principio de agosto y finales del mes de diciembre hasta principio de marzo, se busca utilizar este tiempo para efectuar el mantenimiento preventivo a cada máquina del laboratorio con el fin de evitar que estas se malogren y ocurran paradas inesperadas; además se debe efectuar una revisión general para comprobar que todas las piezas funcionen de la manera correcta, el equipo se encuentre correctamente calibrado, entre otros.

Para este trabajo no se consideran mantenimientos correctivos a razón que, los equipos son nuevos y tienen una garantía de por lo menos un (01) año lo que significa que, si el equipo tuviera algún problema o desperfecto el fabricante debe ejecutar la garantía y reparar el equipo o utilizar repuestos, para que la máquina se encuentre en las condiciones esperadas.

Tabla 39.  
*Costo de mantenimiento.*

<b>Costo de Mantenimiento (\$)</b>		
<b>Máquina</b>	<b>Repuestos</b>	
<b>Epilog 24 mini</b>	Zeiss, toallitas de limpieza pre humedecidas para lentes, 4 fundas (400 unidades)	25.99
<b>Roland CAMM-1 GS-24</b>	Roland 45 Degree Plotter Blades, 5 pack	32.5
<b>ShopBot</b>	Aceite de máquina 5W	17.29
<b>Roland monoFab SRM-20</b>	Swab Cotton-Low Lint Tip, .141 "Diam. X .44" L Tip,	2.26
<b>Ultimaker 2</b>	Partes (2 espátulas, 2x tubos de teflon, aislador de extremo caliente, tira LED, crema caliente, paquete de ventiladores	432.75
<b>XYZprinting DaVinci 1.0</b>		432.75
<b>Scanner Sense 3D</b>	No necesita	0
<b>Sierra DEWALT DW788</b>	Jet 10" banda para sierra con soporte	374.99
	Desplazar hoja de sierra Corte rápido Saltar diente, .029 "W,	5
	Hoja de sierra de desplazamiento Corte rápido Saltar diente, .100 "An.	6.11
<b>Taladro MakitaLXFD01CW</b>	No considerado	0
<b>Dremel 3000</b>	No considerado	0
<b>Estación de soldadura</b>	No considerado	0
<b>Calibre digital</b>	Pilas alcalinas duracell de 9 voltios, 72 / paquete	287.99
<b>Microscopio digital</b>	Pilas alcalinas duracell AA, 144 / paquete	114.99
<b>Osciloscopio</b>	No considerado	0
<b>Balanza digital</b>	Pilas alcalinas Duracell AAA, 144 / paquete	129.99
<b>Etiquetadora</b>	No considerado	0
<b>Sellador de bolsas</b>	No considerado	0
<b>Pistola calor Weller 6966C</b>	No considerado	0
<b>Horno cuisinart</b>	No considerado	0
<b>Horno 31605k55 (alta temp.)</b>	No considerado	0
<b>Aspiradora CHV1510</b>	Shop-Vac 9633400 6.5-Peak HP Ultra Pro Series 12 galones de vacío húmedo o seco	0
<b>Soplador 9633400</b>	Bomba de vacío neumática (si tiene acceso a aire comprimido)	26.03
<b>Compresor de aire dxcmpa1982054</b>	Kit de purga de freno y bomba de vacío (si no tiene acceso a aire comprimido)	29.99
<b>Gabinete ALC 155655</b>	No considerado	0
<b>separador/colector de polvo</b>	No considerado	0
<b>TOTAL DE REPUESTOS</b>		<b>1918.63</b>
<b>Costo Mano de obra Técnica para mantenimiento</b>		<b>300</b>
<b>TOTAL MANTENIMIENTO (\$)</b>		<b>2218.63</b>

Fuente. Elaboración Propia.

#### 4.2.1.5. *Electricidad.*

El consumo eléctrico del laboratorio es dado por el uso de cada máquina, dependiendo de la orden de fabricación se tiene que asignar dicho costo por todas las máquinas que se utilizan en la orden.

La fórmula que se aplica en el cálculo del costo de electricidad implica el consumo eléctrico de cada máquina multiplicado por el costo de KWh (en la ciudad la entidad que suministra el flujo eléctrico es SEAL). En el campus de la Universidad se suministra flujo de energía monofásico a 240 Voltios y 60 Hz; y el flujo de energía trifásico a 380 Voltios.

Tabla 40.

*Fórmula para calcular el costo del consumo eléctrico.*

$$\text{Costo del consumo electrico}_{of} = \frac{\text{consumo eléctrico} \times \text{costo KWh (SEAL)}}{60}$$

Donde:

Costo del consumo eléctrico <sub>of</sub> = Costo en la orden de fabricación del consumo eléctrico.

Consumo eléctrico = Consumo eléctrico por máquina.

Costo KWh = Costo por KWh dado por SEAL.

Para el cálculo del consumo eléctrico por KWh:

Monofásica:

$$\text{Consumo eléctrico Máquina} = \frac{V \times I}{1000} \times \text{hora}$$

Trifásica:

$$\text{Consumo eléctrico Máquina} = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times FP}{1000} \times \text{hora}$$

Donde:

V = Voltaje

I = Corriente de línea en Amperios.

FP = Factor de potencia

Fuente. Elaboración propia.

SEAL y OSINERGMIN bajo su RESOLUCIÓN DE LA COMISIÓN DE TARIFAS ELÉCTRICAS No. 024-97 P/CTE, determina que las horas punta es el periodo comprendido entre las 18:00 a 23:00 horas.

Los datos completos del consumo eléctrico y el costo que esto implica se muestran en el Anexo N° 04.

#### 4.2.2. *Costos Administrativos.*

Los costos administrativos para el laboratorio de fabricación digital son todos aquellos en los cuales se incurre, pero no son atribuibles al proceso productivo directamente o al producto final.

Para calcular la tasa de aplicación de costos administrativos es necesario conocer la cantidad exacta de materia prima que se utilizará en un año, en este trabajo se considera que la materia prima total es la que se contempla en el documento Draft-Proforma.

$$\text{Tasa de aplicación de costos} = \frac{\text{Costos administrativos anuales}}{\text{Cantidad de materia prima anual}}$$

$$\text{Tasa de aplicación de costos} = \frac{S/50,051.15}{382} = 131.024$$

La clasificación considera los siguientes costos:

##### 4.2.2.1. *Mano de obra.*

Los costos de mano de obra administrativos incluyen las actividades administrativas que se realizan para la gestión del laboratorio, tales como la gestión de abastecimiento, mantenimiento de equipos y reparación, solicitudes administrativas entre otros; que son realizados por la secretaria de la escuela por medio de oficios, por la función de revisión

y aprobación por parte del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, además de la solicitud de presupuesto anual para el laboratorio, entre otras actividades administrativas para darle soporte al laboratorio, se aproxima que el uso de los recursos humanos administrativos es del 5%.

Tabla 41.

*Costo de mano de obra administrativa.*

<b>Mano de obra Administrativa</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Costo mensual (S/.)</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Porcentaje asignable (%)</b>	<b>Costo asignable</b>
<b>Director de Escuela</b>	S/. 7,000	S/. 105,000	5%	S/. 350
<b>Secretaria</b>	S/. 3,000	S/. 60,000	5%	S/. 150

Fuente. (Humanos, 2019)

#### 4.2.2.2. *Depreciación de edificaciones.*

La depreciación de edificaciones se tomará en cuenta dado que, el laboratorio de fabricación digital se implementará en el campus de la universidad, y debido a que la infraestructura se encuentra construida adecuaremos los espacios para el laboratorio, adicionalmente se considera que no se realiza el prorrateo del costo por cada metro cuadrado y por tanto se realizará la depreciación de toda la infraestructura, sin considerar utilización del espacio.

Para realizar la depreciación de edificaciones se considera que, “Artículo 39.- Los edificios y construcciones se depreciarán a razón del cinco por ciento (5%) anual.” (Perez, 2010).

La ubicación del Laboratorio de fabricación digital se dispone en el campus central de la universidad, específicamente en el pabellón denominado “R”, en la infraestructura correspondiente a los laboratorios R-402, R403, R502 y R503, dichos laboratorios



fueron construidos en el año 2018 bajo el proyecto denominado “Ampliación y mejoramiento del Pabellón R”.

Se realizaron cálculos que determina el costo de construcción e implementación de dichos laboratorios que es aproximadamente S/. 962,411.05 al año 2018.

Tabla 42.

*Depreciación de edificaciones.*

Concepto	Área (m2)	Año	Costo
<b>Laboratorio</b>	332.69		
<b>Construcción</b>		2018	S/ 962,411.05
<b>Depreciación</b>	5%	2019	S/ 48,120.55

Fuente. (UCSM, 2018).

**4.2.2.3. Almacenaje.**

Los costos de almacenamiento se asignan en costos administrativos debido a que, en el espacio designado al laboratorio se contempla un espacio para almacenamiento de materias primas, insumos entre otros, el cual es manejado por el encargado de laboratorio.

Para el cálculo del costo de almacenamiento se utiliza la siguiente formula:

Tabla 43.

*Costo de almacenamiento.*

**MODELO EOQ**

$$\text{Costo Total de almacenamiento} = D \times C + \frac{D}{Q} \times S + \frac{Q}{2} \times H$$

Donde:

D= Demanda

C= Costo por unidad

Q= Cantidad ordenada

S= Costo de pedir

H= Costo anual de manejo y almacenamiento por unidad.

**OTRO MODELO**

$$C.A. = \frac{Q}{2} \times T \times P \times I$$

Donde:

Q= Cantidad de material en existencia en el periodo considerado.

T= Tiempo de almacenamiento.

P= Precio Unitario de material.

I= tasa de almacenamiento expresada en porcentaje del precio unitario.

El costo de almacenamiento en el modelo EOQ:

$$CT = 1160 \times 0.972115 + \frac{1160}{40.71} \times 0.05 + \frac{40.71}{2} \times 0.07$$

$$CT = 1127.7 + 1.43 + 1.43$$

$$CT = S/. 1,130.6$$

El costo de almacenamiento con otro método:

$$CA = \frac{30608}{2} \times 1 \times 0.972 \times 0.07$$

$$CA = 15304 \times 1 \times 0.972 \times 0.07$$

$$CA = S/. 1,041.4$$

Como se puede observar ambos resultados son parecidos en cuanto a costo, pero para fines del presente trabajo se utilizará la cifra mayor, que es S/. 1,130.6, calculada por el método EOQ, que considera los costos de ordenar y mantener anual y el costo unitario.



## CAPITULO V.

### 5. SISTEMA DE COSTEO POR ORDEN DE FABRICACIÓN.

El sistema de costeo por orden de trabajo es el que se consideró para este tipo de laboratorio dado que, se pueden realizar muchos procesos para obtener diferentes productos o prototipos.

Es por esta razón que se tiene un archivo de Excel denominado “Sistema de costeo.xlsm” en el cual se puede encontrar formatos para la gestión de almacén y la del sistema de costeo, así como los costos que son generados por el uso del laboratorio y como estos son aplicados en una orden de fabricación.

#### 5.1. Pestaña de Inicio.

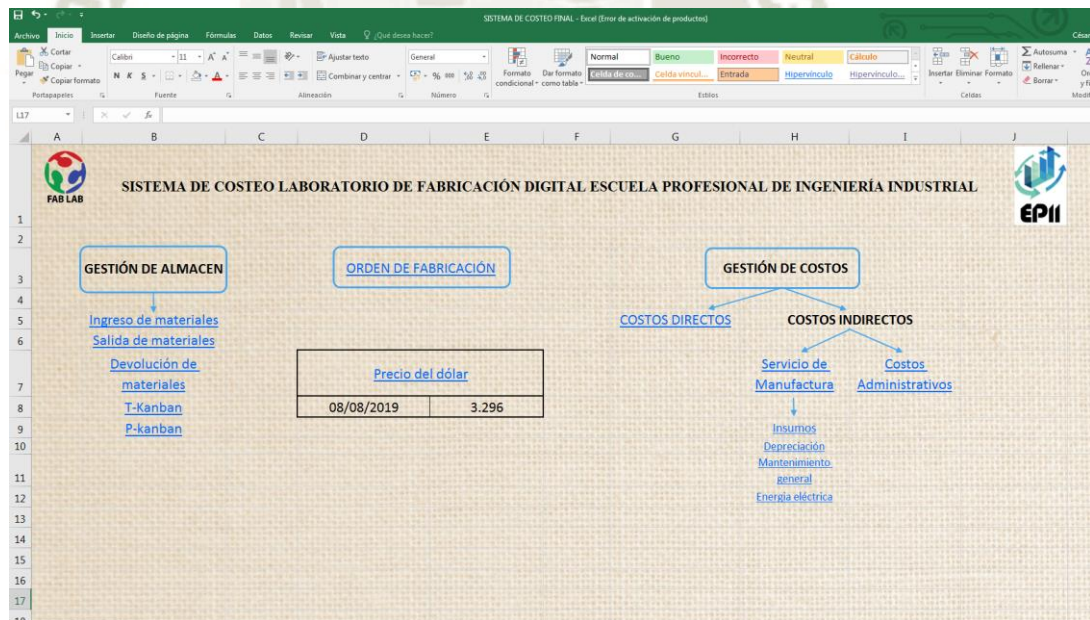


Figura 79. Captura de pantalla – Sistema.

En la pantalla de inicio que es denominada “Sistema”, se encuentran todos los accesos a las hojas consecuentes y el precio actual del dólar, que es relevante en el trabajo debido a que todos los costos de materiales y máquinas se encuentran en dólares.

También se encuentra el acceso más importante que es el botón “Orden de fabricación”.

En las siguientes pestañas se podrán observar los cálculos realizados para obtener costos.

### 5.2. Pestaña Orden de fabricación.

HOJA DE COSTOS POR ÓRDENES DE FABRICACIÓN						
ÓRDEN N°:		2		<div style="border: 1px solid blue; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #4a90e2; color: white; font-weight: bold;">GUARDAR</div>  <input type="checkbox"/> REPROCESO		
FECHA:		26/08/2019				
DATOS CLIENTE:		Gabriela Castro				
FECHA DE INICIO:		26/08/2019				
FECHA DE TERMINO:						
DIMENSIONES:		10 X 5 X 5 CM				
COSTO PRESUPUESTADO		S/23.45				
COSTO FINAL						
DETALLE DE LA ORDEN						
Máquinas	Dremel 3000					+
MATERIA PRIMA						
DOC REF.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO	TOTAL
	Plexiverde	Plexiglás #2108 (verde)	cm3		S/ 0.3141	S/ -
INSUMOS						
DOC REF.	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	COSTO	TOTAL	
	354	24 adaptadores de enchufe universales				
COSTO INDIRECTO				Servicio de manufactura		S/6.32
				Costos administrativos		S/123.94
				IGV (18%)		S/23.45
<b>TOTAL</b>						<b>S/153.71</b>

Figura 80. Captura de pantalla - Orden de fabricación

En la pestaña orden de fabricación, se encuentra el modelo de una orden de fabricación, además esta pestaña es didáctica puesto que, los datos que se ingresen en ella al presionar el botón guardar serán ingresados en una base de datos que es la pestaña consecuente.

Debido a que los procesos se pueden realizar en una o varias máquinas, es que se adicionó a la fila máquinas, un símbolo “+”, que al presionar se van a adicionar filas que

contengan la misma lista desplegable para que se puedan introducir todas las máquinas necesarias.

Así como en el apartado de Materia prima y de Insumos, se incluye un símbolo “+”, que al presionar serán adicionadas filas con las mismas características que se tiene en las anteriores.

Cabe resaltar que en la casilla costo total se encuentra una fórmula que permite realizar la suma de todos los costos, aunque se adicionen filas estas seguirán siendo sumadas en este casillero.

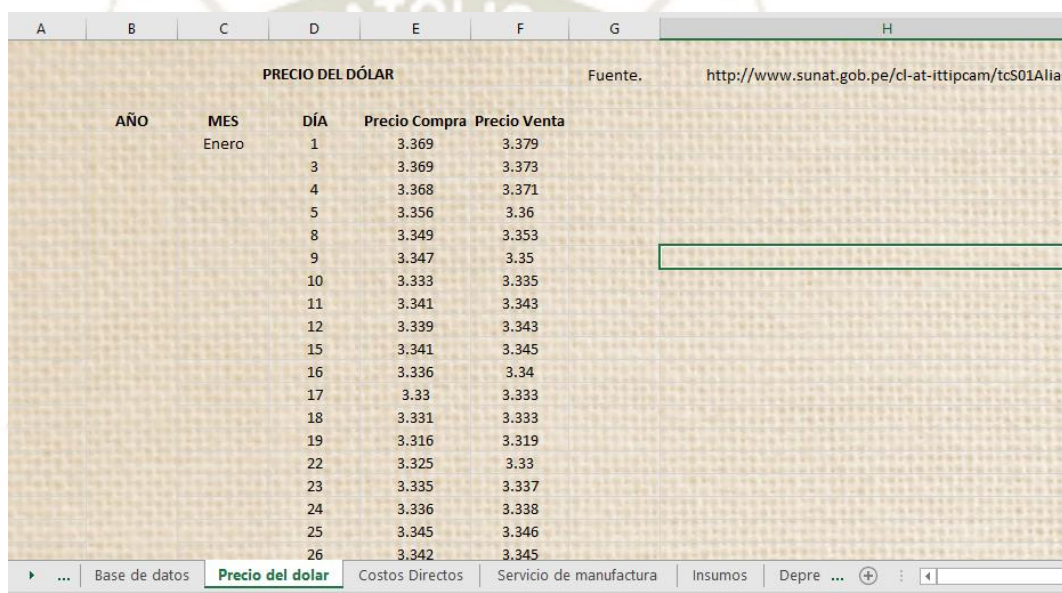
### 5.3. Pestaña Base de datos de Orden de Fabricación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2		ORDEN N°:	2	2											
3		FECHA:	04/08/2019 15:14	05/08/2019 15:14											
4		DATOS													
		CLIENTE:	Gabriela Castro	Gabriela Castro											
5		FECHA DE INICIO:	43681	43681											
6		FECHA DE TERMINO:													
7		DIMENSION	10 X 5 X 5 CM	10 X 5 X 5 CM											
8		COSTO PRESUPUE													
9		STADO COSTO	134.464037	134.464037											
10			10	10											
11			3	3											
12															
13															
14		MÁQUINA													
15															
16															
17															
18															
19															
20			11	11											
21			5	5											
22		MATERIA PRIMA													
23															
24															
25															
26															
27															
28			207	207											
29			4	4											
30			3	3											
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40		INSUMOS													

Figura 81. Captura de pantalla - Base de datos.

En esta pestaña se guardarán los datos de las ordenes de fabricación al presionar el botón “Guardar”, se encontrarán en orden correlativo al número de orden y se podrán observar los datos principales, así como el detalle de la orden de fabricación en las filas que estén dentro del campo de maquinaria, de la misma manera se guardarán los datos de la materia prima e insumos que se utilizaron.

#### 5.4. Pestaña Precio del dólar.



PRECIO DEL DÓLAR					Fuente.
					<a href="http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias">http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias</a>
AÑO	MES	DÍA	Precio Compra	Precio Venta	
	Enero	1	3.369	3.379	
		3	3.369	3.373	
		4	3.368	3.371	
		5	3.356	3.36	
		8	3.349	3.353	
		9	3.347	3.35	
		10	3.333	3.335	
		11	3.341	3.343	
		12	3.339	3.343	
		15	3.341	3.345	
		16	3.336	3.34	
		17	3.33	3.333	
		18	3.331	3.333	
		19	3.316	3.319	
		22	3.325	3.33	
		23	3.335	3.337	
		24	3.336	3.338	
		25	3.345	3.346	
		26	3.342	3.345	

Figura 82. Captura de pantalla - Precio del dólar.

En la pestaña se encuentra el precio del dólar desde el mes de enero del presente año hasta la última actualización que realizó Sunat en este mes, además el precio actual del dólar se encuentra en la pestaña “Sistema”.

### 5.5. Pestaña Ingreso a Almacén.

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Estado	Precio	Total
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
	lector de código de barra					0
<b>TOTAL DEL REGISTRO</b>						<b>0</b>

GUARDAR  
F.A-01

Figura 83. Captura de pantalla - Formato Ingreso de Materiales a Almacén.

El formato N° A-01: Registro de Ingreso de Materiales a Almacén, se encuentra en la pestaña ingreso a almacén, este formato es útil para registrar los datos de los materiales que ingresarán a almacén, se contará con conexión al lector de código de barras para que, se pueda enlazar la información ingresada con el código de barras que se asigna en almacén y la etiqueta con el código al leerlo muestre dicha información.





**5.7. Pestaña Devolución.**

Código	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Razón	Total
<b>FORMATO N° A-02: REGISTRO DEVOLUCIÓN DE MATERIALES</b>					
N° DE REGISTRO: 1					
FECHA Y HORA: 08/08/2019 18:16					
ENCARGADO:					
PROVEEDOR:					
0					

GUARDAR F.A-02

Figura 85. Captura de pantalla - Devolución de materiales.

El formato N° A-02: Devolución de materiales, se realiza en caso el material llegue a almacén con algún desperfecto (vencimiento, dañado, entre otros). Por lo que se debe devolver al proveedor para que no se vea afectada la Escuela, y este pueda brindarles una solución como el cambio de material en el menor tiempo posible.

**5.8. Pestaña Base de datos Devolución de materiales.**

N° DE REGISTRO:	FECHA Y HORA:	ENCARGADO:	PROVEEDOR:	Código	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Razón	Total
1	04/08/2019 12:41	Gabriela Castro	INTEL	A1	Collet 1/8"	3	7.5808	El collet se encuentra rajado	22.7424
					lector de código de barra				
					lector de código de barra				
					lector de código de barra				
					lector de código de barra				

Figura 86. Captura de pantalla - Base de datos de devolución de materiales.

La pestaña base de datos para el formato de devolución de materiales, guarda datos al seleccionar en la pestaña devolución el botón “GUARDAR” y el programa procede a guardar la información en esta pestaña.







### 5.15. Pestaña Costos directos.

MATERIA PRIMA							
Cod. laboratorio	Cantidad	Cod. Compra	Nombre	Costo unitario	Costo total	Cantidad (cm3)	Costo por cantidad (\$/cm3)
3DPLAazul	10	PLAblue	PLA azul 0.75kg carrete 2.85mm Filamento	36.59	365.9	5060.87	0.0072
3DPLAblanco	10	PLAWhite	PLA blanco (escoger color) 0.75kg carrete 2.85mm filamento	36.59	365.9	5060.87	0.0072
Garolite	10	8525K411	Hoja de garolite de grado Xx 1/32"de espesor, 12" longitud y ancho	3.53	35.3	152.13	0.0232
Aleación3	3	ALLOY_SUPER_TOUGH_BABBITT	Cojinetes babbitt de grado 3	18.99	56.97	61.46	0.3089
AleaciónRoto	5	LOWMELTINGPOINNT281ALLOY	Lingote de Roto281F	19.99	99.95	12.9032	1.5492
Almohadilla	100	S-12647	30 x 40 "275 # almohadillas corrugadas	1.5	150	3687.0894	0.0004
MW1	10	18-150612	Cera mecanizable azul 1.5 "x 3" x 7 "	8.95	89.5	516.1925	0.0173
MW2	5	18-150612	Cera mecanizable azul 1.5 "x 6" x 12 "			1755.904	0.0142
MW3	5	18-030606	Cera mecanizable azul 3" x 6" x 6"	25.95	129.75	1755.904	0.0148
Plexiazul	1	#2050	Plexiglás # 2050 (azul)	224.96	224.96	2359.73	0.0953
Plexiverde	1	#2108	Plexiglás #2108 (verde)	224.96	224.96	2359.73	0.0953
Plexitrans	1		Plexiglás transparente	121.6	121.6	2359.73	0.0515
Plexiblanco	1	#7328	Plexiglás #7328 (blanco)	103.68	103.68	589.9343	0.1757
Plexiamarillo	1	#2037	Plexiglás #2037 (amarillo)	103.68	103.68	589.9343	0.1757
Plexinegro	1	#7075	Plexiglás #7075 (negro)	103.68	103.68	589.9343	0.1757

Figura 93. Captura de pantalla - Costos directos.

En esta pestaña podemos observar todas las materias primas con su respectivo costo por cantidad que es el que utilizaremos en la pestaña orden de fabricación, es por esta razón que se incluye.

El cuadro contiene información relevante acerca de los costos de materia prima, debido a que para calcular el requerimiento es necesario conocer todos los datos del material.

### 5.16. Pestaña Servicio de manufactura.

	A	B	C	D	E
1					
2		<b>SERVICIO DE MANUFACTURA</b>			
3		<b>Concepto</b>	<b>Costo anual (\$)</b>	<b>Costo (S/.)</b>	
4		Insumos		S/34,182.30	
5		Mano de obra		S/28,500.00	
6		Depreciación	\$15,891.17	S/52,377.30	
7		Mantenimiento General	\$2,218.63	S/7,312.60	
8		Energía Eléctrica		S/2,000.59	
9		<b>Total</b>		<b>S/124,372.80</b>	
10					
11					
12		<b>BASE DE APLICACIÓN</b>	Horas-Máquina anuales	19680	
13		<b>Tasa de aplicación</b>		<b>6.319756071</b>	
14					

Figura 94. Captura de pantalla - Servicio de manufactura.

En esta pestaña podemos observar todos los costos asociados al servicio de manufactura con su respectivo costo total, algunos costos se muestran en dólares, por esta razón se realizó la conversión a soles mediante la celda de la pestaña inicio.

Así como se detalla en el capítulo 4, se realizó el cálculo de la tasa de aplicación, que será utilizada en cada orden de fabricación durante un año.

### 5.17. Pestaña Insumos.

SUMINISTROS						REPUESTOS					
Código de Laboratorio	Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario	Total (\$)	Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario (\$)	Total (\$)	
1	1	34-152	ER 25 Collet - Pulgadas 1/8 ID	39.9	39.9	1	JWBS-100S	Jet 10" banda para sierra con soporte	374.99	374.99	
2	1	34-156	ER 25 Collet - Pulgadas 1/4 ID	39.9	39.9	1	B001FDOJCO	10 unidad/paquete (LR44) baterías de celda para el calibrador	1.21	1.21	
3	1	34-164	ER 25 Collet - Pulgadas 1/2 ID	39.9	39.9	4	41865A12	Hoja de sierra de desplazamiento Corte normal, 250 "Ancho, 028" thk, 20	5.89	23.56	
4	1	34-168	ER 25 Collet - Pulgadas 5/8 ID	39.9	39.9	4	6917A23	Desplazar hoja de sierra Corte rápido Saltar diente, .029 "W,	5	20	
5	2	64-012	1/8" carburo sólido para corte descendente un acanalado super O usada en Plástico, madera, aluminio,	38.7	77.4	4	41865A16	Hoja de sierra de desplazamiento Corte rápido Saltar diente, .100 "An.	6.11	24.44	
6	2	65-012	1/8" carburo sólido para corte superior un acanalado super O usada en Plástico, madera, aluminio, superficie sólida.	36.7	73.4	1	3025K21	Aceite de máquina 5W	17.29	17.29	
7	5	52-240	1/8" carburo sólido para corte ascendente de dos acanalados para madera y plástico blando	23.65	118.25	1		Bomba de vacío neumática (si tiene acceso a aire comprimido)	26.03	26.03	
8	5	57-240	1/8" carburo sólido dos canaletas corte descendente para madera.	23.65	118.25	1		Kit de purga de freno y bomba de vacío (si no tiene acceso a aire comprimido)	29.99	29.99	
9	2	52-280	1/4" carburo sólido dos canaletas para corte ascendente para madera y plástico	26.7	53.4	5		Roland 45 grados cuchillas para plotter, 5 / pack	32.5	162.5	
10	2	57-287	1/4" carburo sólido dos canaletas para corte descendente para madera	30.75	61.5	1	752759	Pilas alcalinas duracell de 9 voltios, 72 / paquete	287.99	287.99	
11	1	57-367	1/2" carburo sólido dos canaletas para corte descendente para madera	84	84	1	751595	Pilas alcalinas duracell AA, 144 / paquete	114.99	114.99	
			1/2" carburo con punta dos canaletas corte superior para acanalado en V.o.								

Figura 95. Captura de pantalla - Insumos.

En esta pestaña encontraremos los insumos, repuestos y embalajes que han sido adquiridos para el laboratorio, esta pestaña es importante, debido a que en la orden de fabricación se tienen que escoger los insumos, para realizar cualquier proceso del laboratorio es necesario que se utilicen suministros, y esto conlleva un costo.

Al considerar repuestos y embalaje adicionalmente a los suministros, se determina que estos también son incluidos en la orden de fabricación por medio del detalle insumos.



### 5.18. Pestaña Depreciación.

Máquina	Valor (Costo \$)	Vida útil	Depreciación anual (\$)
Epilog 24 mini	\$26,121.00	4	\$6,530.25
Roland CAMM-1 GS-24	\$2,180.00	4	\$545.00
ShopBot	\$22,224.95	4	\$5,556.24
Roland monoFab SRM-20	\$5,502.97	4	\$1,375.74
Ultimaker 2	\$3,366.04	4	\$841.51
XYZprinting DaVinci 1.0	\$799.90	4	\$199.98
Scanner Sense 3D	\$459.99	4	\$115.00
Sierra DEWALT DW788	\$583.82	10	\$58.38
Taladro Makita LXF01CW	\$184.00	10	\$18.40
Dremel 3000	\$113.00	10	\$11.30
Estación de soldadura	\$198.00	10	\$19.80
Calibre digital	\$84.95	10	\$8.50
Microscopio digital	\$39.99	10	\$4.00
Osciloscopio	\$935.00	10	\$93.50
Balanza digital	\$398.74	10	\$39.87
Etiquetadora	\$105.58	10	\$10.56
Sellador de bolsas	\$191.50	10	\$19.15
Pistola de calor Weller 6966C	\$122.00	10	\$12.20
Horno de convección cuisinart	\$159.00	10	\$15.90
Horno de alta temperatura 31605k55	\$1,293.93	10	\$129.39
Aspiradora CHV1510	\$39.99	10	\$4.00
Soplador 9633400	\$127.00	10	\$12.70
Compresor de aire dxcmpa1982054	\$600.86	10	\$60.09
Gabinete de chorreado abrasivo ALC 155655	\$899.99	10	\$90.00
separador / colector de polvo abrasivo	\$1,197.24	10	\$119.72
			\$15,891.17

Figura 96. Captura de pantalla - Depreciación de equipos.

La depreciación de equipos se considera en el documento Sistema de costo, debido a que, se pueden adicionar máquinas y el costo variaría, así como las máquinas que se deprecian en un periodo de 4 años, deben ser reemplazadas lo que ocasiona que el valor pueda cambiar de año en año, con lo cual cambiaría también la depreciación. Esta pestaña se encuentra vinculada con la pestaña “Servicio de manufactura”.

### 5.19. Pestaña Mantenimiento

Costo de Mantenimiento (\$)				
Máquina	Repuestos			
Epilog 24 mini	Zeiss, toallitas de limpieza prehumedecidas para lentes, 4 fundas (400 unidades)	25.99		
Roland CAMM-1GS-24	Roland 45 Degree Plotter Blades, 5 pack	32.5		
ShopBot	Aceite de máquina 5W	17.29		
Roland monoFab SRM-20	Swab Cotton-Low Lint Tip, .141 "Diam X .44" L Tip,	2.26		
Ultimaker 2	Partes (2 espátulas, 2x tubos de teflon, aislador de extremo caliente, tira LED, crema caliente, paquete de ventiladores)	432.75		
XYZprinting DaVinci 1.0	Partes (2 espátulas, 2x tubos de teflon, aislador de extremo caliente, tira LED, crema caliente, paquete de ventiladores)	432.75		
Scanner Sense 3D	No necesita	0		
Sierra DEWALT DW788	Jet 10" banda para sierra con soporte	374.99		
	Desplazar hoja de sierra Corte rápido Saltar diente, .029 "w,	5		
	Hoja de sierra de desplazamiento Corte rápido Saltar diente, .100 "An.	6.11		
Taladro Makita LXFD01CW	No considerado	0		
Dremel 3000	No considerado	0		
Estación de	No considerado	0		
Calibre digital	Pilas alcalinas duracell de 9 voltios, 72 / paquete	287.99		
Microscopio digital	Pilas alcalinas duracell AA, 144 / paquete	114.99		
Osciloscopio	No considerado	0		
Balanza digital	Pilas alcalinas Duracell AAA, 144 / paquete	129.99		
Etiquetadora	No considerado	0		
Sellador de bolsas	No considerado	0		
Pistola de calor Weller 6966C	No considerado	0		
Horno de convección cuisinart	No considerado	0		
Horno de alta temperatura 31605k55	No considerado	0		
Aspiradora CHV1510	Shop-Vac 9633400 6.5-Peak HP Ultra Pro Series 12 galones de vacío húmedo o seco con soplador desmontable con almacenamiento de herramientas, utiliza filtro de cartucho tipo U tipo R funda de espuma y bolsa de filtro tipo F	0		
Soplador 9633400	Bomba de vacío neumática (si tiene acceso a aire comprimido)	26.03		
Compresor de aire dxcompa1982054	Kit de purga de freno y bomba de vacío (si no tiene acceso a aire comprimido)	29.99		
Gabinete de chorreado abrasivo ALC 155655	No considerado	0		
separador / colector de polvo abrasivo	No considerado	0		
TOTAL REPUESTOS		1918.63		
Costo Mano de obra Técnica para mantenimiento		300		
<b>TOTAL MANTENIMIENTO (\$)</b>		<b>2218.63</b>		
P-K	Costos Directos	Servicio de manufactura	Insumos	De

Figura 97. Captura de pantalla - Mantenimiento de equipos.

El mantenimiento es considerado en el sistema, debido a que se encuentra vinculado con la pestaña “Servicio de manufactura”, por lo que cuando cambie el costo, este variará de la misma manera en dicha pestaña, lo que hará variar la pestaña “Orden de fabricación”. También es posible que los repuestos que se necesiten al próximo año sean otro y varíe el costo.

### 5.20. Pestaña Consumo Eléctrico.

Máquina	Tipo	Amperaje (I)	Voltaje (V)	Potencia activa (Watts)	KW/h	Horas mensuales aprox.	Costo Kw/h (H no punta)	Costo mensual	Costo anual
Epilog 24 mini	Monofásico	1.5	240	360	0.36	160	0.1974	11.37024	136.44288
Roland CAMM-1 GS-24	Monofásico	1.7	240	300	0.3	160	0.1974	9.4752	113.7024
ShopBot	Monofásico	2	240	480	0.48	160	0.1974	15.16032	181.92384
Roland monoFab SRM-20	Monofásico	2.5	240	55	0.055	160	0.1974	1.73712	20.84544
Ultimaker 2	Monofásico	1.4	240	221	0.221	160	0.1974	6.980064	83.760768
XYZprinting DaVinci 1.0	Monofásico	1	240	200	0.2	160	0.1974	6.3168	75.8016
Scanner Sense 3D	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Sierra DEWALT DW788	Monofásico	1.3	240	312	0.312	40	0.1974	2.463552	29.562624
Taladro Makita LXFD01CW	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Dremel 3000	Monofásico	1.2	240	288	0.288	40	0.1974	2.274048	27.288576
Estación de soldadura	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Calibre digital	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Microscopio digital	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Osciloscopio	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Balanza digital	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Etiquetadora	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Sellador de bolsas	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Pistola de calor Weller 6966C	Monofásico	1.5	240	250	0.25	40	0.1974	1.974	23.688
Horno de convección cuisinart	Monofásico	1.5	240	1800	1.8	40	0.1974	14.2128	170.5536
Horno de alta temperatura 31605k55	Monofásico	16	240	1920	1.92	40	0.1974	15.16032	181.92384
Aspiradora CHV1510	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
Soplador 9633400	Monofásico	12	240	2880	2.88	40	0.1974	22.74048	272.88576
Compresor de aire dxcmpa1982054	Monofásico	15	240	3600	3.6	40	0.1974	28.4256	341.1072
							S/.	<b>166.71614</b>	<b>2000.5937</b>

Figura 98. Captura de pantalla - Consumo eléctrico.

El consumo eléctrico varía de acuerdo con el costo por kW/h que determina SEAL, por lo que puede cambiar con el tiempo y circunstancias, por esta razón se considera y se vincula con la pestaña “Servicio de manufactura”.

**5.21. Pestaña Costos administrativos.**

	A	B	C	D	E
1					
2		<b>Costos Administrativos</b>			
3		<b>Concepto</b>	<b>Costo (S/.)</b>		
4		Mano de obra administrativa	S/800.00		
5		Depreciación de edificaciones	S/48,120.55		
6		Almacenamiento	S/1,130.60		
7					
8					
9		<b>Total</b>	<b>S/50,051.15</b>		
10					
11					
12		<b>BASE DE APLICACIÓN</b>	Cantidad de materia prima	382	
13		<b>Tasa de aplicación</b>		<b>131.023953</b>	
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Costos Directos | Servicio de manufactura | Insumos | **Costos administrativos**

Listo

Figura 99. Captura de pantalla - Costos administrativos.

En esta pestaña podemos observar el costo anual total de los costos asociados a los administrativos, estos son generados por el uso del laboratorio y son asignados bajo su correspondiente tasa de aplicación, que depende de la base de aplicación en este caso es la cantidad de materia prima anual consumida.

Todos los costos están asociados a sus respectivas pestañas, además la tasa de aplicación está asociada a la orden de fabricación.

5.22. Pestaña Mano de obra administrativa.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		<b>Mano de obra Administrativa</b>						
3		<b>Concepto</b>	<b>Costo mensual (S/.)</b>	<b>Costo anual</b>	<b>Porcentaje asignable (%)</b>	<b>Costo asignable</b>		
4		<b>Director de Escuela</b>	S/. 7,000	S/105,000.00	5%	S/ 350.00		
5		<b>Secretaria</b>	S/. 3,000	S/ 45,000.00	5%	S/ 150.00		
6						S/ 500.00		
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

Figura 100. Captura de pantalla - Mano de obra administrativa.

La pestaña Mano de obra administrativa contempla el mecanismo de funcionamiento considerado para el manejo del laboratorio, que apoyará con la aprobación y trámite en la realización de requerimientos de adquisición o mantenimiento. Tomando en cuenta que aproximadamente se realizarán requerimientos cuatro veces al año (dos requerimientos de materiales y dos de mantenimiento preventivo), y evaluando una variación de aproximadamente 1%, se considera un 5% de uso anual de la mano de obra administrativa.

### 5.23. Pestaña Depreciación de edificios.

F5 : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> $\text{fx}$ $\text{=+(F3-F4)*5\%}$					
	B	C	D	E	F
1					
2		<b>Concepto</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Año</b>	<b>Costo</b>
3		<b>Laboratorio</b>	332.69	Construcción	S/962,411.05
4		Depreciación (5%)	0.05	2018	48120.5525
5				2019	45714.52488
6				2020	43428.79863
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Consumo eléctrico | Costos administrativos | Mano de obra adm. | **Depreciación Edificios** | Alm

Figura 101. Captura de pantalla - Depreciación de edificaciones.

La pestaña depreciación de edificios tiene un costo aproximado de la valorización de laboratorios que son considerados en nuestro ejemplo de la escuela que busca implementar un laboratorio de fabricación digital en cuatro ambientes dentro de la universidad en la que se desarrolla dicho proyecto. La depreciación de edificios de acuerdo con lo mencionado anteriormente es de 5% anual, por lo que se considera dicho costo de depreciación en esta pestaña.

### 5.24. Pestaña Almacenamiento.

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
$Costo\ Total\ de\ almacenamiento = D \times C + \frac{D}{Q} \times S + \frac{Q}{2} \times H$												
CT=	1160	x	0.972115	+	$\frac{1160}{40.71}$	x	0.05	+	$\frac{40.71}{2}$	x	0.07	
CT=	1126.534	+	1.4247114	+	1.4249							
<b>CT =</b>	S/. 1,129.38											
<input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid green;" type="text"/>												
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-top: 1px solid gray; padding-top: 5px;"> <span>Administrativos</span> <span>Mano de obra adm.</span> <span>Depreciación Edificios</span> <span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">Almacenamiento</span> <span>+</span> <span>⋮</span> </div>												

Figura 102. Captura de pantalla - Almacenamiento.

El costo de almacenamiento según el modelo EOQ que fue calculado es el más exacto y es por esa razón que se considera en esta pestaña dicho costo, podemos observar que el costo de mantener y el costo anual por ordenar son exactamente iguales, el costo de las existencias es el que aumenta el costo anual de almacenamiento.

Este costo es relevante debido a que, en el espacio para el laboratorio se considera un almacenamiento abierto para poder tener acceso a herramientas y materiales que son necesarios para realizar la fabricación de prototipos.

## CONCLUSIONES

**Primera conclusión:** Se realizó el correspondiente diseño del sistema de costeo y se logró elaborar el modelo de costos, los cuales permiten conocer el costo de una orden de fabricación, este modelo es versátil, por lo cual se concluye que se puede establecer el costo de fabricación de cada prototipo indistintamente de la máquina, material e insumos que se requieran para su producción.

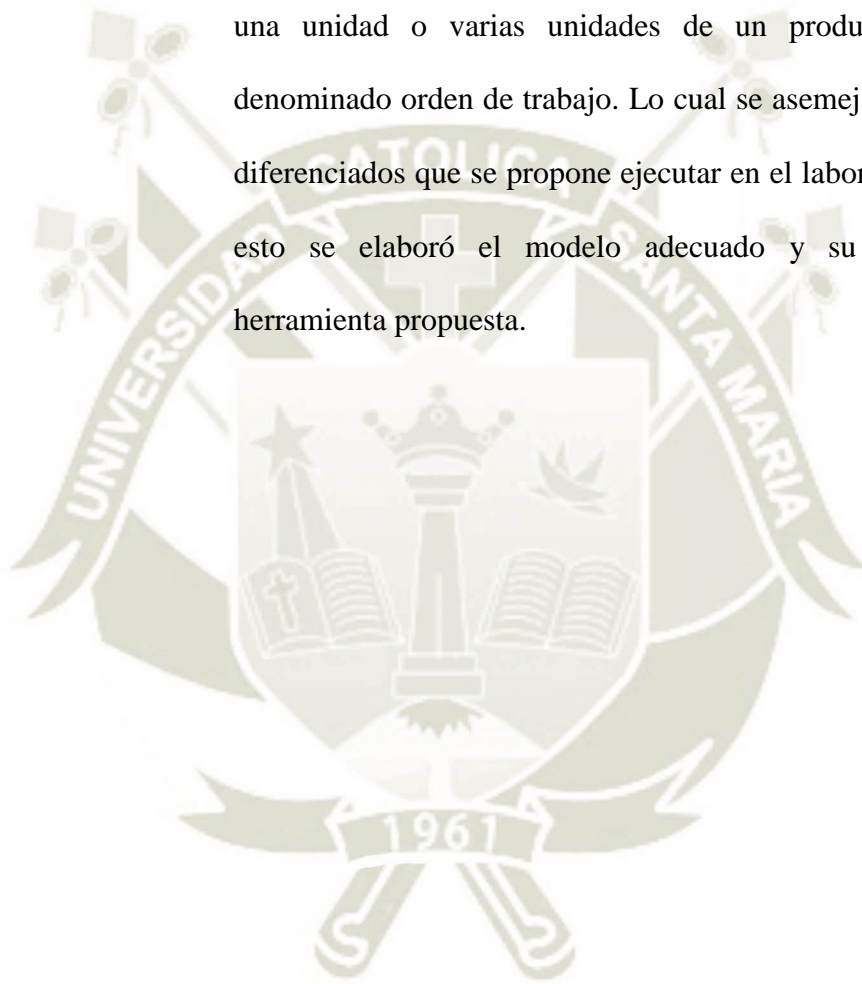
**Segunda conclusión:** En el presente trabajo se logró describir las máquinas, equipos y herramientas que se utilizan en los procesos, de esta manera fue posible elaborar diagramas de bloque que permiten conocer el proceso de fabricación de dichos equipos.

**Tercera conclusión:** Se logró identificar los costos que intervienen en el proceso de fabricación, considerando una guía los diagramas realizados y con esto, se realizó la clasificación de costos y su correspondiente asignación a la orden de fabricación.

Se consiguió obtener los costos indirectos de fabricación mediante fórmulas eléctricas como el consumo eléctrico y fórmulas de depreciación lineal, además de las fórmulas que se utilizaron para obtener el costo de almacenamiento y el de depreciación de edificaciones.



**Cuarta conclusión:** Se efectuó el diseño del sistema de costo en base a la determinación que, un sistema de costeo por órdenes de trabajo es el más adecuado para utilizar en el laboratorio, debido a que el objeto de costeo es una unidad o varias unidades de un producto diferenciado denominado orden de trabajo. Lo cual se asemeja a los prototipos diferenciados que se propone ejecutar en el laboratorio. En base a esto se elaboró el modelo adecuado y su correspondiente herramienta propuesta.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el sistema de costeo en más pruebas con la instalación del Laboratorio.
- Se recomienda actualizar datos pertinentes como lo son el Amperaje, Voltaje y consumo eléctrico de cada máquina, los cuales se encuentran especificados en sus respectivas etiquetas.
- En caso el laboratorio cambie de ubicación y no sea instalado en el pabellón R, se debe considerar los cambios en cuanto a costos de edificaciones y depreciación de estas.
- Es recomendable realizar mediciones pertinentes en un año, para poder medir la variación obtenida en cuanto a los costos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 3D Systems. (2016). *User Guide Sense 3D Scanner* . Retrieved from [http://cubify.s3.amazonaws.com/Scanners/Sense/sense\\_2nd\\_gen\\_user\\_guide\\_win.pdf](http://cubify.s3.amazonaws.com/Scanners/Sense/sense_2nd_gen_user_guide_win.pdf)
- Alibaba.com. (2019). *Alibaba*. Retrieved from <https://spanish.alibaba.com/product-detail/nema-grade-single-sided-pcb-material-epoxy-resin-fiber-glass-sheet-garolite-fr4-for-transformer-insulation-board-60762084681.html?spm=a2700.8699010.normalList.1.6df91cacPczB3f&s=p>
- Amazon Co. (2019). *Amazon*. Retrieved from Etiquetaadora: [https://www.amazon.com/Brother-P-Touch-PT-18R-recargables-labeling/dp/B0002SCGHA/ref=sr\\_1\\_2?\\_\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=pt-18r&qid=1566741887&s=gateway&sr=8-2](https://www.amazon.com/Brother-P-Touch-PT-18R-recargables-labeling/dp/B0002SCGHA/ref=sr_1_2?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=pt-18r&qid=1566741887&s=gateway&sr=8-2)
- Amazon Inc. (2019). *Amazon Calibre digital*. Retrieved from <https://www.amazon.com/Neiko-01407A-Electronic-Digital-Stainless/dp/B000GSLKIW>
- BLACK + DECKER Inc. (2019). *BLACK + DECKER*. Retrieved from <https://www.blackanddecker.com/products/home-cleaning/vacuums/handheld-vacuums/156v-dustbuster-hand-vac/chv1510>
- Carrod Electrónica Online S. de R.L. de C.V. (2019). *Carrod Electrónica* . Retrieved from <https://www.carrod.mx/products/pistola-de-calor-con-puntas-intercambiables-weller-6966c>
- Celestron LLC. . (2019). *Celestron microscopio digital*. Retrieved from <https://www.celestron.com/products/deluxe-handheld-digital-microscope-old-version>
- Centro de capacitación y estudios parlamentarios. (2013). *Congreso de la Republica*. Retrieved from [http://www.congreso.gob.pe/Docs/participacion/museo/files/museo/libros/numero\\_-9.pdf](http://www.congreso.gob.pe/Docs/participacion/museo/files/museo/libros/numero_-9.pdf)
- Chase, R. y. (2015). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. Mexico: McGRAW-HILL.
- CooperTools. (2002). *Electronic Soldering and Desoldering tools*. Retrieved from <http://www.farnell.com/datasheets/19755.pdf>
- Cuisinart. (2019). *Cuisinart*. Retrieved from [https://www.cuisinart.com/shopping/appliances/toaster\\_ovens/tob-135n](https://www.cuisinart.com/shopping/appliances/toaster_ovens/tob-135n)
- DEWALT. (2019, julio 03). Retrieved from <http://service.dewalt.es/DEWALT/ES/es-ES/Product/ProductDetail?id=10914>
- DEWALT. (2019). *DEWALT*. Retrieved from <https://www.dewalt.com/products/power-tools/saws/scroll-saws/20-in-variablespeed-scroll-saw/dw788>
- DICK BLICK ART MATERIAL. (2019). *BLICK*. Retrieved from GESSO: <https://www.dickblick.com/products/blick-studio-gesso/>
- EpilogLaser. (2019). *Epilog Laser*. Retrieved from [https://www.epiloglaser.co/?gclid=CjwKCAjw98rpBRAuEiwALmoymSD7dwoZTJLHtPfp\\_iqY6h1kBH1rgUixPg0RdZKcn6DGVTvLOYWxoC9tUQAvD\\_BwE](https://www.epiloglaser.co/?gclid=CjwKCAjw98rpBRAuEiwALmoymSD7dwoZTJLHtPfp_iqY6h1kBH1rgUixPg0RdZKcn6DGVTvLOYWxoC9tUQAvD_BwE)
- Evonik industries. (2019). *Plexiglas-shop*. Retrieved from <https://www.plexiglas-shop.com/de/Produkte/>

- Fab Foundation.* (2019). Retrieved from <https://www.fabfoundation.org/>
- Farlex.inc. (2019). *the free dictionary*. Retrieved from <https://es.thefreedictionary.com/bricolaje>
- Good Will Instrument Co. (2019). *Gwinstek*. Retrieved from Osciloscopio:  
<https://www.gwinstek.com/en-global>
- Grainger Inc. (2019). *Grainger*. Retrieved from Sellador de bolsas:  
<https://www.grainger.com/product/HandOperated-Bag-Sealer-5ZZ40?%20functionCode=P2IDP2PCP>
- Horizon Hobby LLC. (2019). *Tower Hobbies* . Retrieved from <https://www.towerhobbies.com/cgi-bin/wti0001p?I=LXAS83&P=ML>
- Horngren, D. y. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial*. México: Pearson.
- Humanos, R. (2019, Mayo 17). Entrevista de sueldos en la UCSM. (G. Castro, Interviewer)
- Kauposil. (2019). *Kauposil*. Retrieved from Mold Max 60: <https://kauposil.com/mold-max/>
- MachinableWax.com Inc. (2019). *MachinableWax.com*. Retrieved from Cera mecanizable:  
<https://www.machinablewax.com/product.php?product=2>
- Makita Corporation. (2019). *Instruction Manual LXFD01*. Retrieved from  
[https://cdn.makitatools.com/apps/cms/doc/prod/LXF/78954941-ee11-44f2-bdf7-5bfab5e177ca\\_LXFD01CW\\_IM.pdf](https://cdn.makitatools.com/apps/cms/doc/prod/LXF/78954941-ee11-44f2-bdf7-5bfab5e177ca_LXFD01CW_IM.pdf)
- McMaster-Carr. (2019). *High-Temperature Furnace*. Retrieved from  
<https://www.mcmaster.com/31605k55>
- McMaster-Carr. (2019). *McMaster-Carr*. Retrieved from <https://www.mcmaster.com/termsandconditions>
- Ministerio de economía y finanzas. (2019). *Plan Contable General*.
- Northern Tool + Equipment. (2019). *Northern Tool + Equipment*. Retrieved from  
[https://www.northerntool.com/shop/tools/product\\_200141174\\_200141174](https://www.northerntool.com/shop/tools/product_200141174_200141174)
- Perez, A. G. (2010, Enero 01). Ley N° 29342. *Ley que establece un régimen especial de depreciación para edificios y construcciones*. Lima, Perú.
- PSI Wood Working. (2019). *PSI Wood Working Products*. Retrieved from  
<http://www.psiwoodworking.com/index.html>
- QuimiNet.com. (2019). *Quiminet.com*. Retrieved from <https://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-del-sand-blast-o-chorro-de-arena-2668536.htm>
- República, P. d. (2010, Enero 01). Ley N° 29342. *Ley que establece un régimen especial de depreciación para edificios y construcciones*. Lima, Lima, Perú.
- ROBERT BOSCH GMBH. (2019). *Dremel*. Retrieved from <https://es.dremel.com/Kit-de-herramientas-con-velocidad-variable-3000-2-28/dremel-com-d2c/>
- Roland DGA Corporation. (2013). *GX-24 Manual de Usuario*. Retrieved from  
[http://support.rolanddga.com/Docs/Documents/departments/Technical%20Services/Manuals%20and%20Guides/GX-24\\_Use\\_SP.pdf](http://support.rolanddga.com/Docs/Documents/departments/Technical%20Services/Manuals%20and%20Guides/GX-24_Use_SP.pdf)

- Roland DGA Corporation. (2014). *MonoFab SRM-20 User's Manual*. Retrieved from [http://support.rolanddga.com/docs/documents/departments/technical%20services/manuals%20and%20guides/srm-20\\_use\\_en.pdf](http://support.rolanddga.com/docs/documents/departments/technical%20services/manuals%20and%20guides/srm-20_use_en.pdf)
- Roland DGA Corporation. (2016). *Roland*. Retrieved from <https://www.rolanddga.com/products/vinyl-cutters/camm-1-gs-24-desktop-vinyl-cutter/specifications>
- Roland DGA Corporation. (n.d.). *Roland*.
- Rotometals. (2019). *Rotometals*. Retrieved from BABBIT: [https://cdn11.bigcommerce.com/s-cra054/images/stencil/608x608/products/113/383/BabbittSuperTough-2\\_45328.1467151422.jpg?c=2](https://cdn11.bigcommerce.com/s-cra054/images/stencil/608x608/products/113/383/BabbittSuperTough-2_45328.1467151422.jpg?c=2)
- Rotometals. (2019). *Rotometals*. Retrieved from Roto281F Low Melt Fusible Bismuth Based Alloy Ingot: <https://www.rotometals.com/roto281f-low-melt-fusible-bismuth-based-alloy-ingot/>
- S&W Plastics Inc. (2019). *S&W Plastics*. Retrieved from [http://www.sandwplastics.com/Sign-Supplies-Avery-Screen-and-Cut-Vinyl/c1\\_37/index.html?osCsid=72770226d7f794f88ba68acea70596e8](http://www.sandwplastics.com/Sign-Supplies-Avery-Screen-and-Cut-Vinyl/c1_37/index.html?osCsid=72770226d7f794f88ba68acea70596e8)
- Sentry Air System Inc. (2019). *Sentry Air Systems*. Retrieved from Sentry Air Systems: <https://www.sentryair.com/>
- ShopBot Tools, Inc. (2019). *ShopBot*. Retrieved from <https://www.shopbottools.com/>
- Shop-Vac Corporation. (2019). *Shop-Vac*. Retrieved from <https://www.shopvac.com/product/shop-vac-12-gallon-6-5-peak-hp-hardware-wet-dry-blower-vac-catnum:9633400>
- Sipper D., B. R. (1998). Planeación y control de la producción. In R. B. Daniel Sipper, *Planeación y control de la producción* (p. 565). Mexico: McGRAW-HILL.
- Smooth-on Inc. (2019). *Smooth-on*. Retrieved from OMOO45: <https://www.smooth-on.com/product-line/oomoo/>
- Smooth-on Inc. (2019). *Smooth-on*. Retrieved from Mold Max: <https://www.smooth-on.com/product-line/mold-max/>
- Smooth-on Inc. (2019). *Smooth-on*. Retrieved from Smooth-cast: <https://www.smooth-on.com/product-line/smooth-cast/>
- Smooth-on Inc. (2019). *Smooth-on*. Retrieved from Goma sorta clear: <https://www.smooth-on.com/products/sorta-clear-18/>
- SparkFun Electronics. (2019). *SparkFun*. Retrieved from <https://www.sparkfun.com/products/14974>
- Sunat. (2006). *SUNAT*. Retrieved from Informe N° 196-2006: <http://www.sunat.gob.pe/>
- Th3 dot. (2019). *Th3 dot*. Retrieved from <https://th3dot.com/coworking-y-fablab/>
- The Utter Guys. (2019). *Utter Guys*. Retrieved from <https://www.utterguys.com/xcart/home.php>
- UCSM - Tema Hueman. (2018). *Universidad Católica de Santa María*. Retrieved from Escuela Profesional de Ingeniería Industrial: <https://www.ucsm.edu.pe/acreditacionabet/es/industrial/mission/>

UCSM. (2018, eNERO 5). Resolución N° 6612-CU-2018. *SE APRUEBA LA EJECUCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA AMPLIACIÓN DE LOS LABORATORIOS DEL PABELLÓN "R" - CAMPUS CENTRAL*. Arequipa, Arequipa, Perú: UCSM.

UCSM. (2019). *Apps UCSM*. Arequipa: UCSM. Retrieved from Estadística de matriculados.

Uline. (2019). *Uline*. Retrieved from corrugated pads: <https://www.uline.com/Product/Detail/S-12647/Corrugated-Pads/30-x-40-275-lb-Corrugated-Pads?keywords=S-12647>

Ultimaker BV. (2019). *Ultimaker*. Retrieved from <https://ultimaker.com/>

USG Corporation. (2019). *USG*. Retrieved from HydroStone SuperX: <https://plaster.com/product/usg-hydro-stone-super-x/>

USG Corporation. (2019). *USG*. Retrieved from Drystone: <https://plaster.com/product/usg-drystone/>

XYZPrinting, Inc. (2019). *XYZPrinting*. Retrieved from <https://www.xyzprinting.com/en-US/product/davinci-1-0>



## ANEXO N° 01.

### DISTRIBUCIÓN DE PLANTA IDEAL DEL FAB LAB

La distribución ideal del Laboratorio de Fabricación digital debe tener un espacio de 18 metros de ancho por 20 metros de largo, para poder realizar la distribución de 8 áreas o 7 células de manufactura como se denominan en el presente trabajo y 1 área de conferencia, en la figura a continuación se muestran los 8 espacios, con sus correspondientes nombres y área ideal que debe ocupar este; además en las siguientes imágenes se mostrará el detalle y distribución de la maquinaria, equipos y muebles en cada célula.

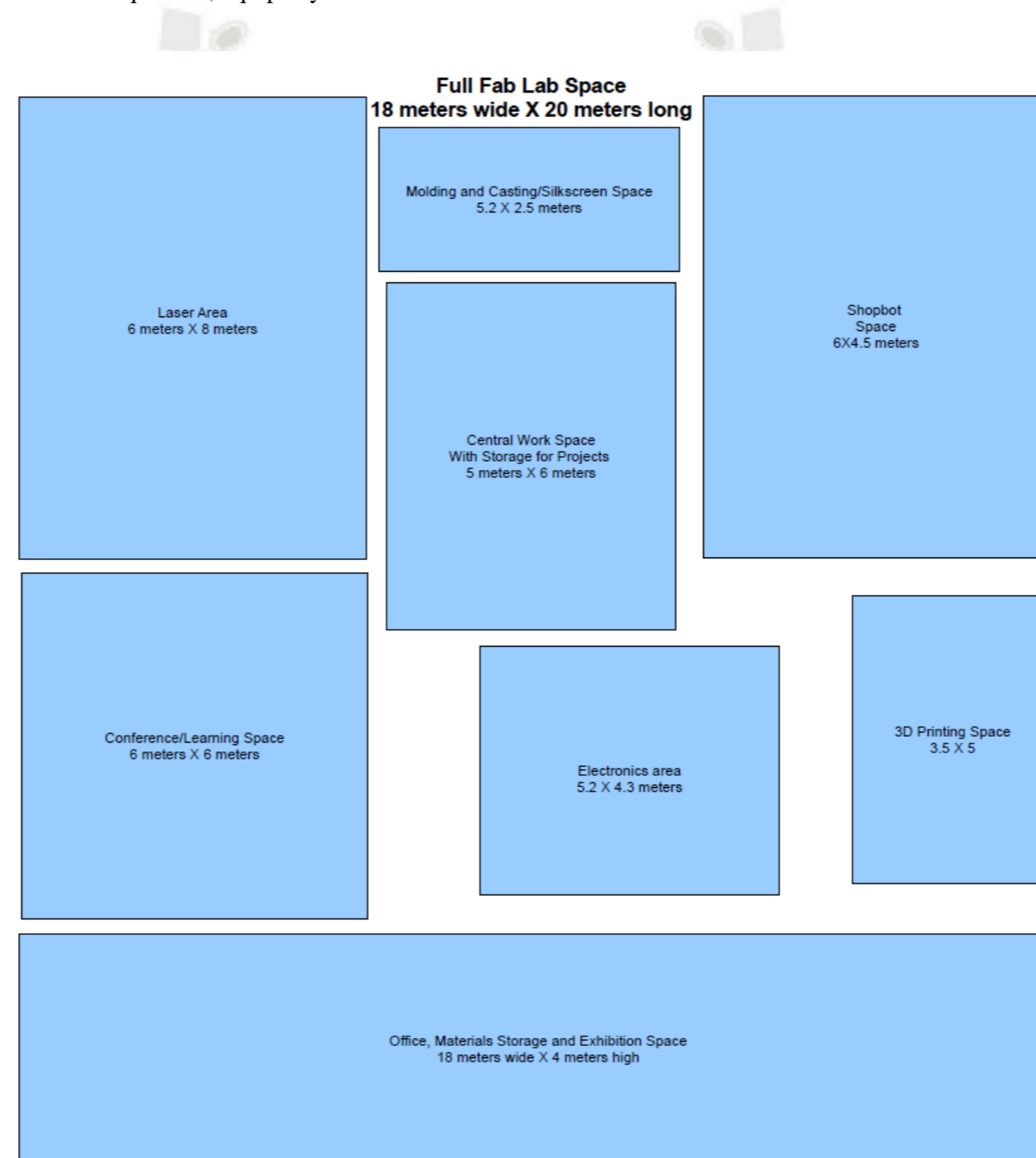


Figura 103. Distribución ideal del Fab Lab. Fuente. (Fab Foundation, 2019)

### Láser Área. Célula de manufactura área láser.

La célula de manufactura área láser está compuesta en la distribución ideal por las máquinas láser 1 y 2, un estante para guardar materiales y prototipos en proceso, así como por 2 computadoras asociadas a cada máquina que tienen conexión a internet y cada máquina debe tener ventilación hacia el interior, además menciona que la toma de corriente para ambas máquinas debe tener 4 entradas y conexión a tierra, un área para trabajo y sillas especiales para manejar las máquinas, así como dos mesas de trabajo y 10 sillas altas especiales para dichas mesas, conexión a internet en ambas mesas y 4 caídas de techo para tomas de corriente. En la figura se muestran la cantidad de espacio necesaria para cada una de las máquinas, y mesas de trabajo.

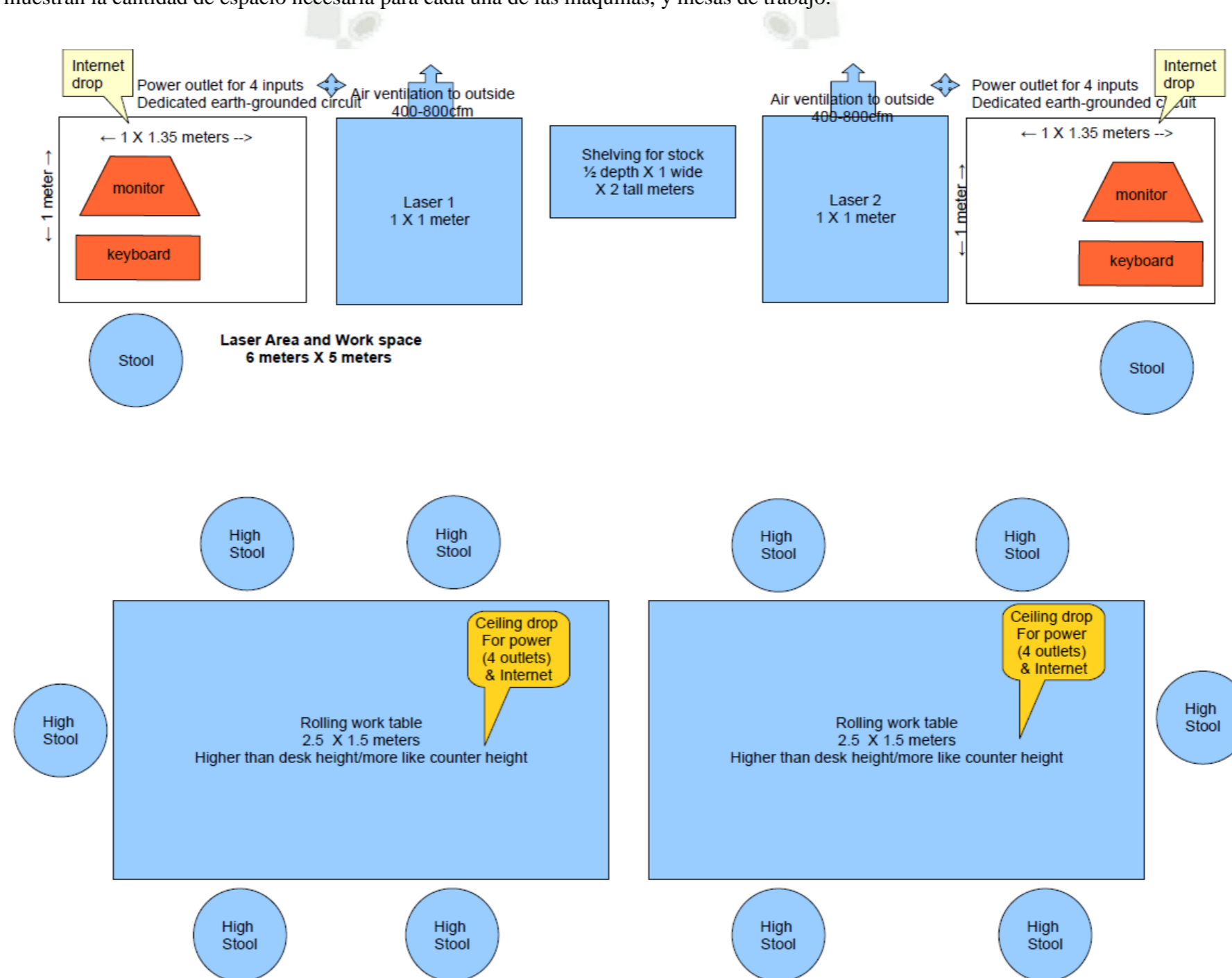


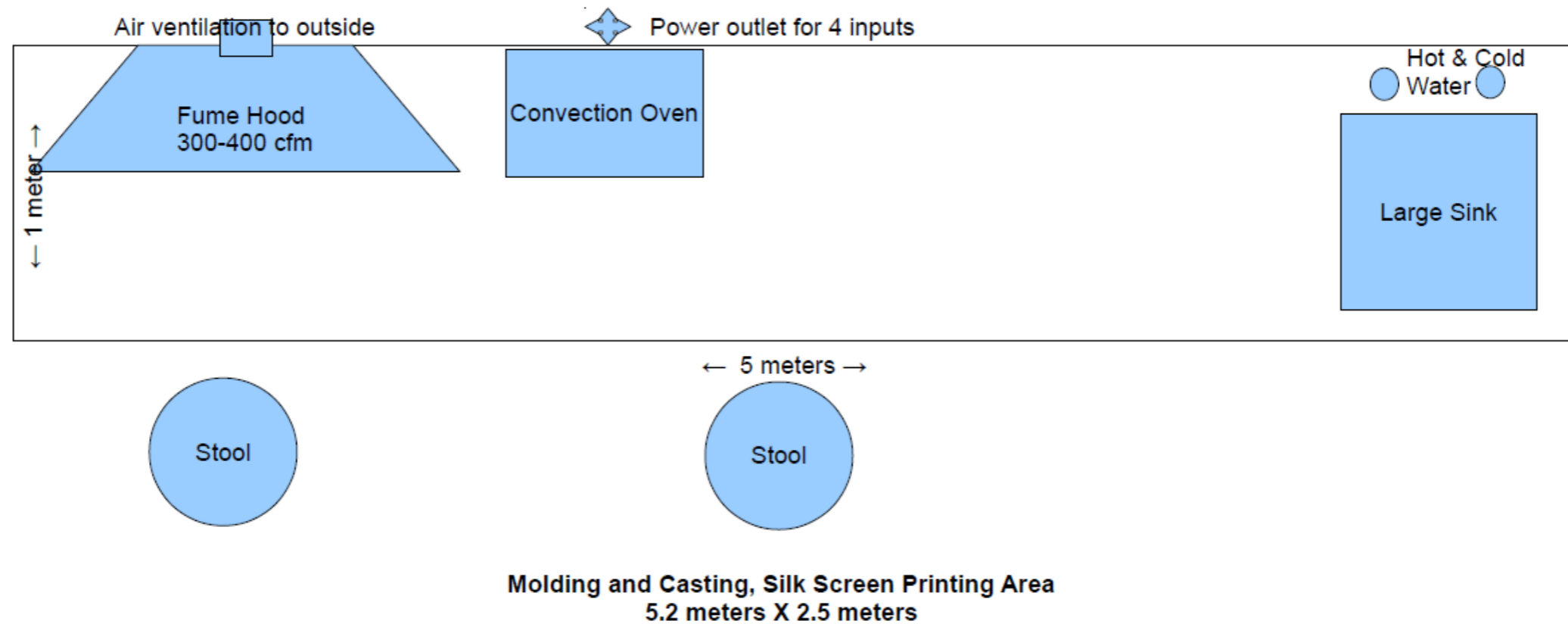
Figura 104. Distribución Célula de manufactura Área Láser. Fuente. (Fab Foundation, 2019)



### Molding Área. Célula de manufactura área de moldeo y fundición.

El área de moldeo y fundición debe poseer un extractor de humo con ventilación al exterior, el horno de convección y una toma de corriente de 4 entradas (con conexión a tierra), se considera dos salidas de agua una fría y una para agua caliente, así como un lavado grande y 2 sillas, en la figura se muestran las dimensiones que se deben considerar para dicha área y algunas especificaciones eléctricas a considerar.

En esta área como se especificó en el trabajo, se realizará la fundición de materiales y algunos procesos para el moldeo, no se muestran mesas de trabajo por lo que la Escuela debe evaluar la necesidad de estas mesas de trabajo en dicha área.



Basic counter space is 1 meter X 5 meters, metal surface for easy clean-up and includes:

- One large sink with hot and cold 110V if US, 220V if outside of US
- Air ventilation to outside for fumes

Under Counter is open shelving for storage of heavy transformers, heavy molding & casting materials, paints, cups, stirrers, silk screens, etc.

Maybe put a few high stools here as well for sitting while working.

## ShopBot Área. Célula de manufactura área ShopBot.

La célula de manufactura ShopBot, está compuesta por la máquina ShopBot y tomas de corriente de 4 entradas con pozo a tierra, así como una máquina con conexión a internet, un circuito eléctrico dedicado y un colector de polvo conectado a la máquina, un estante abierto para herramientas, un estante para el almacenamiento de materiales grandes sobre ruedas y una mesa de trabajo, en la figura se muestra la distribución de dichos requerimientos para la distribución ideal del ambiente, así como el espacio necesario.

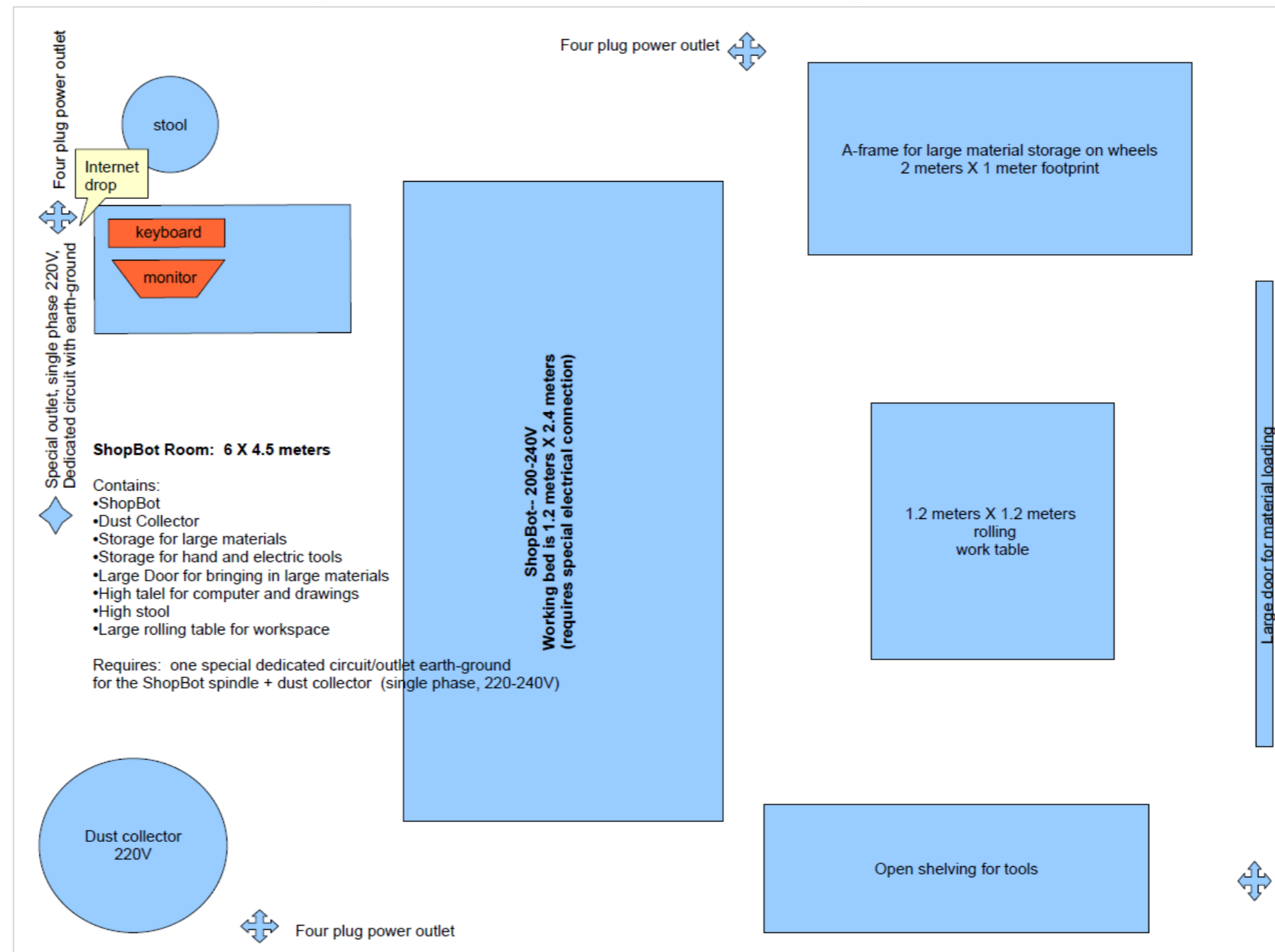


Figura 106. Distribución Célula de manufactura ShopBot. Fuente. (Fab Foundation, 2019)

### Área 3D. Célula de manufactura 3D.

La célula de manufactura área 3D, está compuesta por el escáner 3D y la impresora, debido a que en la Escuela contamos con 2 impresoras se debe considerar en este plano un área para la impresora y una máquina para dicha impresora, 2 bancos, un estante para almacén de materiales y cubículos para almacenamiento de proyectos.

En esta área en especial se considera un espacio vacío, esto es debido a que se realizan desplazamientos para realizar el proceso de escaneo con la máquina scanner, al ser una máquina que realiza el escaneo en 3D se deben realizar movimientos de 360° alrededor del objeto a escanear; este espacio permite realizar dichos movimientos sin interrumpir u ocasionar problemas.

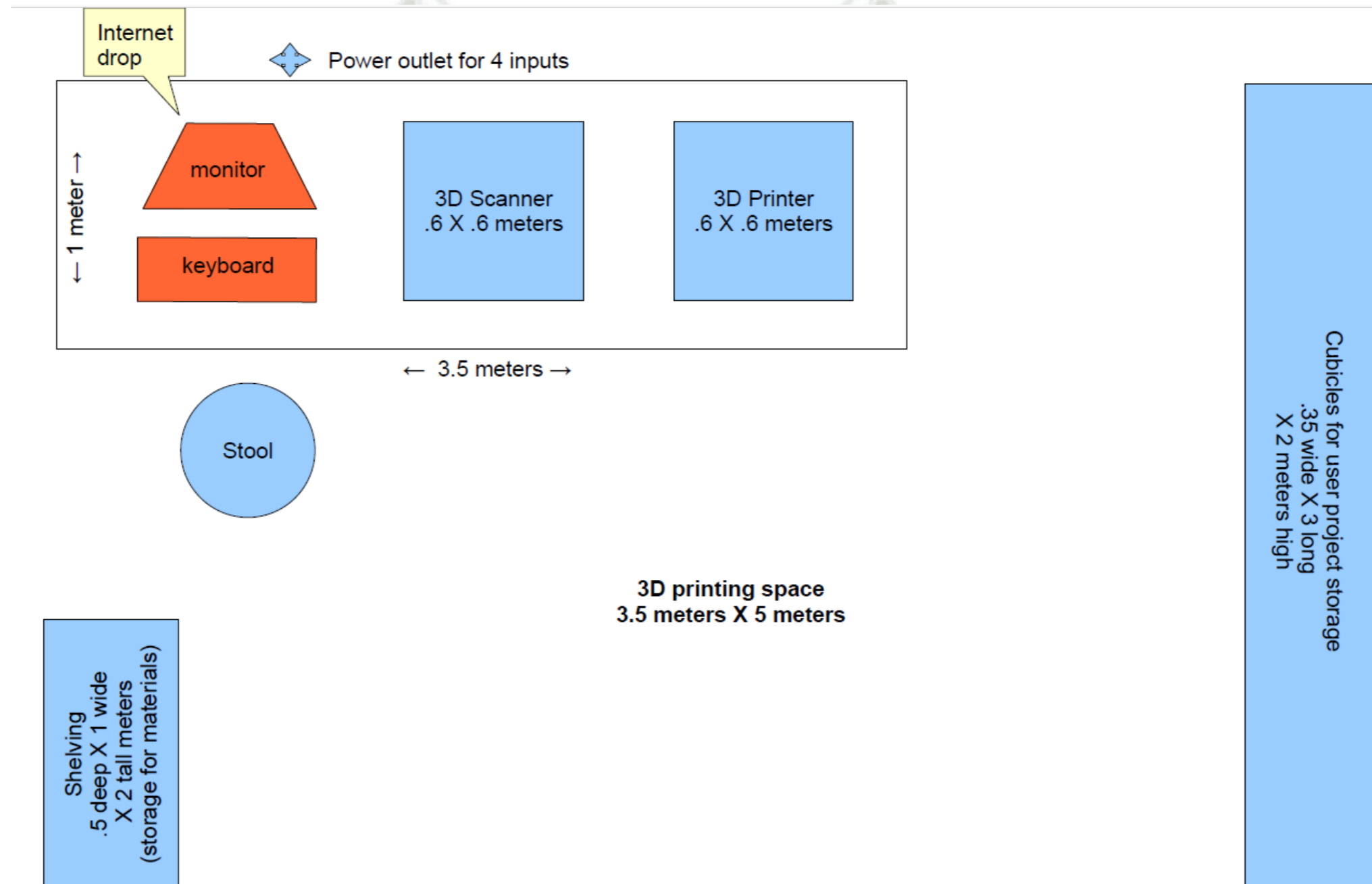


Figura 107. Distribución Célula de manufactura área 3D. Fuente. (Fab Foundation, 2019)

### Área Electrónica. Célula de manufactura área Electrónica.

La célula de manufactura área electrónica, consta de un área de moldeo conectada a una computadora y el cortador de vinil, así como dos computadoras adicionales, estantes para almacén de herramientas y un estante para almacenamiento de los equipos de prueba como lo son calibradores, balanzas, etc. Además, cuenta con estaciones de soldadura y sillas giratorias; se determinan 4 puntos de conexión a internet, 5 huecos y 7 tomas de corriente con 4 entradas y conexión a tierra, de la misma manera en la figura se muestran algunos requerimientos electrónicos a considerar.

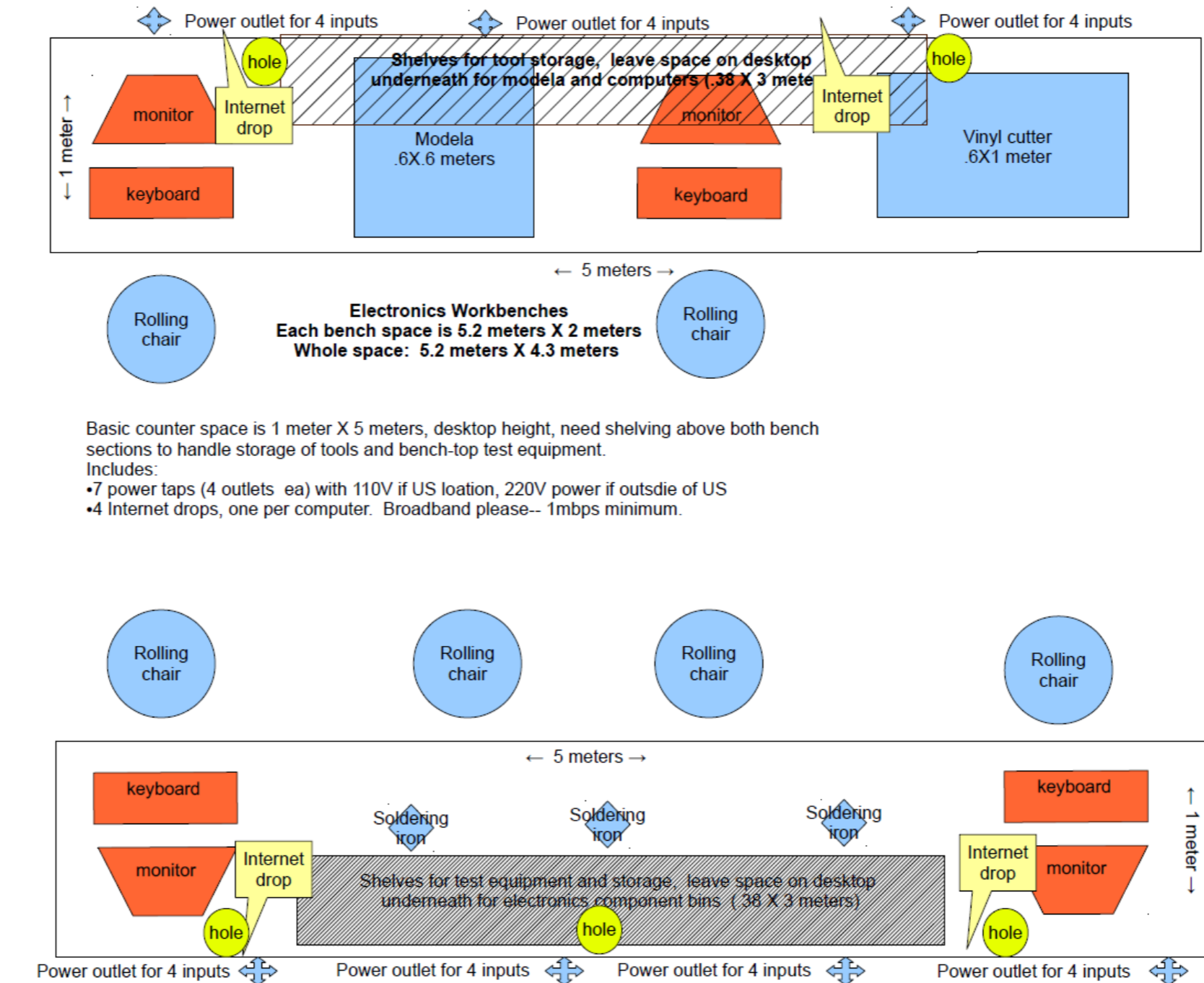


Figura 108. Distribución Célula de manufactura área electrónica. Fuente. (Fab Foundation, 2019)

## Área de conferencias. Sala de Conferencias.

La célula de manufactura área de conferencia, está compuesta por un proyector y una pantalla para este, una conexión a dos altavoces y un micrófono, diez computadoras con conexión a internet y once sillas giratorias, así como una mesa circular en la que están ubicadas estas computadoras y sillas, así como diez tomas de corriente alrededor de la mesa con cuatro entradas y circuitos separados.

La finalidad de dicha sala de conferencias es realizar diseños, aprendizaje y efectuar conferencias que tengan relación con el laboratorio.

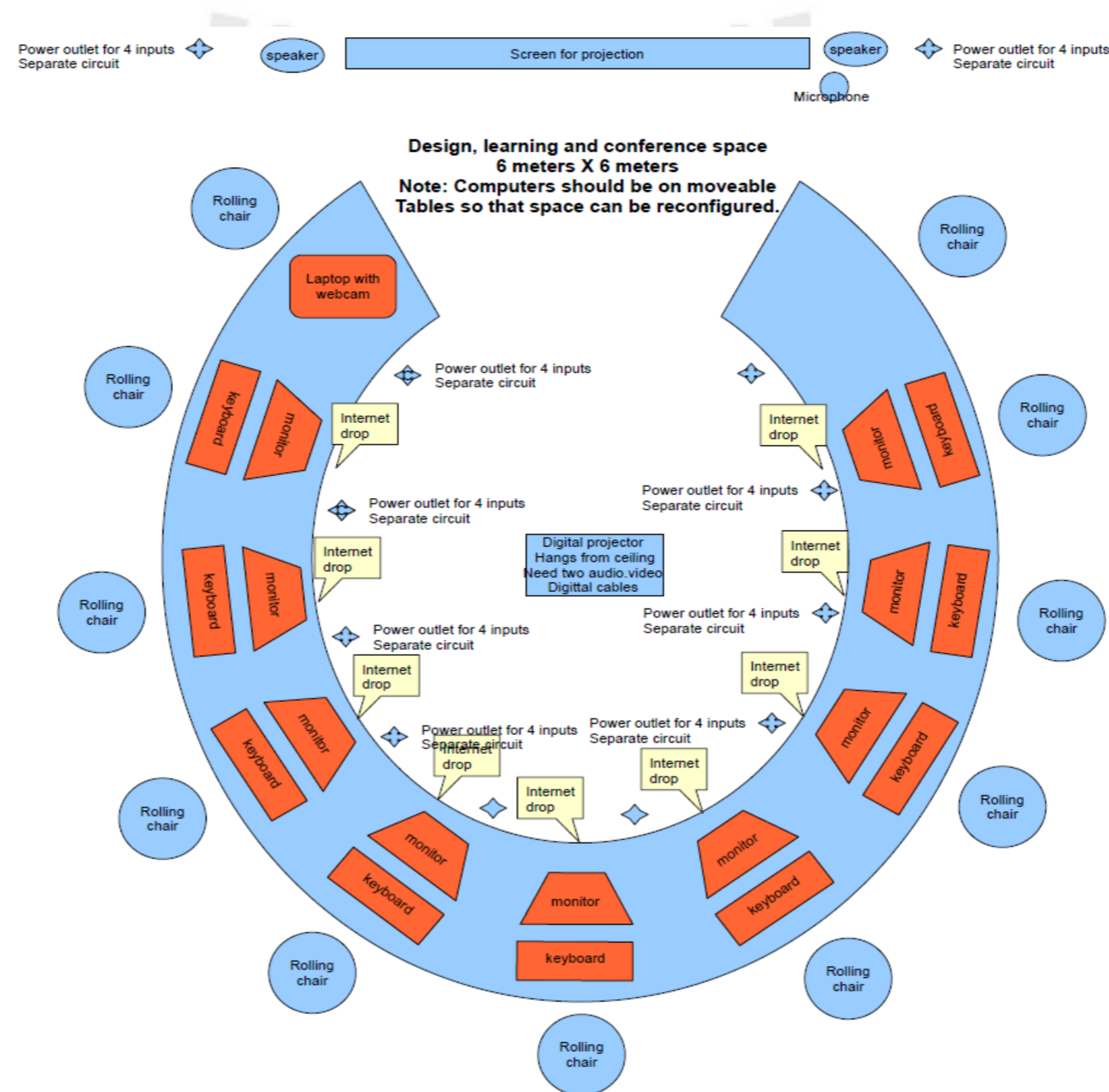


Figura 109. Distribución Sala de conferencias. Fuente. (Fab Foundation, 2019)

**ANEXO N° 02.**

**CÁLCULO DEL COSTO DE MATERIA PRIMA**

Tabla 44.

*Costo de materia prima.*

<b>MATERIA PRIMA</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Cod. Compra</b>	<b>Nombre</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Cantidad (cm3)</b>	<b>Costo por cantidad (\$/cm3)</b>
<b>10</b>	PLABlue	PLA azul 0.75kg carrete 2.85mm Filamento	36.59	365.9	5060.87	0.0072
<b>10</b>	PLAWhite	PLA blanco (escoger color) 0.75kg carrete 2.85mm filamento	36.59	365.9	5060.87	0.0072
<b>10</b>	8525K411	Hoja de garolite de grado Xx 1/32" de espesor, 12" longitud y ancho	3.53	35.3	152.13	0.0232
<b>3</b>	ALLOY_SU PER_TOU GH_BABBI TT	Cojinetes babbitt de grado 3	18.99	56.97	61.46	0.3089
<b>5</b>	LOWMELT INGPOINT 281ALLOY	Lingote de Roto281F	19.99	99.95	12.9032	1.5492
<b>100</b>	S-12647	30 x 40 "275 # almohadillas corrugadas	1.5	150	3687.089 4	0.0004
<b>10</b>	18- 150612	Cera mecanizable azul 1.5 "x 3" x 7 "	8.95	89.5	516.1925	0.0173
<b>5</b>	18- 150612	Cera mecanizable azul 1.5 "x 6" x 12 "			1755.904	0.0142
<b>5</b>	18- 030606	Cera mecanizable azul 3" x 6" x 6"	25.95	129.75	1755.904	0.0148
<b>1</b>	#2050	Plexiglás # 2050 (azul)	224.96	224.96	2359.73	0.0953
<b>1</b>	#2108	Plexiglás #2108 (verde)	224.96	224.96	2359.73	0.0953
<b>1</b>		Plexiglás transparente	121.6	121.6	2359.73	0.0515
<b>1</b>	#7328	Plexiglás #7328 (blanco)	103.68	103.68	589.9343	0.1757

1	# 2037	Plexiglás #2037 (amarillo)	103.68	103.68	589.9343	0.1757
1	#2025	Plexiglás #2025 (negro)	103.68	103.68	589.9343	0.1757
1	#2283	Plexiglás #2283 (rojo)	103.68	103.68	589.9343	0.1757
1	#9093	Plexiglás #9093 (verde fluorescente)	224.96	224.96	4719.474 4	0.0477
1	#9095	Plexiglás #9095 (rojo fluorescente)	224.96	224.96	4719.474 4	0.0477
1	#2119	Plexiglás #2119 (naranja)	224.96	224.96	4719.474 4	0.0477
1	LXAS8305	Midwest poplar Polywood	174.8	174.8	589.9343	0.2963
75	3"x2" Single=16 x20=320/s heet	PCB mecanizable Placa de circuito de un solo lado	0.18	13.5	5.899	0.0305
45	6"x4" Single=8x 10=80/she et	PCB mecanizable Placa de circuito de un solo lado	0.7	31.5	25.1767	0.0278
25	3"x2" Double	PCB mecanizable Placa de circuito lateral doble.	0.32	8	5.899	0.0543
15	6"x4" Double	PCB mecanizable Placa de circuito lateral doble.	1.25	18.75	25.1767	0.0497
<b>Cantidad</b>	<b>Cod. Compra</b>	<b>Nombre</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>Cantidad (cm2)</b>	<b>Costo (\$/cm2)</b>
1	A4108-O-F	Vinilo (Very Denninson) A4 A4108-O-F (amarillo brillante)	56.79	56.79	174193.2	0.0003
1	A4375-O-F	Vinilo A4375-O-F (A4 merlot)	56.25	56.25	174193.2	0.0003
1	A4555-O-F	Vinilo A4555-O-F (azul medio)	56.25	56.25	174193.2	0.0003
1	A4090-O- M	Vinilo (Very Denninson) A4 A4090-O-M (negro)	81.9	81.9	278709.1 2	0.0003
1	A4005-O- M	Vinilo A4005-O-M (verdadero blanco)	81.9	81.9	278709.1 2	0.0003
1	AT75-24	Vinilo R-cinta elección clara	90.4	90.4	557418.2 4	0.0002

Cantidad	Cod. Compra	Nombre	Costo unitario	Costo total	Peso (Kg)	Costo por peso (\$/kg)
10		Cemento de yeso SuperX USG Hydro-Stone	12.75	127.5	6.8039	1.8739
10		Medio de fundición Ultimate Drystone™	13	130	6.8039	1.9107
10	OOMOO 25	OOMOO™ 25	25.47	254.7	1.27	20.0551
5	Mold Max 60	Mold Max™ 60	23.93	119.65	1.03	23.2330
5	Smooth-Cast 305	Plásticos líquidos de la serie <i>Smooth-Cast® 305</i>	25.96	129.8	0.86	30.1860
5	SORTA Clear® 37 - Trial Size	Gomas de la serie SORTA-Clear™	34.72	173.6	0.91	38.1538
2	00682-1001	Dick Blick Studio Gesso no permeable	25.5	51	7600	0.0034



**ANEXO N° 03.****CLASIFICACIÓN DE INSUMOS**

Tabla 45.

*Clasificación de insumos.*

SUMINISTROS				
Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario (\$)	Total (\$)
1	34-152	ER 25 Collet - Pulgadas 1/8 ID	39.9	39.9
1	34-156	ER 25 Collet - Pulgadas 1/4 ID	39.9	39.9
1	34-164	ER 25 Collet - Pulgadas 1/2 ID	39.9	39.9
1	34-168	ER 25 Collet - Pulgadas 5/8 ID	39.9	39.9
2	64-012	1/8" carburo sólido para corte descendente un acanalado super O usada en Plástico, madera, aluminio, superficie sólida.	38.7	77.4
2	65-012	1/8" carburo sólido para corte superior un acanalado super O usada en Plástico, madera, aluminio, superficie sólida.	36.7	73.4
5	52-240	1/8" carburo sólido para corte ascendente de dos acanalados para madera y plástico blando	23.65	118.25

<b>5</b>	57-240	1/8" carburo sólido dos canaletas corte descendente para madera.	23.65	118.25
<b>2</b>	52-280	1/4" carburo sólido dos canaletas para corte ascendente para madera y plástico blando.	26.7	53.4
<b>2</b>	57-287	1/4" carburo sólido dos canaletas para corte descendente para madera	30.75	61.5
<b>1</b>	57-367	1/2" carburo sólido dos canaletas para corte descendente para madera	84	84
<b>2</b>	37-61	1/2" carburo con punta dos canaletas corte superior para acanalado en V o biselar 90° para plasticos, superficies sólidas, compuestos, laminados y material enchapado.	18.75	37.5
<b>1</b>	52-244BL	1/8" carburo sólido dos canaletas corte superior con punta redonda (Largo extendido) para plásticos, superficies sólidas, aluminio y madera.	55.45	55.45
<b>1</b>	52-280BL	1/4" carburo sólido dos canaletas corte superior con punta redonda (largo extendido) para plásticos, superficies sólidas, aluminio y madera.	62.65	62.65
<b>1</b>	52-360BL	1/2" carburo sólido dos canaletas corte superior con punta redonda (largo extendido) para plástico, superficies sólidas, aluminio y madera.	128.8	128.8

<b>2</b>	56-041	1/8" carburo sólido dos canaletas punta en V recta para compuestos, plástico duro y suave y superficies sólidas.	26.25	52.5
<b>2</b>	56-082	1/4" carburo sólido dos canaletas punta en V recta para compuestos, plástico duro y suave y superficies sólidas.	28.9	57.8
<b>1</b>	64-000	1/16" carburo sólido de una canaleta para corte descendente super O canaleta para plástico, madera, aluminio y superficies sólidas.	34.05	34.05
<b>1</b>		Router bit starter kit	195	195
<b>1</b>	ZC-20-32	3.2mm-1/8in SRM Collet	64.99	64.99
<b>10</b>	GT 11550	0.0100" DIA 220M .010	16.43	164.3
<b>25</b>	CU 129974	0.0156" DIA 2FL SE AITiN 1/64	14.94	373.5
<b>10</b>	CU 129985	0.0312" DIA 2FL SE AITiN 1/32	10.1	101
<b>10</b>	CU 130007	0.0625" DIA 2FL SE AITiN 1/16	7.31	73.1
<b>10</b>	CU 130029	0.0938" DIA 2FL SE AITiN 3/32	7.31	73.1
<b>10</b>	CU 130051	0.1250" DIA 2FL SE AITiN 1/8	6.8	68
<b>10</b>	CU 137520	0.1250" DIA 2FL SE XL AITiN 1/8	14.47	144.7
<b>10</b>	CU 132042	0.0156" DIA 2FL BALLNOSE AITiN 1/64	16.74	167.4
<b>10</b>	CU 132053	0.0312" DIA 2FL BALLNOSE AITiN 1/32	10.39	103.9
<b>10</b>	CU 132075	0.0625" DIA 2FL BALLNOSE AITiN 1/16	10	100
<b>10</b>	CU 132097	0.0938" DIA 2FL BALLNOSE AITiN 3/32	10.51	105.1
<b>10</b>	CU 132119	0.1250" DIA 2FL BALLNOSE AITiN 1/8	9.63	96.3
<b>10</b>	CU 138180	0.1250" DIA 2FL SE BALLNOSE XL AITiN 1/8	17.24	172.4

<b>1</b>	DC18RA	Makita DC18RC Optimum 7.2 – 18 V DC de salida de 30 minutos; 220 – 240 V AC Cargador de pared enchufe litio nominal	78.99	78.99
<b>1</b>	CHV1510	Black & Decker CHV1510 Dustbuster Aspiradora manual ciclónica sin cable, 15.6 voltios.	39.99	39.99
<b>5</b>	9970	Cinta para tapete de uso interior doble cara 9970 de 1.88 pulgadas x 36 yardas, 9970	12.45	62.25
<b>3</b>	ICUSB232	StarTech.com - Adaptador de serie RS232 USB industrial con aislamiento de 5 KV y protección ESD de 15 KV	13.68	41.04
<b>3</b>	F2L088-06	Belkin f2l088 – 06 cable de módem DB9 hembra a DB25 Macho	5.99	17.97
<b>1</b>	Logitech C920	Cámara web HD Pro C920 Logitech, visualización panorámica 1080P videollamadas y grabación, Negro	73.32	73.32
<b>1</b>	Logitech P710e	Logitech Movil altavoz de teléfono P710e con calidad empresarial de audio.	141	141
<b>1</b>	AS7739Z-4804	Acer Aspire AS7739Z-4804 17.3" portátil (Negro)	539	539
<b>1</b>	BWCMO363	BW 4.3 " Color TFT Monitor de carro Soporte 480 x 272 Resolución + Retrovisor de coche Sistema de monitor, Mini monitor para automóvil / automóvil	19.52	19.52
<b>1</b>	CTL471	Wacom bamboo Uno Pen Tablet para PC/Mac	42.99	42.99
<b>5</b>	CB35-B3340	Toshiba CB35-B3340 Pantalla Full HD para Chromebook 2 de 13,3 pulgadas	309	1545

5	P-SDX128U1H-GE	PNY SDXC UHS-1 de rendimiento elite 90 mb/seg	49.99	249.95
5	B00U78QKXG	Acer CXI-i34GKM 1.9GHz i3-4030U Negro - Ordenador de sobremesa (i3-4030U, Intel Core i3-4xxx, BGA1168, Smart Cache, 64 bits, D0)	353.99	1769.95
5	B00LLEODCK	SanDisk CZ43 SDCZ43-016G-G46 Ultra Fit Series memoria USB 3.0 de 16 G	27.49	137.45
1	B00J34YO92	Canon – Lentes EOS Rebel T5 Digital SLR + lentes Canon EF-S 18-55 mm f/3.5-5.6 IS + EF 75-300 mm f/4-5.6 III + 2 lentes de 58 mm + lente gran angular + flash automático + kit de filtro UV + tarjeta SDHC de 24 GB + accesorios	579.95	579.95
1	B00D73RWNA	IncrediSonic Pico Projector Vue Series Lumens LED HDMI USB VGA microSD Card WXGA 1280x800 Resolution ...	549.95	549.95
1	Logitech C920	HD Pro-Webcam 1080p	67.99	67.99
1	Sunpak 620-1212DCC	SUNPAK 620 – 1212dcc trípode	11.99	11.99
1	H180X	Optoma H180X - Proyector (3000 lúmenes ANSI, DLP, WXGA (1280x800), 6500h, Manual, 21,8-23,98 mm) Negro	450.17	450.17
1	M1Active 320	Alesis M1 Active 320 USB   Bocinas para computadora de escritorio en estudio de rango completo con acentuación de graves (par)	79.99	79.99

<b>10</b>		Módulo de transceptor inalámbrico NRF905 PTR8000 de transmisión inalámbrica + 433/486/915mhz	8.49	84.9
<b>10</b>		2pcs nrf24l01 + 2.4 GHz Wireless transceptor en espuma de antiestático compatible con Arduino	6.85	68.5
<b>20</b>		DIYmall ESP8266 – 03 cable Serial WiFi Wireless Transceiver Module Enviar Recibir	7.99	159.8
<b>20</b>		jbtek HC-05 inalámbrico Bluetooth Serial transceptor módulo Esclavo y Master RS232 de host para Arduino	8.99	179.8
<b>5</b>		canakit Raspberry Pi 2 completa Starter Kit (9-items)	69.99	349.95
<b>2</b>	WZR-600DHP2D	Enrutador inalámbrico DD-WRT de código abierto DD-WRT de doble banda Gigabit de AirStation N600 de Buffalo-WZR-600DHP2D	99.99	199.98
<b>5</b>	27143	C2G 27143 Cat6 Cable - Snagless Unshielded Ethernet Network Patch Cable, Blue (10 Feet, 3.04 Meters)	3.91	19.55
<b>5</b>	27145	Cables To Go 27145 Cable de conexión Snagless CAT6 550 MHz de 25 pies – Azul	3.86	19.3
<b>5</b>	27166	C2G / Cables to Go - Cat6 Snagless cable de remiendo., Blanco	11.25	56.25
<b>1</b>	MX 922	Canon PIXMA MX922 inalámbrico Inyección de tinta Oficina All-in-One Printer + 1 year Extended Warranty con Ink Bundle Incluye original de Canon PGI-250 Pigment Black XL Ink Tank + Adaptador de salida + Cable de impresora	99.99	99.99

2	B00ATZ9JZI	Canon CLI-251 BK/CMY 4PK (4-Color Pack), Negro, Cian, Magenta, Amarillo, Compatible con MX922, iP8720, iX6820, MG7520, MG6620, MG5620, MG7120, MG6420, MG5520 y MG6320	44.99	89.98
2	B00AH9JVLS	Canon 6432B001 PGI-250 XL Black Ink Cartridge, Negro	22.99	45.98
2	0775B023	Canon Photo Paper Gloss (0775b), Blanco	20.53	41.06
5	54-301	Mohawk – Copiadora Papel Reciclado 100%, 96 Brillo, 28LB 8 – 1/2 X 11, blanco, 500 shts/RM 54 – 301 (DMI RM	11.43	57.15
4	B000GOZXA2	Sharpie Rotuladores permanentes, punta de cincel	5.49	21.96
4	B006LW331E	supernight (TM) 5 m impermeable 5050 SMD 300 LED Strip Light epoxi color blanco	11.55	46.2
5	B000IF51UQ	Belkin Protector de sobrecarga con cable de alimentación 6 salidas Blanco	9.79	48.95
5	B002GHCOUY	Cables To Go Alargue calibre 18 según el sistema de medición AWG, para ahorrar enchufes, con receptor NEMA 5-15 a enchufe NEMA 5-15, color negro. Negro	11.19	55.95
3	B000MWAKVU	Transformador de potencia de voltaje de 100 vatios con interruptor de encendido y apagado de 110 voltios a 220 voltios, 300W, Negro	16.22	48.66
2	B000MX1QXA	Transformador de potencia de voltaje de 100 vatios con interruptor de encendido y apagado de 110 voltios a 220 voltios, 500 W, Negro	30.68	61.36

<b>1</b>	B000MX564U	Transformador de potencia de voltaje de 100 vatios con interruptor de encendido y apagado de 110 voltios a 220 voltios, 1000 W, Negro	66.29	66.29
<b>2</b>	B000MY02LQ	Transformador de potencia de voltaje de 100 vatios con interruptor de encendido y apagado de 110 voltios a 220 voltios, 3000 v, Negro	108.3	216.6
<b>1</b>	PT-18R	Brother P-Touch PT-18R recargables labeling System	105.58	105.58
<b>2</b>	B0013CED4I	Brother 12-Pack Laminated Tape, Negro sobre Amarillo (TZe-FX631) o negro sobre blanco (TZE231 – 12pk), Negro sobre blanco	18.95	37.9
<b>3</b>	B004I2EDA4	Brother P-touch Cinta adhesiva laminada, para imprimir, color negro sobre blanco, de ~3/8 pulgada, estándar, de 26.2 pies. (8 m).	11.01	33.03
<b>3</b>	B004I2EE3K	Cinta azul sobre blanco (TZe243) Brother, en empaque minorista, 3/4 de pulgada, en empaque minorista, Negro sobre blanco	12.28	36.84
<b>3</b>	B004I2MP6I	Cinta adhesiva Brother P-touch, laminada, de 1/4 pulgadas, estándar, color negro sobre blanco, de 26.2 pies. (8 m).	8.71	26.13
<b>1</b>	B000HE8BMS	wen 2290 Compresor De Aire Kit de accesorios, diseño navideño	21.99	21.99
<b>1</b>	Instek GDS-1152A-U	Osciloscopio de almacenamiento digital de 150 MHz, 2 canales, 1 GSa / s en tiempo real, 25 GSa / s de tiempo equivalente	935	935
<b>1</b>	Instek AFG-2125	0.1Hz a 25MHz, generador de funciones arbitrarias con resolución de 1Hz	510	510



<b>1</b>	Instek GPD-3303D	Fuente de alimentación de CC lineal programable de 3 canales, Ch1 / Ch2 (30V / 3A), Ch3 (2.5V / 3.3V / 5V / 3A), 100mV / 10mA, 195W	415	415
<b>1</b>	Luxo 16346WT	Lupa fluorescente T9 con lente de 5 dioptrías, brazo de 45 pulg., Soporte de abrazadera de borde, blanco	165	165
<b>1</b>	Luxo 31640	Lámpara fluorescente de 22W T9 Circline de repuesto para las series LC, KFM e IFM	19	19
<b>1000</b>	311-0.0ERCT-ND	RESISTENCIA 0.0 OHM 1-4W 5% 1206 SMD-	0.00477	4.77
<b>250</b>	311-0.1ANCT-ND	RESISTENCIA .10 OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.17	42.5
<b>100</b>	CSRN2010FKR25OCT-ND	RESISTENCIA .25OHM 1W 1% 2010 SMD	0.3	30
<b>1000</b>	311-1.00FRCT-ND	RESISTENCIA 1.00 OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10
<b>1000</b>	311-4.99FRCT-ND	RESISTENCIA 4.99 OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-10.0FRCT-ND	RESISTENCIA 10.0 OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-49.9FRCT-ND	RESISTENCIA 49.9 OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10

<b>1000</b>	311-100FRCT-ND	RESISTENCIA 100 OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-499FRCT-ND	RESISTENCIA 499 OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10
<b>1000</b>	311-1.00KFRCT-ND	RESISTENCIA 1.00K OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10
<b>1000</b>	311-4.99KFRCT-ND	RESISTENCIA 4.99K OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-10.0KFRCT-ND	RESISTENCIA 10.0K OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-49.9KFRCT-ND	RESISTENCIA 49.9K OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-100KFRCT-ND	RESISTENCIA 100K OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-499KFRCT-ND	RESISTENCIA 499K OHM 1-4W 1% 1206 SMD	0.01	10
<b>1000</b>	311-1.00MFRCT-ND	RESISTENCIA 1.00M OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10
<b>1000</b>	311-4.99MFRCT-ND	RESISTENCIA 4.99M OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10

<b>1000</b>	311-10.0MFRCT-ND	RESISTENCIA 10.0M OHM 1-4W 1% 1206 SMD-	0.01	10
<b>100</b>	490-6999-1-ND	POTENCIOMETRO 10K OHM 0.05W SMD	0.19	19
<b>500</b>	311-1212-1-ND	CAPACITOR CERAMIC 1PF 50V NP0 1206- $\$0.04200$ -	0.05	25
<b>500</b>	311-1150-1-ND	CAPACITOR CERAMIC 10PF 50V NP0 1206- $\$0.03612$ -	0.04	20
<b>500</b>	311-1161-1-ND	CAPACITOR CERAMIC 100PF 50V NP0 1206- $\$0.04200$ -	0.05	25
<b>500</b>	311-1144-1-ND	CAPACITOR 1000PF 1KV CERAMIC X7R 1206- $\$0.15300$ -	0.15	75
<b>500</b>	311-1174-1-ND	CAPACITOR 10000PF 50V CERAMIC X7R 1206 $\$0.03360$ -	0.04	20
<b>500</b>	399-4674-1-ND	CAPACITOR CERAMIC .1UF 250V X7R 1206-	0.12	60
<b>500</b>	445-1423-1-ND	CAPACITOR CER 1UF 50V X7R 10% 1206-	0.07	35
<b>100</b>	587-1352-1-ND	CAPACITOR CER 10UF 35V Y5V 1206-	0.18	18
<b>25</b>	283-2810-ND	CAPACITOR SUPER 1F 5.5V RADIAL	2.72	68
<b>25</b>	PCD2144CT-ND	ESTRANGULADOR 1.2UH 6500MA SMD-	1.99	49.75
<b>25</b>	PCD2152CT-ND	ESTRANGULADOR 10UH 3900MA SMD-	1.99	49.75
<b>25</b>	PCD2164CT-ND	ESTRANGULADOR 100UH 1200MA SMD-	1.99	49.75

<b>25</b>	PCD2176CT-ND	ESTRANGULADOR 1000UH 410MA SMD-	1.99	49.75
<b>250</b>	497-5559-1-ND	DIODO SCHOTTKY 100V SGL SOD-123-	0.17	42.5
<b>250</b>	641-1331-1-ND	DIODO SCHOTTKY 1A 100V MINI-SMA-	0.19	47.5
<b>500</b>	BZT52C3V3-FDICT-ND	DIODO ZENER 500MW 3.3V SOD123-	0.07	35
<b>500</b>	BZT52C4V7-13-FDICT-ND	DIODO ZENER 4.7V 500MW SOD-123-	0.07	35
<b>250</b>	NDS355ANCT-ND	TRANSISTOR N-CH 30V 1.7A 3-SSOT-	0.26	65
<b>250</b>	NDS356APCT-ND	TRANSISTOR P-CH -30V 1.1A 3-SSOT-	0.34	85
<b>50</b>	RFD16N05LSM9ACT-ND	TRANSISTOR N-CH 50V 16A TO-252AA-	1.13	56.5
<b>100</b>	620-1428-1-ND	CONTROLADOR DE MOTOR PUENTE PWM MOTOR DVR FULL 8SOCONTROLADOR DE MOTOR PUENTE	1.57	157
<b>250</b>	LM3480IM3- 3.3/NOPBCT-ND	IC 3.3V100MA LDO VREGULADOR SOT23-	0.32	80
<b>250</b>	LM3480IM3- 5.0/NOPBCT-ND	IC 5.0 100MA LDO VREGULADOR SOT23-	0.32	80
<b>100</b>	ZLDO1117G33DICT-ND	IC REGULADOR LDO 3.3V 1A SOT223-3	0.34	34

<b>100</b>	ZLDO1117G50DICT-ND	IC REGULADOR LDO 5V 1A SOT223-3	0.34	34
<b>50</b>	AD8615AUJZ-REEL7CT-ND	IC OPAMPLIFICADOR GP R-R CMOS LN TSOT23-5	1.74	87
<b>25</b>	LM4861M-ND	IC AMPLIFICADOR AUDIO PWR 1.5W MONO 8SOIC	1.28	32
<b>250</b>	160-1167-1-ND	LED RED CLEAR 1206 SMD-	0.13	32.5
<b>250</b>	160-1169-1-ND	LED GREEN CLEAR 1206 SMD-	0.15	37.5
<b>250</b>	160-1403-1-ND	LED YELLOW ORANGE CLEAR 1206 SMD	0.1	25
<b>250</b>	160-1889-1-ND	LED BLUE CLEAR 1206 REV MT SMD	0.13	32.5
<b>250</b>	160-1737-1-ND	LED WHITE YELLOW 260MCD 1206	0.25	62.5
<b>100</b>	CLV1A-FKB-CJ1M1F1BB7R4S3CT-ND	LED RED/GREEN/BLUE PLCC4 SMD	0.53	53
<b>100</b>	1080-1346-1-ND	LED IR GAA1AS WATER CLEAR SMD	0.36	36
<b>100</b>	365-1481-1-ND	PHOTODARLINGTON NPN CLR PLCC-2	0.34	34
<b>25</b>	67-1781-ND	LCD MODULE 16x2 CHARACTER	7.06	176.5
<b>50</b>	458-1124-ND	SPEAKER 8 OHM .25W 23MM ROUND	0.59	29.5
<b>25</b>	668-1296-ND	MIC COND ANALOG OMNI -38DB	1.18	29.5

<b>25</b>	423-1212-1-ND	MIC MEMS DIGITAL PDM OMNI -22DB	1.31	32.75
<b>25</b>	235-1109-1-ND	THERMISTOR NTC 10K OHM 10% 1206-	2.5	62.5
<b>25</b>	PTS12061.0KCT-ND	TEMPERATURE SENSOR RTD 1.0K OHM 1206	3.2	80
<b>25</b>	620-1021-1-ND	IC SENSOR HALL EFFECT SOT23W	1.39	34.75
<b>25</b>	497-14085-1-ND	ACCELEROMETRO 12LGA	2.55	63.75
<b>100</b>	AD8605ARTZREEL7CT-ND	IC OPAMP SNGL R-R I-O LN SOT23-5	1.35	135
<b>200</b>	ATTINY45V-10SU-ND	IC AVR MICROCONTROLADOR 4K 10MHZ 8SOIC-	1.23	246
<b>100</b>	ATTINY44A-SSU-ND	IC MICROCONTROLADOR AVR 4K FLASH 20MHZ 14SOIC-	1.18	118
<b>50</b>	ATMEGA328P-AU-ND	IC MICROCONTROLADOR 8BIT 32KB FLASH 32TQFP	1.92	96
<b>25</b>	ATMEGA16U2-AU-ND	IC MICROCONTROLADOR 8BIT 16KB FLASH 32TQFP	3.53	88.25
<b>25</b>	ATMEGA16U4-AU-ND	IC MICROCONTROLADOR 8BIT 16KB FLASH 44TQFP	4.63	115.75
<b>50</b>	ATXMEGA8E5-AU-ND	IC MICROCONTROLADOR 8BIT 8KB FLASH 32TQFP	1.93	96.5
<b>50</b>	ATXMEGA16A4U-AU-ND	IC MICROCONTROLADOR 8BIT 16KB FLASH 44TQFP	2.72	136

<b>2</b>	ATATMEL-ICE-BASIC-ND	EMU FOR SAM AND AVR MICROCONTROLADOR BASIC	54.11	108.22
<b>2</b>	ATXMEGAE5-XPLD-ND	XMEGA E5 XPLAINED EVAL KIT	36.36	72.72
<b>25</b>	497-13318-ND	IC MICROCONTROLADOR 32BIT 256KB FLASH 48LQFP	6.42	160.5
<b>5</b>	497-15105-ND	BOARD NUCLEO FOR STM32F303RE	10.7	53.5
<b>5</b>	497-14360-ND	BOARD NUCLEO STM32F4 SERIES	10.33	51.65
<b>25</b>	CY8C4245PVI-482-ND	IC MICROCONTROLADOR 32BIT 32KB FLASH 28SSOP	2.83	70.75
<b>10</b>	428-3344-ND	KIT PSOC 4200 PROGRAMMING	3.99	39.9
<b>5</b>	220-2656-ND	ICE40HX1K-STICK-EVN LOGICA PROGRAMABLE	25.24	126.2
<b>200</b>	XC1109CT-ND	CER RESONATOR 20.00MHZ SMD	0.43	86
<b>200</b>	535-10004-1-ND	RESONATOR CER 8.00 MHZ W/CAP SMD	0.25	50
<b>100</b>	644-1039-1-ND	CRYSTAL 20.000000 MHZ 8PF SMD	0.49	49
<b>25</b>	576-1338-ND	IC ASK TRANSMITTER UHF 8SOIC	3.11	77.75
<b>25</b>	576-1961-5-ND	IC RECEIVER 300-440MHZ 8-SOIC	3.11	77.75
<b>25</b>	MRF49XA-I/ST-ND	IC RF TXRX 433/868/915 16-TSSOP	2.16	54

<b>10</b>	MRF89XAM8A-I/RM-ND	TXRX MODULE 868MHZ ULP SUB GHZ	7.95	79.5
<b>10</b>	MRF24J40MA-I/RM-ND	MODULE RF TXRX PICTAIL PLUS	9.12	91.2
<b>10</b>	450-0104-ND	BLUETOOTH MODULE TIWI-UB2	8.42	84.2
<b>5</b>	296-35512-1-ND	MOD SIMPLELINK WI-FI CC3000	22.68	113.4
<b>50</b>	401-2012-1-ND	INTERRUPTOR SLIDE SPDT 12V 100MA GW-	0.84	42
<b>100</b>	SW262CT-ND	INTERRUPTOR TACT SMD W-GND 160GF	0.74	74
<b>100</b>	469-1004-ND	Iman 1-4"DIA X 1	0.29	29
<b>100</b>	469-1002-ND	Iman 1-2"DIA X 1	0.98	98
<b>10</b>	ED23064-ND	CONN SOCKET 64POS.100 SMT-	7.77	77.7
<b>10</b>	ED2164-ND	CONN HEADER 64POS.100 R-ANGLE	8.95	89.5
<b>10</b>	S1143E-36-ND	CONN HEADER 36POS .100 R-A SMD	3.3	33
<b>100</b>	CP1-023PJCT-ND	CONN PWR JACK DC 0.65X2.75MM SMD-	0.82	82
<b>100</b>	CP-012-ND	CONN DC PWR PLUG 0.7X2.35MM-	0.78	78
<b>50</b>	CP-002AHPJCT-ND	CONN-POWER JACK 2.1MM SMD	1.47	73.5
<b>100</b>	CP-2501SP-ND	CONN PLUG STEREO 2.5MM W-COVER	0.83	83



<b>100</b>	CP1-2533SJCT-ND	CONN JACK STEREO 3PIN 2.5MM SMD-	0.88	88
<b>50</b>	CP-1453-ND	CONN RCA PLUG W-STRAIN REL BLK	1.41	70.5
<b>50</b>	CP-1459-1-ND	CONN RCA JACK METAL R/A BLK SMD	1.12	56
<b>10</b>	SC1323-ND	CONN JACK PHONO 2POS SHIELDED-	3	30
<b>1</b>	AE10M-300-ND	CABLE 10 COND 300' MULTI RIBBON	125.45	125.45
<b>100</b>	ED1514-ND	TERMINAL BLOCK 3.5MM 2POS PCB-	0.46	46
<b>100</b>	ED1515-ND	TERMINAL BLOCK 3.5MM 3POS PCB-	0.67	67
<b>5</b>	923655-08-ND	8-PN GOLD SMD TEST CLIP-	15.65	78.25
<b>5</b>	A116B-4-ND	Encendido de calor 1-16 IN X 4FT BLACK	0.76	3.8
<b>5</b>	A018B-4-ND	Encendido de calor 1-8 IN X 4FT BLACK	0.86	4.3
<b>5</b>	A014B-4-ND	Encendido de calor 1-4 IN X 4FT BLACK	1.32	6.6
<b>5</b>	A038B-4-ND	Encendido de calor 3-8 IN X 4FT BLACK	1.46	7.3
<b>5</b>	A012B-4-ND	Encendido de calor 1-2 IN X 4FT BLACK	1.66	8.3
<b>4</b>	KE1409-ND	SOLDADURA NO LIMPIA .020 "X 1 libra-	74.33	297.32
<b>1</b>	K416-ND	VENTILADOR DE VENTILADOR DE VAPOR BANCO 115V-	101.2	101.2
<b>10</b>	EB1088-ND	VENTILADOR DE VENTILADOR DE VAPOR BANCO 115V-	4.63	46.3
<b>20</b>	ETU-ND	CONSEJO DE REEMPLAZO SINGLE FLAT.015 "-	5.12	102.4
<b>10</b>	TC205-ND	REEMPLAZO DE ESPONJA	1.1	11

<b>20</b>	EROP7SA-ND	TWEEZER CURVED PRECISION TIP-	3.5	70
<b>5</b>	PA70057-ND	WIRE STRIPPER DATASHARK 30-20AWG-	10.91	54.55
<b>5</b>	MS54-ND	PLIER DIAGONAL CUTTING-	16.8	84
<b>5</b>	L4V-ND	PLIER SUBMINIATURE LONG NOSE-	16.1	80.5
<b>10</b>	243-1021-ND	MAGNIFIER EYE LOUPE 10X 1" LENS-	2.16	21.6
<b>4</b>	201PV-ND	PANAVISE JR. UNIVERSAL VISE-	27.99	111.96
<b>2</b>	XP600-ND	SCREWDRIVER PRECISION SET 6 PC	25.7	51.4
<b>100</b>	BS6I-MC-ND	9V BATTERY SNAP WITH 2PC MOLDED-	0.52	52
<b>50</b>	BH9V-W-ND	HOLDER BATTERY 9V WIRE LEADS-	1.27	63.5
<b>100</b>	55K-ND	CLIP BATTERY AAA-N CELL SMT	0.28	28
<b>2</b>	<b>705-1030-ND</b>	<b>DMM COMPACT AUTO</b>	<b>61.95</b>	<b>123.9</b>
<b>25</b>	768-1007-1-ND	IC USB TO SERIAL UART 28-SSOP-	4.05	101.25
<b>3</b>	768-1028-ND	CABLE USB TO TTL SERIAL CONV	20	60
<b>3</b>	768-1015-ND	CABLE USB - SERIAL TTL CONVERTER-	20	60
<b>100</b>	670-2674-1-ND	RCPT MICRO USB 2.0 B SMT H/D	0.62	62
<b>100</b>	H2961CT-ND	CONN RECEPT MINI USB2.0 5POS	0.74	74
<b>100</b>	649-71600-104LF	Quickie IDC Connectors 2X2P SNGL BM RCPL 30 microi	0.48	48

<b>100</b>	649-71600-006LF	Quickie IDC Connectors 2X3P SNGL BM RCPL 30 microinc	0.6	60
<b>100</b>	649-71600-010LF	Quickie IDC Connectors 2X5P SNGL BM RCPL 30 microin	0.84	84
<b>100</b>	649-95278-101A04LF	Bergstik Headers 2X2P UNSHRD HDR 30 microinch gold	0.65	65
<b>200</b>	649-95278-101A06LF	Bergstik Headers 2X3P UNSHRD HDR 30 microinch gold	0.72	144
<b>100</b>	649-95278-101A10LF	Bergstik Headers 2X5P UNSHRD HDR 30 microinch	0.84	84
<b>5</b>	950-WIZ820IO	Ethernet Modules W5200 & MAG JACK ioPLATFORM MODULE	22.39	111.95
<b>10</b>	139492	SENSOR, ULTRASONIC,40KHZ, TRAN1, REC1,112db/67	7.19	71.9
<b>25</b>	1956784	TRANSDUCER, PIEZO,30VAC,75dB, LEADS,0.5- 20Hz, SINGLE TONE	2.95	73.75
<b>50</b>	1810099	MOTOR, DC,12VDC,8600RPM,63mA, SHAFT: Dia.0.08 ,0.	2.49	124.5
<b>10</b>	232047	DC MOTOR, 12VDC, 8750MA	4.49	44.9
<b>10</b>	2138812	MOTOR, STEP,7VDC/350Ma, 7.5 STEP ANGLE,680 g-cm	7.95	79.5
<b>10</b>	253471	MOTOR, DC, GEAR,12V,50/1,120RPM, 1100G-CM,74MA	13.45	134.5
<b>10</b>	2120479	MOTOR, STEPPER, BIPOLAR,4VDC/1A 3600 GR-CM,1.8 STEP ANGLE	17.95	179.5
<b>10</b>	238538	MOTOR, STEP,12VDC/.4A, 3200 GM-CM	19.95	199.5
<b>10</b>	11422	CABLE ASSEMBLY, RG174, BNC TO MICROHOOK/JAME	3.95	39.5
<b>10</b>	11464	CABLE ASSEMBLY, RG174, BNC TO MINIHOOKE/JAMECO	3.95	39.5

<b>10</b>	11440	PLUG, BNC/BANANA/JAMECO VALUEPRO	4.49	44.9
<b>5</b>	26690	TOOL, THIRD HAND/VARIOUS 3RD HAND	6.95	34.75
<b>10</b>	HK-5320	Ultra-Micro Digital Servo 1.7g/0.05sec/0.075kg	3.77	37.7
<b>10</b>	HK15178	Analog Servo 10g/1.4kg/0.09s	1.95	19.5
<b>10</b>	HKSCM9-5	Single Chip Digital Servo (5V) 10g/1.4kg/0.09s	2.99	29.9
<b>10</b>	HK15138	Standard Analog Servo 38g/4.3kg/0.17s	3.12	31.2
<b>10</b>	HKSCM16-6	Single Chip Digital Servo (6V) 16g/2.5kg/0.13s	3.64	36.4
<b>10</b>	939MG	Metal Gear Servo 2.5kg/12.5g/0.14sec	4.37	43.7
<b>5</b>	3A-161WU09	Fuente de alimentación universal de 9V 1.70A AC-DC	7.5	37.5
<b>5</b>	3A-161WU12	Fuente de alimentación universal 12V 1.25A AC-DC	7.5	37.5
<b>5</b>	HTS-50FE-24	2.2A, fuente de alimentación de salida única de 24V	15.99	79.95
<b>5</b>	PS1-25W-48	Fuente de alimentación de 48 voltios - Salida única de 0.57 amp.	14.95	74.75
<b>10</b>	2388A57	Regla de bolsillo de acero inoxidable Semiflexible, Pulgada a 64ths	2.54	25.4
<b>3</b>	19175A47	Regla de cinta Stanley Leverlock en pulgadas / métrica, 26 ' / 8M Blade	15.31	45.93
<b>3</b>	2151A65	Nivel de Aluminio Compacto Estándar 9 "Longitud con Non	8.51	25.53
<b>20</b>	35545A71	Cuchilla de corte con cuchilla de corte automático Breakaway con cuchilla con tres	3.17	63.4
<b>2</b>	1865T35	Taza de plástico de polipropileno, 37288 oz, 2-3 / 8 "Top OD X	7.87	15.74

1	77985T54	Agitador de pintura de madera de 6 "de longitud, paquetes de 500	14.45	14.45
2	52555T1	Guantes desechables de nitrilo sin polvo, 5 mil de espesor, 9-	14.45	28.9
10	17805T81	Bandeja de pesaje de aluminio desechable, lados lisos, 2-7 / 81 "0 Diametros	10.57	105.7
2	9060K53	Papel de aluminio templado suave .001 "Grueso, 12" Ancho, 250	30.6	61.2
5	7134K21	Lengüeta superior de nailon reutilizable, 6 "L, 1-1 / 2"	6.65	33.25
5	7134K42	Lengüeta superior para sujetacable reutilizable, 15-5 / 16 "L, 4"	6.92	34.6
10	5820A17	Juego de destornilladores plegables de 6 piezas	7.3	73
2	8551A31	Juego de 10 piezas ranurado Phillips No. 1 Phillips Screwdriver—6 3/4" O'all Lg. No. 2 Phillips Screwdriver—3 1/2" O'all Lg. No. 2 Phillips Screwdriver—8 1/4" O'all Lg. No. 3 Phillips Screwdriver—10 3/4" O'all Lg. 1/8" Slotted Screwdriver—4 3/4" O'all Lg. 3/16" Slotted Screwdriver—9 3/4" O'all Lg. 1/4" Slotted Screwdriver—3 1/2" O'all Lg. 1/4" Slotted Screwdriver—8 1/4" O'all Lg. 5/16" Slotted Screwdriver—10 3/4" O'all Lg. 3/8" Slotted Screwdriver—13 1/4" O'all Lg.	51.35	102.7
5	54405A55	Juego de llaves hexagonales plegables naranjas de alta visibilidad, 9 unidades, tamaños 0.050", 1/16", 5/64", 3/32", 7/64", 1/8", 9/64", 5/32", 3/16"	5.23	26.15

5	54405A56	Juego de llaves hexagonales plegables naranjas de alta visibilidad, 9 unidades, tamaños 5/64", 3/32", 7/64", 1/8", 9/64", 5/32", 3/16", 7/32", 1/4"	6.71	33.55
1	5813A21	3/8" 7/16" 1/2" 9/16" 5/8" Llave Combinada Premium de Alta Visibilidad, (11 Piezas) tamaños 3/8", 7/16", 1/2", 9/16", 5/8", 11/16", 3/4", 13/16", 7/8", 15/16", 1"	174.6	174.6
3	8174A42	Juego de limas económicas de 12 piezas, 5-1 / 2 "de largo, corte No	18	54
2	5874A7	Martillo de cabeza de acero forjado de 13 "con mango de nogal	8.95	17.9
1	5878A8	Martillo de goma blanco, Mango de Madera Dura, Peso Total: 4 lb, Diámetro de la Cara de 3-1 / 8 "	38.9	38.9
1	7578A11	Pistola de pegamento sin cuerda	22.72	22.72
5	5503A36	Punta L de bola Llave hexagonal de 1.5 mm, 3-5 / 64 "longitud de la hoja	0.77	3.85
2	92605A097	Tornillo de presión métrico 18-8 SS de punta plana M3	2.73	5.46
5	54845T42	Suministros de primeros auxilios Alcohol isopropílico 0.7 USP, 16 onzas	2.39	11.95
2	7588K71	Cable magnético 30 AWG, cobre, carrete de 3000 'de longitud	27.96	55.92

1	8320K11	Alambre de nitinol con memoria de forma .004 "de diámetro, 30 ' Bobina	37.26	37.26
1	6968T61	Tapete antideslizante de caucho para superficies texturadas, 36 "An.	23.58	23.58
8	5039A52	Abrazadera de barra de agarre rápido 12 "de apertura máxima, 150	19.3	154.4
50	56355K33	Manguera de ducto transparente económica 4 "ID Cantidad específica la longitud en pies	3.04	152
3	5518K13	Conector de manguera de conducto para manguera de conducto de 4 "	16.38	49.14
1	5076K25	Abrazadera de manguera con tornillo sin fin para manguera de ducto de 4 "(10 pk)	14.19	14.19
1	6430T16	Extintor de incendios químicos secos clase ABC 3-A: 40-B: C	52.08	52.08
10	52755T9	Gafas panorámicas de seguridad con protector lateral con ventilación transparente	4.81	48.1
2	54725T34	Plug desechables de espuma (con cable) (100 pk)	29.05	58.1
3	54375T11	Orejas de protección auditiva de tres posiciones	7.8	23.4
4	9832T62	Guante de trabajo de algodón recubierto de palma de nitrilo	4.05	16.2
2	9738T81	Delantal de polietileno desechable liso, 28 "de ancho x 46" de largo, 1.50 milésimas de espesor, blanco	9.66	19.32
2	5450T42	Máscara de respirador desechable N95 filtro, nariz de aluminio, sello interno de espuma	20.95	41.9

1	2788A31	Juego de brocas HSS Jobbers para uso general, óxido negro, 50 u., 1 - 5.9 mm x 0.1 mm, punto de 118 grados	96.15	96.15
2	3226K51	Ollas de fusión de alta temperatura	24	48
3	56025T2	Guante de protección contra el calor de algodón recubierto de nitrilo 400	13.68	41.04
2	5499A12	Tenazas	18.86	37.72
3	6802K22	Cinta selladora de roscas de tubería de grado militar Premium, 43'L X 1/4 "W, .0032" Thk, 1.2 G / CC Gravedad	3.11	9.33
3	7612A25	Cinta para ductos conforme, 1/2 "An. X 60 yardas de largo	9.34	28.02
3	7648A711	Cinta hecha con Kapton® Polyimide High Temperature, 1/4 "W, 5 yardas, .0025" Thk	4.34	13.02
1	SO-Strong® 9-Pack Color Sampler	Tintes de color.	28.25	28.25
1	44911-0100	cordón de algodón trenzado de diamante 100 pies	7.99	7.99
1	43101-1005	Ajustador de cordón con una hoja de acero.	19.95	19.95
4	43215-2007	ACRILICO SCRN FBR TINTA / BLK CUARTO	22.39	89.56
2	43215-5517	ACRILICO SCRN FBR TINTA / PROCESO CYAN CUARTO	22.39	44.78
4	43215-1007	ACRILICO SCRN FBR TINTA / WHT CUARTO	22.39	89.56
2	43215-4407	ACRILICO SCRN FBR TINTA / PROCESO AMARILLO CUARTO	22.39	44.78
2	43215-3007	ACRILICO SCRN FBR TINTA / MAGENTA CUARTO	22.39	44.78
3	43405-1109	TELA DE POLIÉSTER MONOFIL / SIN 110	12.79	38.37



2	43429-1012	SCRNPT 110 MONO FRAM / 8X10X1 WHT CORDED,	17.49	34.98
2	43429-1004	SCRNPT 110 MONO FRAM / 10X14X1 WHT CORDED	19.92	39.84
2	37204-1006	Enjugador, Estándar 6 "	7.17	14.34
2	37204-1010	Enjugador, Estándar 10"	12.99	25.98
10		IL020, 100% lino, 57 pulgadas, por yarda	10.39	103.9
2		EL lino 15 pulgadas yute natural en rollo 100 yardas, natural	50.9	<b>101.8</b>
3		Wiss 28N Tijeras / Tijeras Industriales	<b>26.32</b>	78.96
2		TELA DE LIBERACIÓN 60 pulgadas x 2 yardas	32.75	65.5
1		Revestimiento de pared Warner 250 Tool Perforador	<b>31.62</b>	31.62
3		Morning Glory Great Glory III Full Extra Loft Batting, 81 pulgadas por 96 pulgadas	12.16	36.48
3		Mann Release Technologies Ease Release 200 14 fl.	10.44	31.32
3		Johnson Wax 16 Oz madera fina Paste Wax 203	<b>7.99</b>	23.97
5		Pegamento original del gorila 8oz	12.99	64.95
2		Miembros de Mark Clear Plastic Cups - Copas de 100 / 16oz	<b>12.39</b>	24.78
2		Todos los 4 contenedores con tapas 32 oz (24)	12.99	25.98
2		Bastones de artesanía de madera natural de Chenille Kraft, tamaño jumbo, 6 x 3/4, madera, madera natural, 500 / caja (3776-01)	<b>7.27</b>	14.54
2		Perfect Stix 9 "paleta de madera paleta agitadora longitud palos (paquete de 100)	13.25	26.5

<b>2</b>		Esparcidoras de plástico Mountain 4526 de 4 pulgadas, 100 / caja	<b>28.39</b>	56.78
<b>5</b>		Guante de nitrilo Ansell TNT azul 92-575, resistente a químicos, pulverizado, desechable, brazalete moldeado enrollado, longitud de 9.5 ", 5 mils de espesor, grande (paquete de 100)	7.95	39.75
<b>1</b>		Juego de abrazaderas de barra Jorgensen 93700	<b>293.82</b>	293.82
<b>3</b>		Cinta de masilla 3M Scotch-Seal	11.72	35.16
<b>1</b>		Bomba de vacío neumática (si tiene acceso a aire comprimido)	26.03	26.03
<b>1</b>		Kit de purga de freno y bomba de vacío (si no tiene acceso a aire comprimido)	29.99	29.99
<b>10</b>		FOAMULAR 250 2 pulg. X 48 pulg. X 8 pies. R-10 Aislamiento de borde cuadrado ranurado Revestimiento FUENTE LOCAL POR FAVOR	33.92	339.2
<b>25</b>		Película de liberación a baja temperatura, sin perforar (yds)	2.7	67.5
<b>60</b>		1/4 "PP válvulas de retención estándar, 64048	0.67	40.2
<b>50</b>		Tubería de PVC /// 5233K65	0.75	37.5
<b>1</b>		Latón Empuje en la manguera Montaje 5 paquetes /// 91465K92	8.21	8.21
<b>2</b>		medios abrasivos	88.1	176.2
<b>25</b>	504829	Cinta permanente de doble cara Scotch modelo 137 con Dispensador	3.49	87.25
<b>2</b>	462104	Cinta de espuma de doble cara de polietileno, 1 "x 36 m., 2 /	57.99	115.98

5	617688	Copas frías de plástico translúcido, modelo RK5, 5 oz, 100 / paquete	2.99	14.95
5	563562	Tazas de fiesta de plástico TP10 solo, 10 oz 50/paquete	6.79	33.95
5	783575	Copas para fiesta de plástico solo modelo TP16, 16 oz 50/ paquete	5.79	28.95
10	538868	Paños de uso general Kimberly-Clark modelo 5320, 9 "x 10 1/2", 125	3.79	37.9
10	807727	Limpiador multiusos sostenible de la Tierra, 32 oz.	3.99	39.9
3	F11601M	Escoba en ángulo O'Dell	9.99	29.97
3	721698	Cacerola plástica del polvo	5.99	17.97
3	487547	Bolígrafos uni-ball Vision Elite Rollerball, Micro Point, Azul / B	28.59	85.77
5	229690	13023/13403 Tijeras económicas Acme de 8 ", mango doblado, 3	7.99	39.95
1	818674	Recortador de papel de plástico de alta resistencia X-Acto® 12 ", 10 hojas	49.29	49.29
5	514742	Lápices mecánicos para grapas modelo 11454-CC, 7 mm, negro	2.98	14.9
5	399782	Modelo L50BP3HB-K6 Pentel Super Hi-Polymer Leader minas 0.5 mm	6.04	30.2
5	264291	Borrador con empuñadura Pentel Clic modelo ZE21BP3-K6, 3 / paquete	3.89	19.45
3	163451	Almohadillas para raspar con pegamento superior modelo 11299, 5 "x 8", W	17.29	51.87
5	609009	Cinta transparente modelo 4184 / Scotch con pantalla recargable	13.29	66.45
5	452605	Modelo 07364 / Duck HP260 cinta de embalaje transparente como el cristal	8.49	42.45

<b>8</b>	WES.T6_black	Barra de potencia universal	30	240
<b>8</b>	WE-109C-6ft	Cable de alimentación	9	72
<b>24</b>		24 adaptadores de enchufe universales	4	96
<b>TOTAL \$</b>				32585.06

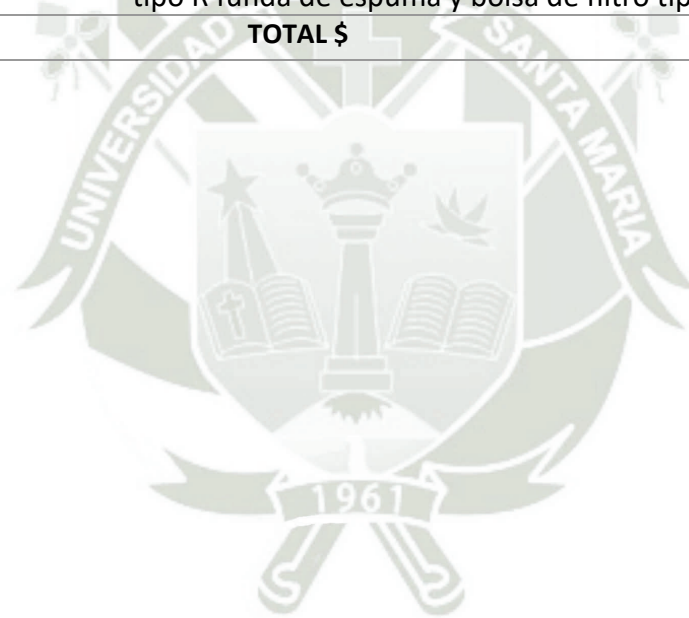
### CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE REPUESTO

Tabla 46.

Repuestos.

REPUESTOS				
Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario (\$)	Total (\$)
<b>1</b>	JWBS-10OS	Jet 10" banda para sierra con soporte	374.99	374.99
<b>1</b>	B001FDOJCQ	10 unidad/paquete (LR44) baterías de celda para el calibrador	1.21	1.21
<b>4</b>	41865A12	Hoja de sierra de desplazamiento Corte normal; .250 "Ancho, .028" thk, 20	5.89	23.56
<b>4</b>	6917A23	Desplazar hoja de sierra Corte rápido Saltar diente, .029 "W,	5	20
<b>4</b>	41865A16	Hoja de sierra de desplazamiento Corte rápido Saltar diente, .100 "An.	6.11	24.44
<b>1</b>	3025K21	Aceite de máquina 5W	17.29	17.29
<b>1</b>		Bomba de vacío neumática (si tiene acceso a aire comprimido)	26.03	26.03
<b>1</b>		Kit de purga de freno y bomba de vacío (si no tiene acceso a aire comprimido)	29.99	29.99
<b>5</b>		Roland 45 Degree Plotter Blades, 5 pack	32.5	162.5
<b>1</b>	752759	Pilas alcalinas duracell de 9 voltios, 72 / paquete	287.99	287.99
<b>1</b>	751595	Pilas alcalinas duracell AA, 144 / paquete	114.99	114.99
<b>1</b>	751596	Pilas alcalinas Duracell AAA, 144 / paquete	129.99	129.99

1	74887544100	Zeiss, toallitas de limpieza pre humedecidas para lentes, 4 fundas (400 unidades)	25.99	25.99
1	7074T62	Swab Cotton-Low Lint Tip, .141 "Diam X .44" L Tip,	2.26	2.26
1	Spareparts	Partes (2 espátulas, 2x tubos de teflón, aislador de extremo caliente, tira LED, crema caliente, paquete de ventiladores	432.75	432.75
1	9633400	Shop-Vac 9633400 6.5-Peak HP Ultra Pro-Series 12 galones de vacío húmedo o seco con soplador desmontable con almacenamiento de herramientas, utiliza filtro de cartucho tipo U tipo R funda de espuma y bolsa de filtro tipo F	127	127
<b>TOTAL \$</b>				1212.98



## CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE EMBALAJE

Tabla 47.

*Materiales de embalaje.*

EMBALAJE				
Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario (\$)	Total (\$)
2		Reynolds 910M 2000 'Longitud x 12 "Ancho, Película de envoltura de alimentos de PVC de la línea Metro	19.88	39.76
2		Envoltura elástica de la marca Duck, 20 pulgadas de ancho x 1000 pies de largo, rollo simple (970700)	19.97	39.94
2		50 PACK Bolsas de almacenamiento al vacío Space Saver Jumbo Tamaño 51 "X40"	102.95	205.9
1		BOLSAS DE BASURA NEGRA (BASURA) PARA USO INDUSTRIAL PESADO, 60 GALONES XXX PESADO, NEGRO 2.1 MIL - 4 MIL DE POTENCIA, 100 / CAJA	53.99	53.99
100	16-1032-ND	BOLSA ANTIESTATICA SHLD 3"X5" METAL-IN ZIP-	0.1	10
100	16-1034-ND	BOLSA ANTIESTATICA ESD SHLD 5"X8" METAL-IN ZIP-	0.19	19
200	16-1036-ND	BOLSA ANTIESTATICA ESD SHLD 8"X10" METAL-IN ZIP-	0.33	66
1	12660-ND	espuma ALTA densidad X-INK 1/4" 24X35	62.67	62.67
30		Película de embolsado de polietileno (yds)	1.65	49.5
TOTAL \$				546.76

## ANEXO N° 04.

## CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO.

Tabla 48.

*Consumo eléctrico.*

Máquina	Tipo	Amperaje (I)	Voltaje (V)	Potencia activa (Watts)	KW/h	Horas mensuales aprox.	Costo Kw/h (H no punta)	Costo mensual	Costo anual
<b>Epilog 24 mini</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	160	0.1974	11.37024	136.44288
<b>Roland CAMM-1 GS-24</b>	Monofásico	1.7	240	300	0.3	160	0.1974	9.4752	113.7024
<b>ShopBot</b>	Monofásico	2	240	480	0.48	160	0.1974	15.16032	181.92384
<b>Roland monoFab SRM-20</b>	Monofásico	2.5	240	55	0.055	160	0.1974	1.73712	20.84544
<b>Ultimaker 2</b>	Monofásico	1.4	240	221	0.221	160	0.1974	6.980064	83.760768

<b>XYZprinting DaVinci 1.0</b>	Monofásico	1	240	200	0.2	160	0.1974	6.3168	75.8016
<b>Scanner Sense 3D</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Sierra DEWALT DW788</b>	Monofásico	1.3	240	312	0.312	40	0.1974	2.463552	29.562624
<b>Taladro Makita LXFD01CW</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Dremel 3000</b>	Monofásico	1.2	240	288	0.288	40	0.1974	2.274048	27.288576
<b>Estación de soldadura</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Calibre digital</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Microscopio digital</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Osciloscopio</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072



<b>Balanza digital</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Etiquetadora</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Sellador de bolsas</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Pistola de calor Weller 6966C</b>	Monofásico	1.5	240	250	0.25	40	0.1974	1.974	23.688
<b>Horno de convección cuisinart</b>	Monofásico	1.5	240	1800	1.8	40	0.1974	14.2128	170.5536
<b>Horno de alta temperatura 31605k55</b>	Monofásico	16	240	1920	1.92	40	0.1974	15.16032	181.92384
<b>Aspiradora CHV1510</b>	Monofásico	1.5	240	360	0.36	40	0.1974	2.84256	34.11072
<b>Soplador 9633400</b>	Monofásico	12	240	2880	2.88	40	0.1974	22.74048	272.88576

<b>Compresor de aire dxcmpa1982054</b>	Monofásico	15	240	3600	3.6	40	0.1974	28.4256	341.1072
<b>TOTAL</b>						1640 H-M	<b>S/. 166.716144</b>		<b>S/. 2000.6</b>

