



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

**DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE  
PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CARLOS OSMUNDO SÁNCHEZ VELÁSQUEZ**

**Asesora: Ingeniera Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano**

**Guatemala, febrero de 2004**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE  
PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS OSMUNDO SÁNCHEZ VELÁSQUEZ

ASESORADO POR INGENIERA NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA  
DE SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2004

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR:	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2001.

Atentamente,

**CARLOS OSMUNDO SÁNCHEZ VELÁSQUEZ**



FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Angel Roberto Sic García  
Coordinador Unidad de Prácticas de  
Ingeniería y E.P.S.  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente

Respetable ingeniero Sic:

Por medio de la presente informo a usted, que como asesora y supervisora de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Osmundo Sánchez Velásquez**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, el cual encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico a dependencias de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final, beneficiarán a la sociedad en general.

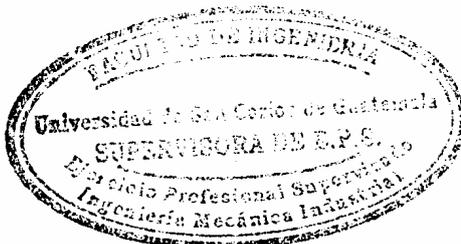
En tal virtud, lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
MAF. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Ingeniera Industrial  
Asesora-supervisora de E.P.S.  
Área de Ingeniería Mecánica-Industrial





FACULTAD DE INGENIERIA

Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas  
Directora de la Escuela  
de Ingeniería Mecánica-Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente

Respetable Ingeniera Veliz:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: **DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**. Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario **Carlos Osmundo Sánchez Velásquez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Ingeniera Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

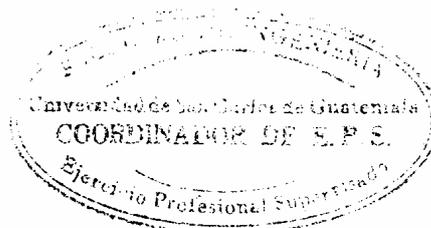
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la asesora-supervisora, esta Coordinación también aprueba su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
COORDINADOR DE E.P.S.



Adjunto informe final



Como Catedrática Revisora del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Osmundo Sánchez Velásquez**, luego de conocer el dictamen del Asesor de Trabajo de Graduación, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Inga **Marcia Ivonne Veliz Vargas**  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala febrero de 2004.

/mgp



La Directora de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Osmundo Sánchez Velásquez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
**Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas**  
**DIRECTORA**  
**Escuela Mecánica Industrial**

Guatemala, febrero de 2004.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

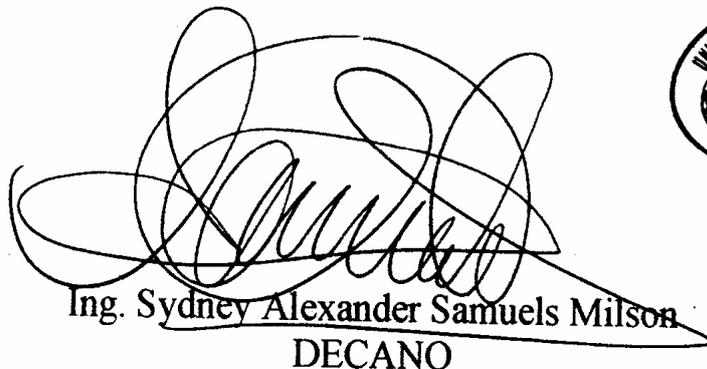


FACULTAD DE INGENIERIA  
DECANATO

Ref. DTG-056-2004

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte de la Directora de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO, FABRICACIÓN Y PROMOCIÓN EN EL TALLER DE PROTOTIPOS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario, **Carlos Osmundo Sánchez Velásquez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
DECANO



Guatemala, febrero 23 de 2004.

/lmcb.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL TALLER DE PROTOTIPOS</b>	
1.1 Reseña histórica.....	1
1.2 Ubicación geográfica.....	2
1.3 Distribución de ambientes.....	3
1.4 Actividad a la que se dedica .....	5
1.5 Estructura de la organización.....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Diseño de prototipos.....	9
2.1.1 Documentación bibliográfica.....	9
2.1.2 El croquis a pulso para bosquejar ideas.....	10
2.1.3 El dibujo con instrumentos.....	12
2.1.4 La administración de proyectos de investigación y desarrollo.....	18
2.1.4.1 La técnica PERT-CPM y el diagrama de Gantt.....	19

2.2	Fabricación	27
2.2.1	Diagrama de operaciones, de flujo y diagrama de recorrido.....	28
2.2.2	Planificación de la producción.....	31
2.2.3	Análisis de costos.....	32
2.3	El programa promocional.....	35
2.3.1	Uso de catálogos.....	35
2.3.2	Demostraciones personales.....	36
2.3.3	Afiches.....	36
2.4	Investigación de mercado.....	37
2.4.1	Segmentación del mercado.....	38
2.4.2	Cálculo del tamaño de la muestra.....	39
2.5	Estudio financiero.....	40
2.5.1	El punto de equilibrio.....	41
2.5.2	Rentabilidad sobre los ingresos y sobre la inversión..	41
2.5.3	Tasa interna de retorno.....	42
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
3.1	Edificación.....	43
3.2	Mobiliario y equipo.....	48
3.2.1	Área de dibujo.....	48
3.2.2	Laboratorio.....	49
3.2.3	Taller de metal y maderas.....	50
3.2.4	Bodega.....	61
3.3	Generación de ideas.....	62
3.3.1	Productos actuales.....	62
3.4	Administración de proyectos de investigación y desarrollo.....	66
3.5	Planificación de la producción de equipo docente.....	66
3.6	Promoción del equipo elaborado.....	68

#### **4. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

4.1	El proceso creativo.....	69
4.1.1	Planificación y control de proyectos de equipo para experimentación.....	69
4.1.2	Documentación bibliográfica en física.....	76
4.1.3	Aplicación de la tormenta de ideas (Brainstorm).....	76
4.1.4	Aplicación de croquis a pulso para bosquejar ideas...	78
4.1.5	Dibujo con instrumentos.....	81
4.1.5.1	Acotación.....	82
4.1.5.1.1	Reglas de acotación.....	82
4.1.5.1.2	Líneas indicadoras.....	83
4.1.5.1.3	Notas.....	84
4.1.5.1.4	Acotación de piezas formadas..	84
4.1.5.1.5	Diámetros y radios.....	85
4.1.5.2	Proyección isométrica y ortográfica.....	86
4.1.5.3	Dibujo de trabajo.....	87
4.1.5.3.1	Dibujo de montaje y de detalle.	88

#### **5. PROPUESTA PARA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

5.1	Los productos.....	91
5.2	Materiales.....	92
5.3	Diagramas de procesos.....	99
5.3.1	Diagramas de operaciones.....	99
5.3.2	Diagramas de flujo.....	107
5.3.3	Diagramas de recorrido.....	115
5.4	Jornada laboral.....	123

5.5	Análisis de costos.....	123
5.6	Planificación de la producción.....	125
5.6.1	Programación básica.....	125
5.6.2	Programación final.....	127
5.6.3	Orden de trabajo.....	128
5.7	Proyección de los requerimientos de personal.....	129
5.8	Medidas de seguridad e higiene en el taller.....	130
5.9	Mantenimiento de la maquinaria.....	132
<b>6.</b>	<b>PROPUESTA PARA EL MERCADEO</b>	
6.1	Promoción.....	135
6.1.1	Uso de catálogos.....	135
6.1.1.1	Elaboración de catálogos.....	136
6.1.1.1.1	Organización del contenido.....	136
6.1.1.1.2	Fotografías.....	137
6.1.1.1.3	Descripción del equipo.....	137
6.1.1.1.4	Codificación del equipo.....	138
6.1.1.1.5	Montaje.....	139
6.1.2	Demostraciones personales.....	142
6.1.2.1	Utilizando el equipo.....	143
6.1.2.2	Utilizando catálogos.....	144
6.1.3	Afiches.....	144
6.2	Distribución.....	147
6.2.1	Canal de distribución.....	147
6.2.2	Procesamiento de pedidos.....	148
6.2.3	Manejo de materiales.....	150
6.2.4	Empaque.....	156
6.2.5	Transportación.....	158

<b>7. FACTIBILIDAD DE UN TALLER DE PROTOTIPOS</b>	
<b>AUTOFINANCIABLE</b>	
7.1 Estudio de mercado.....	161
7.1.1 Segmentación del mercado.....	162
7.1.2 Cálculo del tamaño de la muestra.....	162
7.1.3 Necesidades de equipo docente de física.....	163
7.1.4 Nivel actual de servicio del Taller de Prototipos.....	172
7.1.5 Área geográfica a cubrir.....	174
7.1.6 Punto de distribución.....	174
7.1.7 Precios.....	174
7.1.8 Pronóstico de ventas.....	176
7.2 Estudio financiero.....	177
7.2.1 Costeo directo.....	177
7.2.1.1 Costos fijos.....	177
7.2.1.2 Costos variables.....	178
7.2.2 Punto de equilibrio.....	178
7.2.3 Rentabilidad.....	179
7.2.3.1 Rentabilidad sobre los ingresos.....	180
7.2.3.2 Rentabilidad sobre la inversión.....	180
7.2.3.3 Tasa interna de retorno.....	180
7.3 Reinversión.....	182
7.4 Año de práctica laboral y docente como alternativa para la autosostenibilidad del taller de prototipos.....	182
 CONCLUSIONES.....	 185
RECOMENDACIONES.....	187
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	189
BIBLIOGRAFÍA.....	195
APÉNDICE.....	197



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### Figuras

1.	Ubicación geográfica del Taller de Prototipos_____	3
2.	Distribución de ambientes_____	4
3.	Organigrama del Taller de Prototipos_____	7
4.	Representación de una actividad_____	23
5.	Utilización de una actividad ficticia_____	24
6.	Diagrama de flechas con su diagrama de tiempo_____	26
7.	Principios para elaborar un diagrama de operaciones_____	28
8.	La promoción en la mezcla de mercadotecnia_____	34
9.	Distribución de ventanas para iluminación natural y ventilación____	44
10.	Distribución de las luminarias_____	45
11.	Taladro de pedestal_____	51
12.	Torno para metales_____	52
13.	Máquina fresadora_____	53
14.	Sierra de inglete_____	57
15.	Sierra de cinta_____	58
16.	Lijadora de banda_____	59
17.	Riel elaborado en el taller de prototipos_____	64
18.	Diagrama de operaciones del riel_____	65
19.	Procedimiento actual para la planificación de la producción_____	67
20.	Convenciones en el diagrama de red para PERT-CPM_____	72
21.	Diagrama de red para el proyecto “Transformación de energía potencial elástica en cinética”_____	74

22.	Diagrama de tiempo del proyecto “Transformación de energía potencial elástica en cinética” _____	75
23.	Simulación de un croquis a pulso para bosquejar ideas _____	79
24.	Características y contenido de los formatos para dibujos _____	81
25.	Grosor de líneas en el acotado _____	82
26.	Aplicación de reglas de acotación _____	83
27.	Aplicación de líneas indicadoras _____	83
28.	Aplicación de una nota local _____	84
29.	Forma de acotar una pieza formada _____	85
30.	Diámetros con línea indicadora _____	85
31.	Acotado del radio cuando se sitúa el centro _____	86
32.	Proyección isométrica _____	86
33.	Proyección ortográfica de tres vistas _____	87
34.	Dibujo de montaje o ensamble del elemento de sujeción _____	88
35.	Dibujo de detalle de la parte 1 del elemento de sujeción _____	89
36.	Diagrama de operaciones del lanzamiento de proyectiles _____	100
37.	Diagrama de operaciones del movimiento circular uniforme _____	101
38.	Diagrama de operaciones de la práctica de equilibrio _____	102
39.	Diagrama de operaciones del principio de Arquímedes _____	103
40.	Diagrama de operaciones del bumerán _____	104
41.	Diagrama de operaciones de la prensa hidráulica _____	105
42.	Diagrama de operaciones del sifón _____	106
43.	Diagrama de flujo del lanzamiento de proyectiles _____	108
44.	Diagrama de flujo del movimiento circular uniforme _____	109
45.	Diagrama de flujo de la práctica de equilibrio _____	110
46.	Diagrama de flujo del principio de Arquímedes _____	111
47.	Diagrama de flujo del bumerang _____	112
48.	Diagrama de flujo de la prensa hidráulica _____	113
49.	Diagrama de flujo del sifón _____	114

50.	Diagrama de recorrido del lanzamiento de proyectiles_____	116
51.	Diagrama de recorrido del movimiento circular uniforme_____	117
52.	Diagrama de recorrido de la práctica de equilibrio_____	118
53.	Diagrama de recorrido del principio de Arquímedes_____	119
54.	Diagrama de recorrido del bumerán_____	120
55.	Diagrama de recorrido de la prensa hidráulica_____	121
56.	Diagrama de recorrido del sifón_____	122
57.	Formato sugerido para la carátula_____	136
58.	Montaje del catálogo No. 2_____	140
59.	Afiche publicitario_____	146
60.	Canales de distribución del producto del taller de prototipos_____	147
61.	Diagrama que relaciona los datos utilizados en la recepción de pedidos_____	150
62.	Mapa esquemático con la ubicación de los proveedores de material para el equipo del catálogo presentado_____	158
63.	Grado académico de los profesores de la población analizada__	164
64.	Libros que conocen y consultan frecuentemente_____	166
65.	Temas que se imparten en la teoría del curso de física en bachillerato_____	167
66.	Colegios que tienen laboratorio experimental_____	169
67.	Docentes que creen que el colegio debería implementar el laboratorio_____	169
68.	Temas que imparten en el laboratorio en los colegios que tienen equipo_____	170
69.	Situación del equipo de los colegios que tienen laboratorio_____	171
70.	Colegios en los que saben de la existencia del Taller de Prototipos_____	172
71.	Colegios en los que conocen el equipo del Taller de Prototipos_	172

72.	Opinión del equipo elaborado en el taller desde el punto de vista didáctico por parte de los que lo conocen_____	173
73.	Colegios que han adquirido equipo del Taller de Prototipos_____	173
74.	El punto de equilibrio del equipo del catálogo No. 2_____	179
75.	Flujo de caja	181

## Tablas

I.	Símbolos en el diagrama de operaciones_____	29
II.	Símbolos propios del diagrama de flujo_____	30
III.	Rangos D y E de iluminancia en Lux_____	46
IV.	Factores de peso_____	46
V.	Criterios para la selección del valor_____	47
VI.	Niveles de iluminación de áreas importantes del taller_____	47
VII.	Distribución de las fases de un proyecto pequeño en la semana_	71
VIII.	Distribución de las fases de un proyecto grande en el mes_____	72
IX.	Precedencias y tiempos en las actividades_____	73
X.	Lista de materiales del lanzamiento de proyectiles_____	93
XI.	Lista de materiales del movimiento circular uniforme_____	94
XII.	Lista de materiales de la práctica de equilibrio_____	95
XIII.	Lista de materiales del principio de Arquímedes_____	96
XIV.	Lista de materiales del bumerang_____	96
XV.	Lista de materiales de la prensa hidráulica_____	97
XVI.	Lista de materiales del sifón_____	98
XVII.	Costo de materiales del catálogo No. 2_____	124
XVIII.	Formato para la programación de la producción_____	126

XIX.	Programación final con el pedido urgente_____	127
XX.	Formato de una orden de trabajo_____	128
XXI.	Requisitos y características para los puestos de carpintero y mecánico de banco_____	129
XXII.	Medidas de seguridad e higiene en el taller_____	130
XXIII.	Hoja para la programación del mantenimiento predictivo_____	133
XXIV.	Aspectos a tomar en cuenta en la descripción del equipo_____	138
XXV.	Convenciones en la codificación del catálogo No. 2_____	139
XXVI.	Contenido de la exposición_____	143
XXVII.	Formato para la recepción de datos de la institución_____	148
XXVIII.	Formato para la recepción de datos del pedido_____	149
XXIX.	Composición del pedido de 10 juegos_____	151
XXX.	Resultado de la ejecución del programa de computadora para un pedido de 10 juegos_____	151
XXXI.	Etiqueta para el empaque en bolsa de nailon_____	156
XXXII.	Etiqueta para el empaque en caja de cartón_____	157
XXXIII.	Libro de texto de física en bachillerato_____	165
XXXIV.	Precios del catálogo No. 2_____	175
XXXV.	Pronóstico de ventas en función de la población por clase_____	176
XXXVI.	Formato de la encuesta_____	199





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>P</b>	Proporción de éxitos en la población
<b>p</b>	Proporción de éxitos en la muestra
<b>q</b>	Complemento de p
<b>e</b>	Error máximo
<b><math>Z_{\alpha/2}</math></b>	Valor estándar para un nivel de confianza
<b>N</b>	Tamaño de población
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>C.F</b>	Costo fijo
<b>C.V</b>	Costo variable
<b>P.V</b>	Precio de venta
<b><math>\emptyset</math>, D</b>	Diámetro
<b>P1</b>	Paso 1
<b>M3</b>	Métrico, diámetro 3
<b>R</b>	Radio
<b>V</b>	Voltios
<b>A</b>	Amperios
<b>KW</b>	Kilowatts
<b>HP</b>	Caballo de fuerza
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>mm</b>	Milímetro
<b>cm</b>	Centímetro
<b>m</b>	metro
<b>”</b>	Pulgadas
<b>Cm<sup>2</sup></b>	Centímetros cuadrados

<b>#</b>	Número
<b>u</b>	Unidad
<b>g</b>	Gramo
<b>plg</b>	Pulgada
<b>lb</b>	Libra
<b>h</b>	Hora

## GLOSARIO

<b>Cota</b>	Número que indica una medida.
<b>Croquis</b>	Diseño ligero de un objeto.
<b>Dibujo pictórico</b>	Dibujo de una sola vista, como aparecería al ojo de un observador.
<b>Luminaria</b>	Accesorio compuesto por varias lámparas.
<b>Moleteado</b>	Estriado de una superficie de una pieza metálica para que sea fácil asirla.
<b>Nivel de confianza</b>	Porcentaje de intervalos que se espera contengan el valor verdadero de un parámetro.
<b>Prototipo</b>	Equipo en su versión original. Modelo o patrón.
<b>Proyección isométrica</b>	Dibujo en el que se usan líneas verticales para las alturas y líneas isométricas a la derecha y a la izquierda a un ángulo de 30 grados con la horizontal para la longitud y la anchura.
<b>Trifásico</b>	Componente eléctrico que tiene 3 líneas con corriente.



## RESUMEN

El Taller de Prototipos para la Enseñanza e Investigación en Física es una dependencia del Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue creado como parte del “Proyecto para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Física USAC-UTRECHT”. Actualmente el funcionamiento del taller se mantiene por una asignación presupuestaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sin embargo, a pesar de que el taller dispone de una gran inversión en maquinaria y equipo, buena ubicación geográfica y personal técnico capacitado, tiene deficiencias en iniciativa y organización en el proceso de investigación y desarrollo. En el momento que se hace un pedido, se carece de formatos apropiados para la recepción del mismo y para la planificación de la producción. Además, el taller no tiene un programa de proyección al medio educativo universitario o a nivel medio.

Lo anterior motivó la realización del presente trabajo haciendo uso de herramientas de la Ingeniería Industrial como la Administración de Proyectos y la Ingeniería de Métodos. La actividad en el taller tuvo el propósito de hacerlo productivo por medio de crear nuevos productos de equipo para experimentación, elaborar diagramas de procesos y conformar un catálogo el cual se utilizaría en la promoción del equipo. Además, hacer eficiente la producción del taller y facilitar la recepción de los pedidos por medio de crear un procedimiento y los formatos adecuados.



# OBJETIVOS

## Generales

- Diseñar equipo para experimentación, estimular su demanda y hacer eficiente su producción, en el Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física.

## Específicos

1. Elaborar el procedimiento para la recepción de proyectos de equipo para experimentación en Física.
2. Elaborar diagramas de operaciones, diagramas de flujo y recorrido para el equipo fabricado en el Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física, con el objetivo de visualizar la duración, ubicación y secuencia de las operaciones.
3. Diseñar los formatos para la planificación de la producción.
4. Elaborar un catálogo de equipo para experimentación en Física, conformado por 4 equipos de laboratorio y 3 equipos demostrativos para facilitar la comunicación entre el cliente potencial, el personal de ventas y el personal de producción.
5. Crear el procedimiento y los formatos para la recepción de pedidos.

6. Elaborar un afiche para promocionar el Taller de Prototipos y sus catálogos.
  
7. Determinar la rentabilidad del equipo del catálogo elaborado para un Taller de Prototipos autofinanciable.

## RESUMEN

La actividad en el taller de prototipos consistió en diseñar equipo para laboratorios de Física. Dada la naturaleza del producto, su creación exige del uso de herramientas como el croquis a pulso. Como consecuencia de la actividad se elaboraron 2 catálogos, el primero de los cuales fue reproducido y usado en promoción de ventas. Tres instituciones privadas solicitaron el equipo y se les fabricó. Se elaboraron diagramas de operaciones, de flujo y recorrido con el fin de hacer eficiente la producción.

El manejo de materiales en la parte administrativa es un inconveniente en la producción intermitente, ya que son varios productos con diferentes materiales. Este problema se solventó elaborando un programa de computadora apropiado.

Sin embargo ¿podría ser el taller de prototipos autofinanciable? La investigación de mercado reveló que hay muchos colegios de la ciudad capital con orientación técnica y científica que no tienen laboratorios, y casi la totalidad de los catedráticos de los colegios donde no tienen equipo respondió que debería de implementarse.

## INTRODUCCION

El taller de prototipos es una dependencia del Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue creado con el propósito de elaborar equipo para laboratorios de Física.

Existe una tendencia de los colegios a mejorar el nivel en su educación. Prueba de ello es que cuentan muchas veces en su plantel de catedráticos profesionales universitarios para el curso de Física.

Sin embargo implementar un laboratorio de Física resulta costoso, sabiendo que el equipo principalmente viene del extranjero. Esto conduce a que no se podría hacerse un mejor uso de la capacidad instalada del Taller de prototipos de manera que cumpla con su función de servir a la juventud estudiantil.

La actividad en el Taller de prototipos se encaminó a hacerlo productivo, generando ideas y llevándolas a la práctica, además de poner en contacto el producto con los clientes potenciales.

La rentabilidad de un taller autofinanciable depende en gran medida de la promoción de ventas y de la eficiencia de la producción.

## **CONCLUSIONES**

El Taller de prototipos dispone de una capacidad instalada que puede ser usada más eficientemente.

Existe la necesidad de tener un proceso ordenado en la generación de ideas y en la investigación documental.

Los dibujos de trabajo deben ser un complemento para los prototipos al ayudar al operario a elaborar un producto.

El diagrama de red y el diagrama de tiempo son herramientas valiosas para planificar y controlar la duración de los proyectos. Permiten saber el estado de los mismos y de esa manera tomar las medidas necesarias.

El croquis a pulso es una práctica común en el taller de prototipos, que estimula la generación de ideas y facilita la comunicación.

Los catálogos facilitan la comunicación entre las personas que se encargan de la promoción y el personal de producción.

Es necesario que el Taller de prototipos tenga un departamento conformado por personas que conozcan el funcionamiento del producto y que establezcan contacto con el medio que los podría utilizar.

Son pocos los colegios que tienen equipo de laboratorio de Física. De los que lo tienen, en su mayoría es comprado. Casi la totalidad de los docentes de colegios donde no hay equipo para laboratorios, piensan que el colegio debería de implementarlo.

La gran mayoría de los colegios de la ciudad capital con orientación técnica o científica

## RECOMENDACIONES

Que el Departamento de Física conforme una comisión del taller, que se encargue de crear nuevos productos, efectuando investigaciones documentales y generando ideas.

Utilizar el sistema de proyectos como forma de vida del taller, planificándolos por medio de diagramas de red y de tiempo.

Aumentar el personal técnico del taller para hacer un uso eficiente de las instalaciones, implementando una jornada para la producción y otra para los proyectos de investigación y desarrollo.

Hacer que el taller se proyecte al medio educativo organizando exposiciones en el taller o en las instituciones educativas.

Considerar un mercado de prueba previo a considerar la posibilidad de convertir al taller de prototipos en una dependencia autofinanciable.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene información sobre aspectos de investigación y desarrollo, producción y mercadeo de equipo para experimentación. La actividad fue realizada en el Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física.

En el capítulo 1 se hace una descripción física del taller. En el capítulo 2 se presenta el marco teórico del trabajo, en el capítulo 3 se hace un análisis de las condiciones actuales del taller. En el capítulo 4 se propone la utilización de la tormenta de ideas para la generación de proyectos, los diagramas de red y de tiempo para la planificación y control de los mismos y el uso formal del dibujo mecánico para la descripción del equipo.

En el capítulo 5 se considera la elaboración de un diagrama de operaciones simplificado, un modelo de planificación intermitente para la producción y una jornada diferente para la investigación y para la producción. En el capítulo 6 se describe parte de un catálogo de equipo para laboratorios de Física y su uso en la promoción de ventas, así como el procedimiento para la recepción de pedidos y el manejo administrativo de los materiales.

El capítulo 7 contiene los resultados del estudio en el cual se establece el mercado de equipo para laboratorios de física y el nivel actual de servicio del Taller de Prototipos. Se presenta también un estudio financiero utilizando el punto de equilibrio y las medidas de rentabilidad sobre las ventas y sobre la inversión.



# **1. DESCRIPCIÓN DEL TALLER DE PROTOTIPOS**

La descripción permite que ésta sea ubicada en el tiempo, en el espacio y en el conglomerado de actividades de la vida diaria, lo cual favorece el entendimiento de las propuestas presentadas en este documento. Su descripción comprende una reseña histórica, la ubicación geográfica, la distribución de ambientes, sus actividades y la estructura de su organización.

## **1.1 Reseña histórica**

El proyecto “Mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT” fue aprobado por el Honorable Consejo Superior Universitario el 30 de Octubre de 1991, según acta 49-91<sup>1</sup>. Su propósito era ayudar a la Universidad de San Carlos de Guatemala a mejorar su enseñanza de la física dentro de sus aulas, como también al nivel de secundaria. El proyecto inició oficialmente en agosto de 1991 pero por problemas administrativos sus actividades iniciaron en abril de 1993<sup>2</sup>.

El Taller de Prototipos fue concebido desde el inicio del proyecto USAC-UTRECHT. Se pensó en utilizar el edificio que actualmente ocupa dado que tenía las características idóneas para poder desarrollar el taller y su ambientación, además de que en ese momento estaba sin utilización.

En 1994 el departamento de Servicios Generales contrató a una empresa que realizó la tabicación interior, para definir los distintos ambientes del mismo, así como las instalaciones sanitarias. Dichos trabajos se liquidaron en diciembre de 1995.

A finales de 1994, la comisión del taller elaboró listados de máquinas y equipo, las cuales se recibieron de Holanda en mayo de 1995, fecha en la cual quedó pendiente su instalación. Así mismo se definió con precisión la ambientación del lugar.

Debido a problemas de filtración, el techo se cambió a un techo aluzinc. Dichos trabajos se realizaron de septiembre a noviembre de 1995.

En 1996, previa investigación técnica, se instaló la maquinaria y se procedió a realizar la acometida eléctrica por parte de EEGSA. En ese año se compró la mayor parte del mobiliario que se usaría, y se construyeron bancos de concreto y madera, teniéndose la colaboración del departamento de Servicios Generales de la USAC.

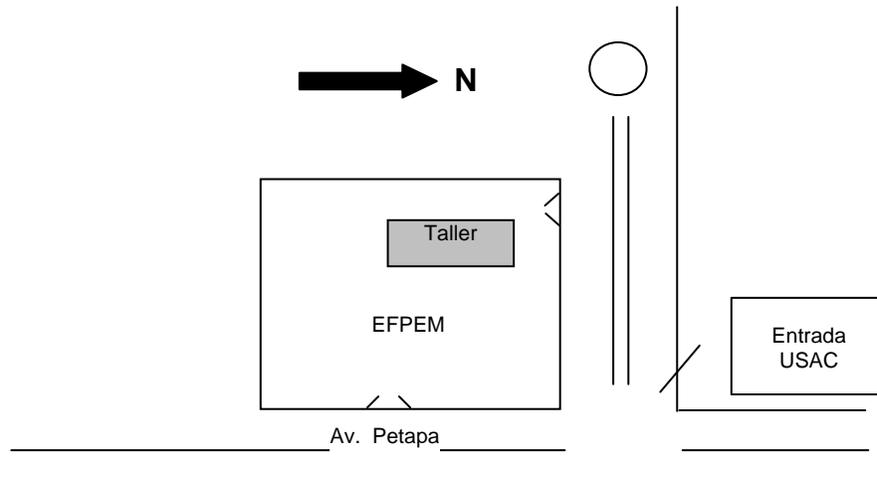
En 1997 se completó la instalación eléctrica, teniéndose planificado completar todo el mobiliario y equipo del taller<sup>3</sup>.

El taller se inauguró el 3 de julio de 1997<sup>4</sup>.

## **1.2 Ubicación geográfica**

El taller está ubicado en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el área de la Escuela de Formación para Profesores de Enseñanza Media (EFPEM). Se puede ingresar al taller por la entrada al EFPEM de la avenida Petapa o por la entrada que se encuentra al norte del taller (véase figura 1).

**Figura 1. Ubicación geográfica del Taller de prototipos**



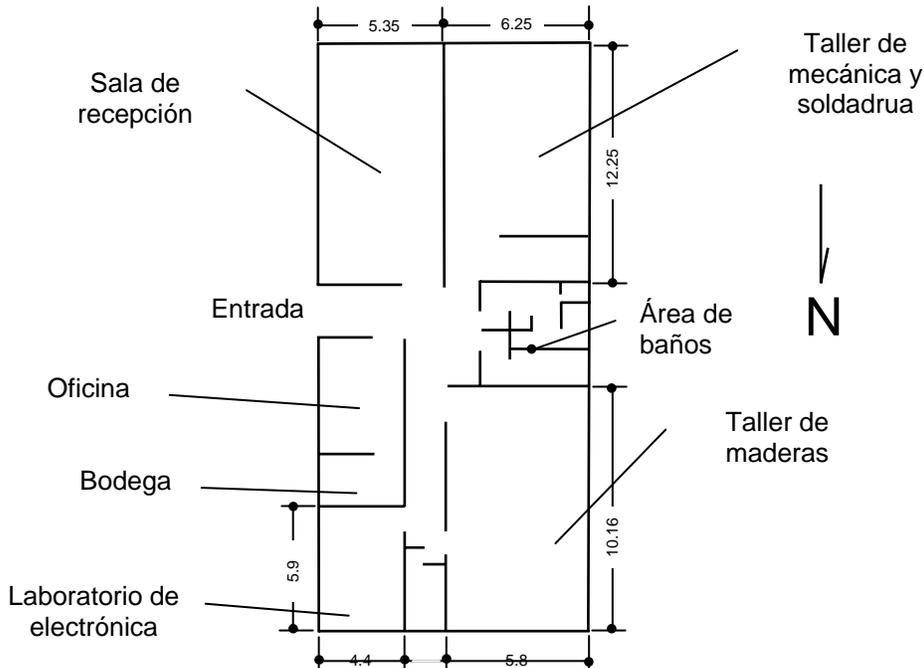
### 1.3 Distribución de ambientes

Para la elaboración de un producto es posible que se realicen operaciones diversas como taladrado en metal, barnizado de madera, etc. Estas actividades se agrupan en los ambientes que se describen a continuación (véase figura 2).

- a) **Taller de mecánica y soldadura:** aquí se manufacturan piezas de hierro, bronce, plástico etc. efectuándose las operaciones de corte, doblado, taladrado y cilindrado, entre otras.
- b) **Taller de maderas:** en este lugar se elaboran elementos de madera, en los cuales se efectúan trabajos de corte, pulido, clavado, barnizado, etc.

- c) **Sala de recepción:** allí se efectúan pruebas o ensayos de prototipos, además cuenta con mobiliario para impartir cursos teóricos o prácticos de física.
- d) **Laboratorio de electrónica:** cuenta con equipo para el diseño y fabricación de elementos electrónicos.

**Figura 2. Distribución de ambientes**



Las dimensiones están en metros y el dibujo no está a escala.

## 1.4 Actividad a la que se dedica

A un equipo en su versión original se le denomina prototipo. El Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física se dedica principalmente a la elaboración de equipo para experimentación en física en su versión original, que cuando resultan aceptables se pueden producir en serie para su distribución. Este equipo puede ser usado para diferentes fines:

- 1 Enseñanza de la física
  - Equipo de demostración
  - Equipo de laboratorio
- 2 Investigación científica en física
- 3 Investigación tecnológica

Los objetivos del taller son los siguientes:

- Apoyar la investigación científica y educativa con la construcción de prototipos adecuados a las necesidades planteadas por el medio.
- Recibir estudiantes y profesores de diferentes niveles con el fin de validar los prototipos construidos en el taller.
- Formar y capacitar profesionalmente a investigadores científicos y educativos, para que desarrollen sus propios prototipos y sean adecuadamente validados<sup>5</sup>.

Las principales actividades que se realizan, entre otras, son:

- Diseño de equipo usando croquis.
- Operaciones en metal: corte, doblado, taladrado, cilindrado, atornillado, remachado, pegado.
- Operaciones en madera: corte, pulido, clavado, pegado, barnizado.
- Pruebas y ensayos de prototipos.

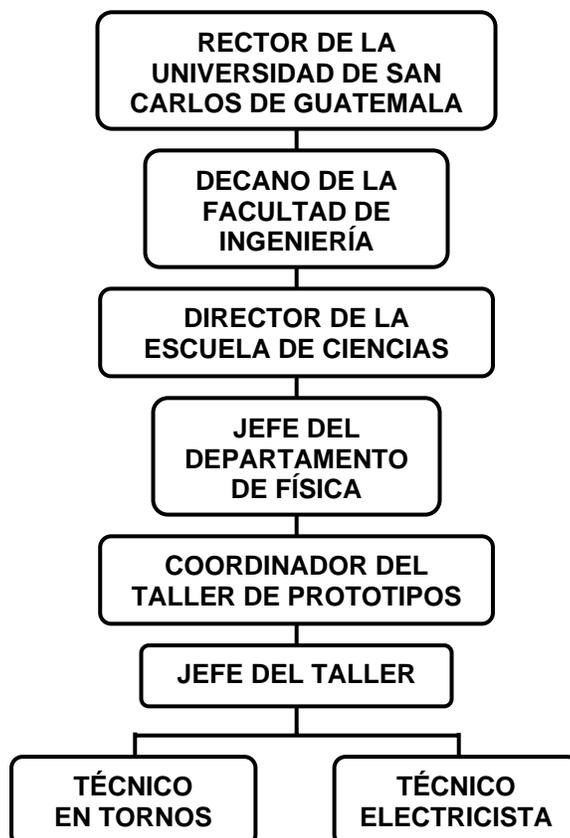
## **1.5 Estructura de la organización**

El Taller de Prototipos para la Enseñanza e Investigación en Física es parte del proyecto “Mejoramiento de la Enseñanza de la Física”, ejecutado por la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad de Utrecht de Holanda. Dado que actualmente el taller pertenece a la USAC, se puede decir que la más alta autoridad es el rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Aunque la Escuela de Formación para Profesores de Enseñanza Media puede utilizar las instalaciones del taller, al momento de efectuar este trabajo, es el Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería quien coordina y efectúa principalmente las actividades en el taller, por lo cual en el tema del presente documento se le considera como una dependencia de esta facultad.

Dado lo anterior, le sigue al rector en la escala de autoridad: el decano de la Facultad de Ingeniería, el director de la Escuela de Ciencias, el jefe del Departamento de Física, quien además es el coordinador del Proyecto USAC-UTRECHT, el coordinador del taller y el jefe del taller. El personal de línea lo componen los técnicos del taller (véase figura 3).

**Figura 3. Organigrama del Taller de Prototipos**





## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Diseño de prototipos**

Según C.W Taylor, la creatividad es aquel proceso que cristaliza en una nueva obra que resulta aceptada en virtud de su utilidad o satisfacción para un determinado grupo en un momento determinado de tiempo<sup>6</sup>. Además, según David H.Offner, los ingenieros son los instrumentos esenciales en la innovación tecnológica<sup>7</sup>. La creación de equipo para experimentación en física consiste en crear equipo que contenga un efecto técnico y científico en su funcionamiento.

El diseño del equipo consiste en la descripción del funcionamiento, la forma, el tamaño y los materiales de los elementos y el conjunto, por medio de dibujos, palabras y objetos tridimensionales. El resultado de esta actividad es la elaboración de un prototipo, el cual es un ejemplar original<sup>8</sup> que sirve de modelo o patrón<sup>9</sup>.

#### **2.1.1 Documentación bibliográfica**

La investigación documental es la que se realiza con la información de documentos. El documento es la unidad básica para realizar una pesquisa o una indagación. El documento puede ser un libro, parte de ese texto, un artículo o una parte de ese artículo.

Se acepta como documento cualquier comunicación escrita o grabada distribuida en catálogos, inventarios, publicaciones seriadas, informes técnicos, fotocopias, monografías, tesis, etc.<sup>10</sup>

## 2.1.2 El croquis a pulso para bosquejar ideas

La palabra gráfico se refiere a la expresión de ideas por medio de líneas o marcas impresas en una superficie. Un dibujo es una representación gráfica de algo real. El dibujo, por tanto, es un lenguaje gráfico, ya que usa figuras para comunicar pensamientos e ideas. Debido a que esas figuras las comprenden hombres de naciones diferentes, el dibujo es conocido como un "lenguaje universal".

Al dibujo técnico le concierne la expresión de ideas técnicas o de naturaleza práctica, y es el método utilizado en todas las ramas técnicas de la industria.

Para cualquier objeto manufacturado existen dibujos que describen su forma física, en forma completa y exacta, y que comunican las ideas del dibujante al artesano; por esta razón el dibujo se considera como el "lenguaje de la industria"<sup>11</sup>.

El croquis a pulso es una parte muy importante en el dibujo porque en la industria el dibujante suele bosquejar sus ideas y diseños antes de hacer los dibujos con instrumentos. También puede usar croquis para expresar sus conceptos e ideas a otras personas al discutir sobre partes mecánicas y mecanismos. Por lo tanto, el croquis es un método de comunicación importante. La destreza para bosquejar ayuda al estudiante a desarrollar su sentido de proporción y su exactitud de observación. Se puede usar con provecho cuando se aprenden los fundamentos y procedimientos de las prácticas de dibujo.

Existen muchos tipos de papel cuadriculado que se pueden usar con ventaja cuando se desea gran exactitud de escala, en los cuales se ilustran las direcciones en que deben trazarse las líneas horizontales, verticales y oblicuas.

No debe intentarse dibujar con líneas largas en un solo trazo continuo. Primero, márchense puntos a lo largo del trayecto deseado y luego conéctense con una serie de trazos tenues.

Cuando se bosqueja una vista (o vistas), hágase primero tenuemente una forma cuadrada o rectangular del tamaño total, estimándose sus proporciones con cuidado. Después, añádanse las líneas que detallan la forma, luego retóquense todas las líneas que forman parte de la vista<sup>12</sup>.

A la mayoría de los talleres les interesa poco si el dibujo es a pulso, si se muestra una vista o si el dibujo está a escala, siempre y cuando las proporciones sean aproximadas. En los talleres se interesan en que la información necesaria se muestre con claridad. Pueden mostrarse en una misma hoja los croquis a pulso y los dibujos hechos con instrumentos. Sin embargo, debe entenderse con claridad que el uso del croquis a pulso no da al estudiante licencia para volverse descuidado en su trabajo<sup>13</sup>.

### 2.1.3 El dibujo con instrumentos

En el dibujo con instrumentos se utilizan el escalímetro, la escuadra, el compás, la regla T o la paralela, etc. Estos instrumentos permiten elaborar un dibujo preciso y presentable.

Las diferentes líneas que se usan forman el "alfabeto" del lenguaje del dibujo; que al igual que las letras del alfabeto, tienen aspecto diferente. Para el uso en los dibujos se recomiendan dos espesores de líneas: gruesa y delgada, y según su uso éstas pueden ser: ocultas, de centro, de rotura, de extensión, de cotas, etc.<sup>14</sup>

En los dibujos, las cotas se indican por medio de líneas de extensión, líneas de cota, indicadoras, puntas de flecha, cifras, notas y símbolos, para definir características geométricas como longitudes, diámetros, ángulos y posiciones. Las líneas que se usan en el acotado son delgadas en contraste con el contorno del objeto. La cota debe ser clara y concisa, y permitir sólo una interpretación<sup>15</sup>.

Como reglas básicas de acotación están:

Las líneas de cota paralelas se colocan en orden de medida, en tal forma que la más larga sea la que esté más afuera.

Use sólo un sistema de cotas sobre cualquier dibujo, ya sea unidireccional o el alineado<sup>16</sup>.

Las líneas indicadoras trazadas con escuadra se usan para indicar en forma exacta dónde se deben aplicar las cotas o las notas explicativas. Las líneas indicadoras terminan en puntas de flecha o grandes puntos. La punta de flecha señala una característica, mientras que el punto descansa sobre ella. El extremo inicial de la indicadora se pone siempre al principio o al final de la nota, pero nunca en medio de ellas. La indicadora termina en trazo horizontal a media altura del rótulo de la nota.

El extremo de flecha de la indicadora es una línea recta inclinada apuntando a la superficie o punto al que se aplica la nota.

Las notas se usan para simplificar o complementar el acotado, e indican la información en un dibujo de manera condensada y sistemática. Las notas pueden ser generales o locales, y deben estar en tiempo presente o futuro.

Las notas generales se refieren a la pieza o dibujo como un todo. Se deben representar en una posición central bajo la vista a la cual se aplican o en una columna de notas generales. Ejemplos de notas generales son:

- a) Totalmente acabado
- b) Redondeos y filetes R2
- c) Matar filos

Las notas locales se aplican sólo a los requerimientos locales y se conectan por una indicadora en el punto al cual se aplica la nota. Ejemplos típicos son:<sup>17</sup>

- a) M12 x 125
- b)  $\phi 6$  4 Agujeros
- c) 2 x  $45^\circ$

Para la acotación de piezas que se les ha dado forma, por ejemplo que llegue a tener la forma de una S, se debe especificar el radio interior mas bien que el exterior<sup>18</sup>.

Cuando se usa una indicadora para especificar los diámetros, como en los agujeros pequeños, la cota se indica como un diámetro antepuesto al valor numérico con el símbolo  $\phi$ . Cuando se acota un diámetro por medio de una línea de cota en una vista circular, o en una vista longitudinal que tenga una vista circular recíproca, se puede omitir el símbolo de diámetro. Cuando se especifican los diámetros de cierto número de figuras cilíndricas concéntricas, acótense en la vista longitudinal<sup>19</sup>.

Los radios se acotan por medio de una línea de cota que pasa por o está en línea con el centro del radio. La línea de cota sólo tiene una punta de flecha, la cual toca el arco. La letra R también tiene que preceder a la cota<sup>20</sup>.

En la teoría de la descripción de la forma, los dibujos pictóricos son dibujos similares a las fotografías en las cuales se muestra un objeto como aparecería ante el ojo del observador. Los dibujos pictóricos se usan con mucha frecuencia en los croquis de los diseños preliminares. Son de gran ayuda para visualizar la forma de un objeto y son también muy útiles para describir las ideas de diseño. Los dibujos pictóricos sirven también para ilustrar artículos e informes escritos. Una etapa básica del entrenamiento de un dibujante es el dibujo pictórico, tanto en forma de croquis a mano alzada como mediante el uso de instrumentos.

Entre las diferentes proyecciones pictóricas está la isométrica. Los dibujos isométricos pueden hacerse con rapidez y exactitud debido a que las líneas principales se pueden medir en forma directa. Sin embargo, este tipo de dibujo no es satisfactorio para diseños técnicos; los dibujos que se usan en la industria deben mostrar con claridad la forma exacta del objeto.

Con ese fin la representación de los objetos se hace dibujando un número de vistas separadas del objeto como si fuera visto desde distintas posiciones; luego se disponen estas vistas en una forma sistemática, proyectadas unas de otras. Este tipo de dibujo se llama *proyección ortográfica*. La palabra ortográfica se deriva de dos palabras griegas: orthos, que significa recto, correcto, en ángulo recto; y graphikos, describir por medio de líneas de dibujo.

Por lo general, tres vistas son suficientes para describir la forma del objeto. Las vistas más comunes son la frontal, la superior y la lateral<sup>21</sup>.

Al dibujo a partir del cual el técnico puede producir una pieza se le denomina dibujo de trabajo. El dibujo debe ser un conjunto completo de instrucciones, en tal forma que no sea necesario dar más información a la persona o personas que hacen el objeto. En consecuencia, un dibujo de trabajo consta de las vistas necesarias para explicar la forma, las dimensiones necesarias para el obrero, y las especificaciones requeridas, como el material y la cantidad requeridos. La última información se puede encontrar en las notas del dibujo, o se puede localizar en el cuadro para título<sup>22</sup>.

Los dibujos de trabajo pueden ser: 1) dibujos de montaje o ensamble. 2) Dibujos de detalle. 3) Dibujos detallados de montaje.

Todas las máquinas y mecanismos están formados por diversas partes. Un dibujo que muestra el producto completo se llama dibujo de montaje.

Los dibujos de montaje varían mucho en cuanto a la cantidad y tipo de información que proporcionan, dependiendo de la naturaleza de la máquina o mecanismo que describen. Las funciones primarias de los dibujos de montaje son mostrar el producto en su forma completa, para indicar la relación de sus varios componentes, y designar estos componentes por un número de parte o de detalle.

Otra información que pueden dar los dibujos de montaje incluye: dimensiones totales, medidas de capacidad, medidas que relacionan las partes (información necesaria para el montaje), instrucciones de operación y datos sobre características de diseño. Algunos mecanismos son unidades montadas en ellos mismos, pero también forman parte del total de una máquina. A tales mecanismos se les llama con frecuencia sub ensambles. La transmisión de un automóvil es un ejemplo de sub ensamble.

Los dibujos de trabajo de cada una de las partes se llaman dibujos de detalle, ya que cada parte es un detalle de la máquina o mecanismo completo. Muy a menudo el dibujo de trabajo para cada detalle se hace en una hoja por separado. Cuando se va a hacer cierto número de detalles del mismo material y se van a fabricar de un modo similar, se pueden agrupar en una hoja grande común.

Se pueden hacer varios dibujos de la misma parte, cada uno de los cuales da sólo la información necesaria para una etapa en particular de la manufactura de la parte. Por ejemplo, una pieza de hierro fundido puede tener un dibujo de detalle para el modelista y otro para el mecánico; cada dibujo tiene sólo las dimensiones y especificaciones necesarias para esa etapa particular en su manufactura.

La naturaleza de las parte, las técnicas de manufactura que se emplean y las prácticas de dibujo del departamento de ingeniería individual, determinarán el procedimiento para hacer los dibujos de detalle.

Con frecuencia se hacen dibujos detallados de montaje para objetos simples completos, tales como muebles, cuando las partes son pocas y de formas no complicadas. Todas las dimensiones e información necesaria para la construcción de cada parte y para el montaje de las partes se dan en forma directa en el dibujo de montaje. Las vistas separadas de partes específicas o los detalles aumentados que muestran el ajuste de todas las piezas, también se pueden dibujar en adición al dibujo regular. Las vistas aumentadas se dibujan en forma pictórica y no como las vistas ortográficas regulares. Este método es peculiar de la industria mueblera y por lo general no se usa en el dibujo mecánico.

Los materiales con los cuales están hechos los componentes dibujados se describen mediante una lista de materiales. Una lista de materiales es una lista detallada de todos los componentes que se muestran en un dibujo de montaje o de detalle. Con frecuencia se coloca una lista de materiales en una hoja por separado para facilitar su manejo y duplicación. Debido a que la lista de materiales se usa en el departamento de compras para ordenar el material necesario para el diseño, es necesario mostrar en la lista de materiales el tamaño de la materia prima y no el de la parte terminada.

Los componentes estándar como tornillos, tuercas y cojinetes, que se compran hechos, deben de tener un número de pieza y aparecen en la lista de materiales.

Debe darse información suficiente en la columna de descripción como para que la persona que haga las compras pida las piezas correctas<sup>23</sup>.

#### **2.1.4 La administración de proyectos de investigación y desarrollo**

La administración de proyectos es la administración del cambio. El cambio es cada vez más, la norma de los negocios, de la industria y del gobierno. La administración eficiente del cambio es esencial para la supervivencia y la administración moderna de proyectos es la manera de lograr tal eficiencia. Muchas organizaciones que operan primordialmente con base en proyectos, han adaptado la administración de proyectos como una forma de vida<sup>24</sup>.

Un proyecto define una combinación de actividades interrelacionadas que deben ejecutarse en cierto orden antes que el trabajo completo pueda terminarse. Las actividades están interrelacionadas en una secuencia lógica en el sentido de que algunas de ellas no pueden comenzar hasta que otras hayan terminado. Una actividad en un proyecto, generalmente se ve como un trabajo que requiere tiempo y recursos para su terminación<sup>25</sup>.

El tiempo es esencial. Esta presión de tiempo, combinada con la coordinación de múltiples recursos, explica el porqué la mayoría de “los sistemas de administración de proyectos” han enfatizado la administración del tiempo. Las razones anteriores llevan a una definición alterna de proyecto: Un proyecto es un proceso temporal que se compone de una colección de tecnologías y de operaciones en cambio constante, que abarcan la coordinación estrecha de recursos heterogéneos para producir una o varias unidades de un producto o servicio particular<sup>26</sup>.

Las actividades de investigación y desarrollo consisten en pruebas, tanteos, diligencias, etc. tendientes a descubrir algo<sup>27</sup> o a perfeccionar un producto o procedimiento ya existente. Y a este respecto la administración de proyectos moderna se empleó en el diseño de nuevos productos farmacéuticos. <sup>(16)</sup> También se utiliza en el diseño de las características de investigación sobre física de alta energía, en los laboratorios Sandia<sup>28</sup>.

#### **2.1.4.1 La técnica PERT-CPM y el diagrama de Gantt**

La técnica PERT-CPM incluye la elaboración de un diagrama de red y luego de un diagrama de tiempo. Este diagrama de tiempo puede ser un diagrama de Gantt especial.

El diagrama de Gantt consiste en una gráfica de barras con la medición del tiempo en el eje horizontal, y las actividades que se van a programar en el eje vertical. Las barras muestran tanto la producción planeada como real, durante cierto período. La gráfica de Gantt muestra de manera visual cuándo se supone que deben terminar las actividades, que se comparan con el progreso real que cada una tiene.

Es un dispositivo sencillo pero importante, que permite a los administradores precisar con facilidad lo que todavía queda pendiente de realizar para la terminación de una obra o proyecto, y así determinar si se está adelantado, en tiempo, o retrasado. La gráfica se convierte en un dispositivo de control en donde el administrador busca desviaciones del plan<sup>29</sup>.

Esta gráfica fue diseñada por Henry Gantt en 1917, como un medio para programar el trabajo de un taller. Ésta se ha convertido en la representación más fácilmente entendible del plan de programación para una diversidad de tipos de trabajo. Son efectivos para comunicarse con los clientes, los ejecutivos, los mandos intermedios y los gerentes de línea. En efecto son los preferidos de los gerentes de línea quienes, por lo general, desean saber qué es lo que tienen que hacer y cuándo.

Las gráficas de Gantt sí tienen deficiencias, pues, por lo común, no muestran la relación que guardan las actividades de la red. Sin embargo, hay una versión especial, la gráfica de Gantt conectada, la cual supera esto, pero al hacerlo se vuelve más complicada<sup>30</sup>.

El diagrama de redes tiene la ventaja de mostrar las interrelaciones de las actividades marcadas en el programa, así como la ruta crítica<sup>31</sup>. Como se mencionó anteriormente la técnica PERT-CPM incluye la elaboración de un diagrama de red el cual se utiliza para elaborar un diagrama de tiempo que puede ser un diagrama de Gantt especial. El uso combinado de estos dos diagramas constituye la técnica PERT-CPM la cual se describe a continuación.

La administración de proyectos ha evolucionado como un nuevo campo con el desarrollo de dos técnicas analíticas para la planeación, programación y control de proyectos. Tales son el **Método de la Ruta Crítica (CPM)** y la **Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos (PERT)**.

Las dos técnicas fueron desarrolladas por dos grupos diferentes casi simultáneamente (1956-1958). El CPM (Critical Path Method) fue desarrollado primero por E.I du Pont de Neumors and Company como una aplicación a los proyectos de construcción y, posteriormente, se extendió a un estado más avanzado por Mauchly Associates. El PERT (Project Evaluation and Review Technique), por otra parte, fue desarrollado para la Marina de los Estados Unidos, por una organización consultora, con el fin de programar las actividades de investigación y desarrollo para el programa de misiles Polaris.

Los métodos PERT Y CPM están básicamente orientados en el tiempo, en sentido de que ambos llevan a la determinación de un programa de tiempo. Aunque los dos métodos fueron desarrollados casi independientemente, ambos son similares. Quizás la diferencia más importante es que originalmente las estimaciones en el tiempo para las actividades se supusieron determinantes en CPM y probables en PERT. Ahora PERT Y CPM comprenden realmente una técnica y las diferencias, si existe alguna, son únicamente históricas. En adelante, ambas se denominarán técnicas de “programación de proyectos”.

La programación de proyectos por PERT-CPM consiste en 3 fases básicas: planeación, programación y control.

La fase de planeación se inicia descomponiendo el proyecto en actividades distintas. Las estimaciones de tiempo para estas actividades se determinan luego, y se construye un diagrama de red o de flechas, donde cada una de sus fechas representa una actividad. El diagrama de flechas completo da una representación gráfica de las interdependencias entre las actividades del proyecto. La construcción del diagrama de flechas como una fase de planeación, tiene la ventaja de estudiar los diferentes trabajos en detalle, sugiriendo quizás mejoras antes que el proyecto se ejecute. Será más importante su uso en el desarrollo de un programa para el proyecto.

El último objetivo en la fase de programación es construir un diagrama de tiempo que muestre los tiempos de iniciación y terminación para cada actividad, así como su relación con otras actividades del proyecto. Además el programa debe señalar las actividades críticas (en función del tiempo) que requieren atención especial si el proyecto se debe terminar oportunamente. Para las actividades no críticas el programa debe mostrar los tiempos de holgura que pueden utilizarse cuando tales actividades se demoran, o cuando se deben usar eficientemente recursos limitados.

La fase final en la administración de proyectos es la de control. Esto incluye el uso de diagramas de flechas y la gráfica de tiempo para hacer reportes periódicos del progreso. La red puede por consiguiente, actualizarse y analizarse y si es necesario determinar un nuevo programa para la parte restante del proyecto.

El diagrama de flechas representa las interdependencias y relaciones de precedencia entre las actividades del proyecto. Se utiliza comúnmente una flecha para representar una actividad, y la punta indica el sentido de avance del proyecto. La relación de precedencia entre las actividades se especifica utilizando eventos. Un evento representa un punto en el tiempo y significa la terminación de algunas actividades y el comienzo de nuevas. Los puntos inicial y final de una actividad, por consiguiente, están descritos por dos eventos generalmente conocidos como evento de inicio y evento terminal.

Las actividades que originan cierto evento no pueden comenzar hasta que las actividades que concluyen en el mismo evento hayan terminado. En la terminología de la teoría de redes cada actividad está representada por un arco dirigido y cada evento está simbolizado por un nodo. La longitud del arco no necesita ser proporcional a la duración de la actividad ni tiene que dibujarse como una línea recta.

Las reglas para construir el diagrama de flechas se resumirán ahora.

1. Cada actividad está representada por una y sólo una flecha en la red (figura 4).

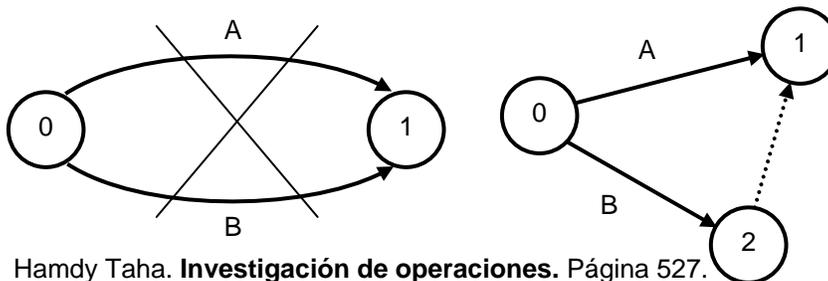
**Figura 4. Representación de una actividad**



Hamdy Taha. *Investigación de operaciones*. Página 527.

2. Dos actividades diferentes no pueden identificarse por los mismos eventos, terminal y de inicio. Para evitarlo se introduce, cuando hay necesidad, una actividad ficticia, la cual no consume tiempo o recursos y se representa por una línea punteada (figura 5).

**Figura 5. Utilización de una actividad ficticia**



3. A fin de asegurar la relación de precedencia correcta en el diagrama de flechas, las siguientes preguntas deben responderse cuando se agrega cada actividad a la red.
  - a. ¿Qué actividades deben terminarse inmediatamente antes de que esta actividad pueda comenzar?
  - b. ¿Qué actividades deben seguir a esta actividad?
  - c. ¿Qué actividades deben efectuarse simultáneamente con esta actividad?

Se dice que una actividad es crítica si una demora en su comienzo causará una demora en la fecha de terminación del proyecto completo. Una ruta crítica define una cadena de actividades críticas, las cuales conectan los eventos inicial y final del diagrama de flechas.

Después de elaborar el diagrama de red con las duraciones de las actividades, se determinan los tiempos de inicio más próximo (TIP) con la cuenta hacia adelante. Al evento de inicio se le asigna el valor de "0". El TIP del siguiente evento será el resultado de sumar al TIP del evento anterior, la duración de la actividad. Cuando se llega a un evento que es final de varias actividades, se toma el valor máximo de los diferentes resultados. La fórmula por lo tanto es la siguiente: 
$$TIP_j = \max_i \{ TIP_i + D_{ij} \}$$

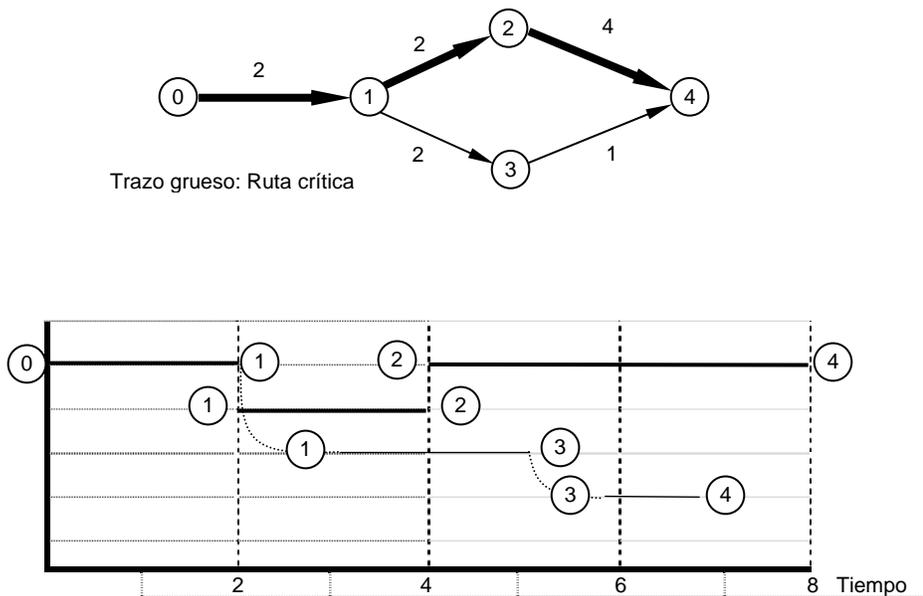
El tiempo de terminación más tardío (TTT) se determina con la cuenta hacia atrás. Al último evento se le asigna un TTT igual a su TIP. El TTT del penúltimo evento será el resultado de restarle al TTT del evento anterior, la duración de la actividad. Cuando se llega a un evento que es inicial de varias actividades, se toma el valor mínimo de los diferentes resultados. La fórmula por lo tanto es la siguiente: 
$$TTT_i = \min_j \{ TTT_j - D_{ij} \}$$

Existen dos tipos de holguras: holgura total (HT) y la holgura libre (HL). La holgura total es el tiempo que se puede retrasar la actividad sin retrasar la finalización del proyecto. Dado lo anterior, todas las actividades de la ruta crítica deben de tener una holgura total igual a 0. Por lo tanto esta será la característica que determinará la ruta crítica. Se tiene que  $HT_{ij} = TTT_j - TIP_i - D_{ij}$ . La holgura libre es el tiempo que se puede retrasar una actividad sin limitar el inicio de la siguiente.  $HL_{ij} = TIP_j - TIP_i - D_{ij}$ .

El producto final de los cálculos de la red es la construcción del diagrama (o programa) de tiempo. Este diagrama de tiempo puede convertirse fácilmente en un programa calendario apropiado para el uso del personal que ejecutará el proyecto.

La construcción del diagrama de tiempo debe hacerse dentro de las limitaciones de los recursos disponibles de personal y equipo. Aquí es donde las holguras totales para las actividades no críticas llegan a ser útiles. Cambiando una actividad no crítica (hacia atrás o hacia adelante) entre sus límites máximos permisibles se pueden abatir los requisitos máximos de recursos. En cualquier caso, aun en ausencia de recursos limitados, es práctica común usar las holguras totales para nivelar los recursos sobre la duración del proyecto completo (figura 6) <sup>32</sup>.

**Figura 6. Diagrama de flechas con su diagrama de tiempo**



Las consideraciones de probabilidad están incorporadas en la programación de proyectos, suponiendo que la estimación del tiempo para cada actividad está basada en tres valores diferentes:

a = **tiempo optimista**, el cual se necesita si la ejecución va extremadamente bien.

b = **tiempo pesimista**, que se requerirá si todo va muy mal.

m = **tiempo más probable**, el cual se necesitará si la ejecución es normal.

El tiempo medio =  $(a+4m+b) / 6$

Es importante seguir el progreso del proyecto en el diagrama de flechas, más que en el programa de tiempos solamente. El programa de tiempos se utiliza principalmente para verificar si cada actividad está a tiempo. El efecto de una demora en cierta actividad sobre la parte restante del proyecto, puede visualizarse mejor sobre el diagrama de flechas<sup>33</sup>.

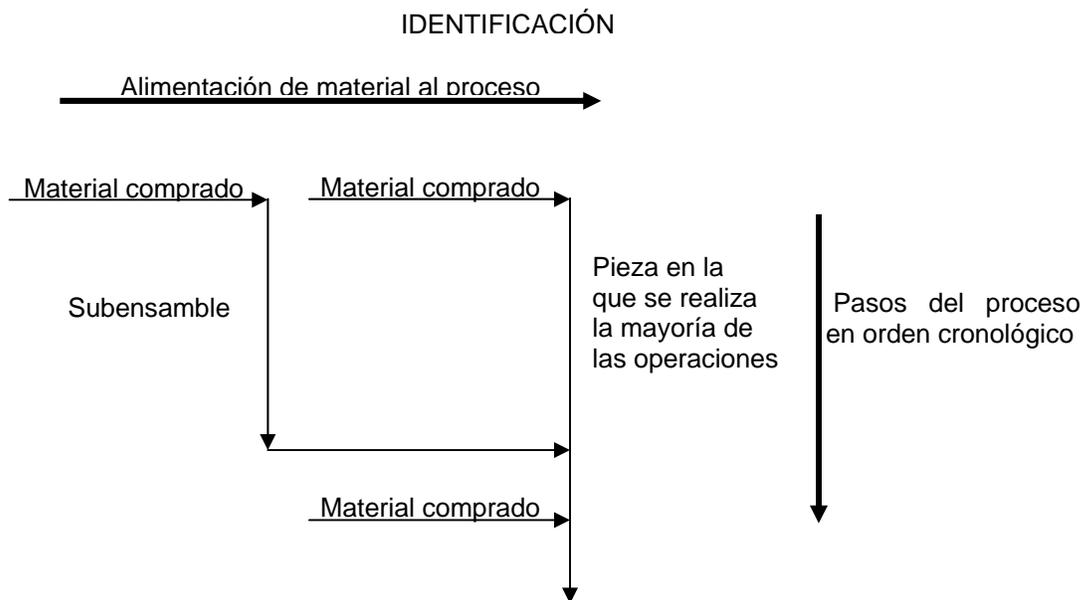
## 2.2 Fabricación

Entre los métodos gráficos para la descripción de los procesos de fabricación se encuentran: el diagrama de operaciones, de flujo y diagrama de recorrido. Estos constituyen la base para el análisis de las operaciones con el fin de tener un proceso productivo y lograr que el operario tenga una mayor satisfacción en el trabajo. Se debe conocer el proceso lo mejor posible de modo que se pueda tener el criterio necesario para unir, separar o modificar las operaciones con el propósito de hacerlas más eficientes.

### 2.2.3 Diagrama de operaciones, de flujo y diagrama de recorrido

El diagrama de operaciones muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado<sup>34</sup>. El componente más importante o chasis generalmente aparece en el extremo derecho y a los demás componentes se les asigna un espacio a la izquierda de este componente<sup>35</sup> (véase figura 7).

**Figura 7. Principios para elaborar un diagrama de operaciones**



Fuente: George Raymond. **Maynard. Manual del ingeniero industrial.** Vol 1: 3.5

Antes de principiar a construir el diagrama de operaciones de proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja: Diagrama de operaciones del proceso. Por lo general, le sigue la información de identificación, que comprende el número de pieza, el número del dibujo, la descripción del proceso, el método actual o propuesto, y la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama<sup>36</sup>. El diagrama de operaciones lo usan personas que desean una panorámica de todo el proceso<sup>37</sup>.

En la tabla 1 se presenta la descripción de los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones.

**Tabla I. Símbolos en el diagrama de operaciones**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	<b>Operación:</b> sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto.
	<b>Inspección:</b> sucede cuando se examina un objeto para identificarlo, o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características

Fuente: George Raymond. **Maynard. Manual del ingeniero industrial. Vol 1**, Pag. 3.4

El diagrama de flujo contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza el artículo en su recorrido en la planta<sup>38</sup>. En éste diagrama se siguen los pasos de un componente o material<sup>39</sup>. Vea en la tabla II el significado de los símbolos utilizados.

**Tabla II. Símbolos propios del diagrama de flujo**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	<b>Transporte:</b> se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o inspección.
	<b>Demora:</b> sucede cuando las condiciones, con excepción de las que de manera intencional modifican las características físicas o químicas del mismo, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan.
	<b>Almacenaje:</b> se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada.

Fuente: George Raymond. **Maynard. Manual del ingeniero industrial. Vol 1, Pag. 3.4**

A la representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo, se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una<sup>40</sup>.

### **2.2.2 Planificación de la producción**

Los recursos con que cuenta el gerente de producción son los siguientes: mano de obra, materiales, maquinaria, energía, tiempo. Cuando una fábrica elabora un producto todo el tiempo y lo único que cambia cada mes es la cantidad, se dice que la producción es continua<sup>41</sup>.

Sin embargo, existe otro tipo de producción llamada intermitente o por lotes y es aquella en la cual se fabrica bajo pedido especial o por venta específica. Este tipo de modelo no sigue un patrón de continuidad en la fabricación de un producto. Ejemplo de este tipo de modelos son las imprentas, talleres, etc. No se fabrican los mismos productos todo el tiempo, sino que fabrican productos del mismo género, por ejemplo los talleres de servicio mecánico, proporcionan un servicio automotor cada vez a diferente carro, igual las imprentas, fabrican todo tipo de productos relacionados con papelería, pero no necesariamente el mismo producto.

El modelo de producción intermitente se efectúa a través de las siguientes cinco etapas: venta real, plan de trabajo, programación básica, programación final y órdenes de trabajo. En la programación básica se utiliza un diagrama de Gantt modificado en el que se cargan los diferentes planes de trabajo a los diferentes departamentos involucrados respetando las precedencias de los diagramas de flujo<sup>42</sup>.

### **2.2.3 Análisis de costos**

El costo es el conjunto de elementos que se dan o invierten a cambio de obtener algo. El costo de producción está formado por la materia prima, la mano de obra y los gastos de fabricación. A la suma del costo de producción, del costo de distribución y del costo de administración se le denomina costo total<sup>43</sup>.

La materia prima es el elemento básico del proceso productivo, es el material o la parte física del producto susceptible a ser transformada a través del esfuerzo humano<sup>44</sup>. La mano de obra es el esfuerzo humano necesario para transformar la materia prima en un producto manufacturado<sup>45</sup>. Los gastos de fabricación son aquellos que no se identifica su monto en forma precisa en un artículo producido, es decir que no puede conocerse con exactitud qué cantidad de esas erogaciones han intervenido en la producción de un artículo. Ejemplos de este último costo se tienen: materiales indirectos (lubricantes, aceites, etc.), mano de obra indirecta (supervisor, gerente, etc.), energía eléctrica, renta, etc.<sup>46</sup>

Según la naturaleza de las operaciones de fabricación los costos pueden ser: costos por órdenes de fabricación o por proceso.

Los costos por órdenes de fabricación se utilizan generalmente en empresas que hacen trabajos especiales o que fabrican productos sobre pedidos, los artículos son fácilmente identificables por unidades o lotes, se usan en empresas fabricantes donde se produce una orden de acuerdo con especificaciones de un cliente, se adapta bien a las industrias de montaje o ensamble, a la industria del hierro, muebles, construcciones, a la industria del calzado, del juguete y otras de producción en masa, de unidades similares o hechos a la orden del cliente.

Según la época en que se determinan, los costos pueden ser históricos o predeterminados. Los costos históricos se obtienen después de que el producto ha sido manufacturado. Registra y resume los costos a medida que se van originando, por lo que también se le llaman costos reales, entre estos se tienen los costos por órdenes de fabricación.

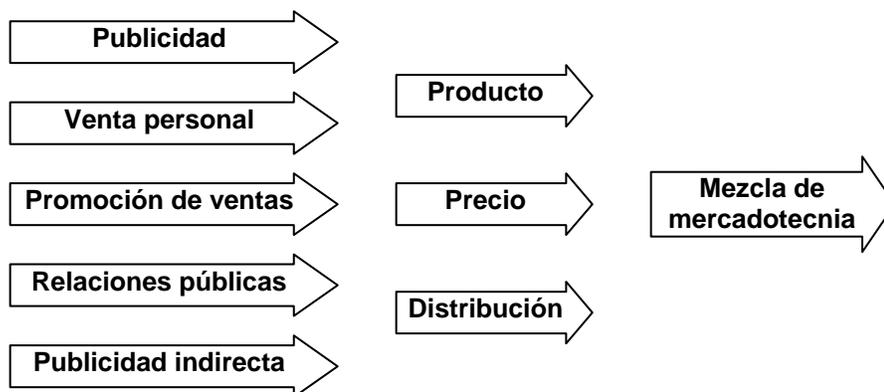
Los costos predeterminados son aquellos que se calculan antes del proceso productivo, se efectúan tomando como base ciertas condiciones futuras, tienen por objeto conocer anticipadamente los resultados de operaciones de la empresa. Un ejemplo es el costeo directo<sup>47</sup>.

El costeo directo es un sistema por el cual la determinación del costo de los artículos se hace sobre la base de los costos fijos y variables. Los costos fijos son también llamados constantes o periódicos por no estar en relación con el volumen de la producción, constituyen costos obligados como la renta, etc. Entre los costos variables está la materia prima<sup>48</sup>.

## 2.3 El programa promocional

Dentro de las actividades promocionales, la empresa tiene la oportunidad de comunicarse con clientes potenciales para dar a conocer y publicar ampliamente su producto. “Venta” y “promoción” pueden ser tratados como sinónimos. Para muchas personas, la venta sólo sugiere la transferencia de los derechos, o exclusivamente las actividades de las personas de ventas, pero no incluyen a la publicidad u otros medios que estimulan la demanda. En la forma en que aquí se define, la promoción incluye la publicidad, la venta personal y cualquier otro apoyo para las ventas<sup>49</sup> (véase figura 8).

**Figura 8. La promoción en la mezcla de mercadotecnia**



Fuente: William Stanton. **Fundamentos de mercadotecnia**. Pag. 479.

### 2.3.1 Uso de catálogos

El uso de catálogos es parte de la promoción de ventas, pues esta última está diseñada para reforzar y coordinar las ventas personales con los esfuerzos publicitarios. La promoción de ventas incluye actividades como la colocación de exhibidores en las tiendas, celebrar demostraciones comerciales y distribuir muestras, premios y cupones de descuento<sup>50</sup>.

### **2.3.2 Demostraciones personales**

Las demostraciones personales también pueden considerarse parte de la actividad de promoción de ventas. Un programa de promoción de ventas de un fabricante que está dirigido hacia los consumidores, puede ser dividido en dos grupos de actividades: las que son para informar a los consumidores, y aquellas que son para estimularlos. Para informar a los consumidores las compañías preparan folletos, hacen demostraciones, etc.<sup>51</sup>

### **2.3.3 Afiches**

Los afiches son parte de la actividad de publicidad exterior. Esto es porque la publicidad consta de todas las actividades que impliquen la presentación de un mensaje patrocinado, verbal o visual, impersonal, y relacionado con un producto, servicio o idea a un grupo. Este mensaje, llamado anuncio, se distribuye a través de uno o más medios y es pagado por un patrocinador identificado<sup>52</sup>.

La publicidad exterior es un medio flexible y de bajo costo. Puesto que llega a casi toda la población, es útil para promover productos de amplio uso que sólo requieren una afirmación breve para su venta. Es excelente como publicidad de tipo recordatorio. Hay flexibilidad de cobertura geográfica y en la intensidad de cobertura de mercado dentro del área<sup>53</sup>.

## 2.4 Investigación de mercado

La esencia de lo que se entiende por investigación de mercados la explica la definición de Richard Crisp: “es la investigación sistemática, objetiva y exhaustiva de los hechos relevantes a cualquier problema en el campo de la mercadotecnia”. La investigación de mercados se maneja con base en proyectos, con un punto de partida y de terminación<sup>54</sup>.

Después de tener el objetivo, la hipótesis y de haber realizado una investigación preliminar, se planifica una investigación formal que incluye:

### 1 Seleccionar la fuentes de información

Datos primarios: datos originales tomados especialmente para el proyecto.

Datos secundarios: datos recolectados con otro propósito como los que se encuentran en bibliotecas, fundaciones, etc.

### 2 Seleccionar los métodos de recolección de datos

Encuesta (personal, telefónica, por correo)

Observación

Experimentación

### 3 Preparar las formas para tomar los datos

### 4 Probar el cuestionario

### 5 Diseñar la muestra

### 6 Recolectar los datos

Luego se analizan e interpretan los datos, se prepara un informe y se le da seguimiento al estudio<sup>55</sup>.

### **2.4.1 Segmentación del mercado**

Un mercado es un conjunto de personas con necesidades o deseos, dinero y voluntad para gastarlo. Un mercado meta es un grupo de clientes hacia el que la organización trata de orientar su esfuerzo de mercadotecnia<sup>56</sup>.

En la segmentación del mercado, el mercado total, heterogéneo, de un producto, se divide en varios segmentos, cada uno de los cuales tiende a ser homogéneo en todos sus aspectos significativos. En lugar de hablar de máquinas portátiles de escribir, se habla de máquinas portátiles de escribir para estudiantes universitarios, para estudiantes de secundaria, para amas de casa, agentes viajeros, etc.<sup>57</sup>

Un modo importante de segmentar el mercado es dividirlo entre consumidores finales y usuarios industriales.

Los consumidores finales compran o usan productos o servicios para su uso individual o en el hogar. Se le llama “mercado de consumo”. Un ama de casa que adquiere comida y ropa, y los miembros de la familia que consumen esos productos, son clientes finales.

Usuarios industriales son las organizaciones de negocios, industriales o públicas, que compran productos o servicios para usarlos en sus propios negocios o para fabricar otros productos. Un granjero que compra fertilizante para su granja comercial, es un usuario industrial, pues el fertilizante lo usa para su negocio<sup>58</sup>. Una clasificación que proporciona una base para segmentar el mercado industrial es el siguiente:

1) Agricultura, silvicultura y pesca, 2) minería y extracción, 3) construcción, 4) manufactura, 5) transportes y comunicación, 6) comercio al mayoreo, 7) comercio al detalle, 8) finanzas, seguros y bienes raíces, 9) servicios y 10) entidades públicas<sup>59</sup>.

Una clasificación que tiene como base el uso del producto puede ser la siguiente:

1) Materias primas, 2) materiales y piezas para fabricación, 3) instalaciones, 4) equipo accesorio y 5) suministros de operación<sup>60</sup>.

Factores que afectan al mercado de los productos industriales son: el número de usuarios potenciales, su potencial de compra y los motivos y hábitos de compra<sup>61</sup>.

#### **2.4.2 Cálculo del tamaño de la muestra**

La inferencia estadística es el proceso mediante el cual se utiliza la información de los datos de una muestra para extraer conclusiones acerca de la población de la que se seleccionó la muestra<sup>62</sup>.

A menudo es necesario construir un intervalo de confianza del  $100(1-\alpha)\%$  en una proporción. Por ejemplo, supóngase que se ha tomado una muestra aleatoria de tamaño  $n$  de una gran población y que  $X (\leq n)$  observaciones en esta muestra pertenecen a la clase de interés. Entonces  $p = X/n$  es el estimador puntual de la proporción de la población que pertenece a esta clase. Nótese que  $n$  y  $p$  son los parámetros de la distribución binomial.

La distribución de muestreo de  $p$  es aproximadamente normal con media  $P$  y varianza  $P(1-P)/n$ , si  $P$  no está demasiado cerca de  $0$  ó  $1$ , y si  $n$  es relativamente grande. De tal modo que  $Z = (p - P) / (P(1 - P)/n)^{1/2}$  es aproximadamente normal estándar. Al construir un intervalo de confianza en  $P$  y sabiendo que  $Q = 1-P$ , se tiene

$$P(-Z_{\alpha/2} \leq Z \leq Z_{\alpha/2}) \cong 1-\alpha$$

$$P(-Z_{\alpha/2} \leq \frac{p - P}{(PQ/n)^{1/2}} \leq Z_{\alpha/2}) \cong 1-\alpha$$

$$P(p - Z_{\alpha/2} (PQ/n)^{1/2} \leq P \leq p + Z_{\alpha/2} (PQ/n)^{1/2}) \cong 1-\alpha$$

Desgraciadamente, los límites superior e inferior del intervalo de confianza obtenido contendrían el parámetro desconocido  $P$ . Sin embargo, una solución satisfactoria es sustituir  $P$  por  $p$  en el error estándar, lo que resulta en un *error estándar estimado*<sup>63</sup>. Además para poblaciones conocidas<sup>64</sup> se agrega el término  $((N-n) / (N-1))^{1/2}$

$$P(p - Z_{\alpha/2} (pq/n)^{1/2} ((N-n) / (N-1))^{1/2} \leq P \leq p + Z_{\alpha/2} (pq/n)^{1/2} ((N-n) / (N-1))^{1/2}) \cong 1-\alpha$$

Por lo tanto, en situaciones en las que puede seleccionarse el tamaño de la muestra, se puede elegir  $n$  de manera que exista una confianza del  $100(1-\alpha)$  por ciento de que el error sea menor que algún valor especificado  $e$ .

$$e = Z_{\alpha/2} (pq/n)^{1/2} ((N-n)/(N-1))^{1/2}$$

El tamaño de la muestra apropiado es:

$$n = (pq) / ( (e^2/Z_{\alpha/2}^2) + (pq/N) )$$

Coefficiente de confianza:  $(1-\alpha)$ <sup>65</sup>

Nivel de confianza:  $100(1-\alpha)\%$

Error máximo:  $e$

Valor estándar para un nivel de confianza:  $Z_{\alpha/2}$

Tamaño de la población:  $N$

Tamaño de la muestra:  $n$

Estimador puntual de la proporción de la población:  $p$

Complemento de  $p$ :  $q = 1-p$

## 2.5 Estudio financiero

En el estudio financiero se analiza el punto de equilibrio y la rentabilidad de un proyecto de inversión. Las medidas de rentabilidad que se pueden utilizar son la rentabilidad sobre los ingresos y sobre las ventas, y la tasa interna de retorno.

### 2.5.1 El punto de equilibrio

En el análisis del punto de equilibrio se llega a conocer el volumen de ventas necesario para recuperar los costos fijos y variables, o sea, donde la empresa no reporta ni pérdida ni ganancia. La fórmula a aplicar es:<sup>66</sup>

$$P.E = C.F / (P.V - C.V)$$

P.E = Punto de equilibrio

C.F = Costo fijo

C.V = Costo variable unitario

P.V = Precio de venta unitario

### 2.5.2 Rentabilidad sobre los ingresos y sobre la inversión

Por otro lado, hay un buen número de medidas de rentabilidad y cada una de ellas relaciona los resultados positivos de la empresa con las ventas, los activos o el capital. Estas medidas permiten al analista evaluar las ganancias de la empresa con respecto a un nivel dado de ventas, de activos o de la inversión.

Se tienen por ejemplo, los índices netos de la rentabilidad sobre los ingresos y sobre la inversión.

Rentabilidad sobre los ingresos = (Ganancia neta / ventas) x 100

Rentabilidad sobre la inversión = (Ganancia neta / inversión) x 100

Inversión = Costos fijos + total gastos variables de las unidades vendidas<sup>67</sup>

### **2.5.3 Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) es el interés que hace que el valor presente neto de los ingresos y egresos sea cero, es decir, el interés que hace que el valor presente de los ingresos sea igual al de los egresos. Ésta se emplea en general para determinar la tasa de rentabilidad de un proyecto específico, que refleja los beneficios del mismo en términos porcentuales. No se usa para comparar proyectos entre sí. Para su determinación se debe elaborar el flujo de caja, luego la ecuación del valor presente neto de los ingresos y egresos y se iguala a cero. El valor del interés en la ecuación se determina por tanteo, la cual constituye la tasa interna de retorno<sup>68</sup>.



### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL

Tanto las fortalezas como las debilidades de una organización pueden incentivar la consecución de objetivos. La existencia de una fortaleza sugiere la realización de actividades para su aprovechamiento y el reconocimiento de una debilidad puede ser el primer paso para su eliminación. Por ello, en el presente capítulo se analiza la situación actual de la infraestructura, el equipamiento y la administración del Taller de prototipos para la enseñanza de la física.

#### 3.1 Edificación

La calidad de la edificación contribuye al buen desempeño del elemento humano. El presente análisis considera el techo, las paredes, el piso así como la limpieza, ventilación e iluminación.

1) **Techo:** La cubierta superior del edificio está compuesta por varias piezas de lámina curva acanalada de aluzinc, por lo que es muy estético y funcional. Se encuentra en buenas condiciones, aunque recientemente se le efectuó mantenimiento correctivo dada una perforación hecha quizás por un impacto de bala.

2) **Paredes:** Los muros exteriores son de ladrillo tubular sin repello, pintados de color blanco sólo en la parte interior. En cuanto a los muros interiores, algunos son de ladrillo pintados de color blanco y otros están construidos con planchas prefabricadas de tabla-yeso. Algunas paredes presentan fisuras.

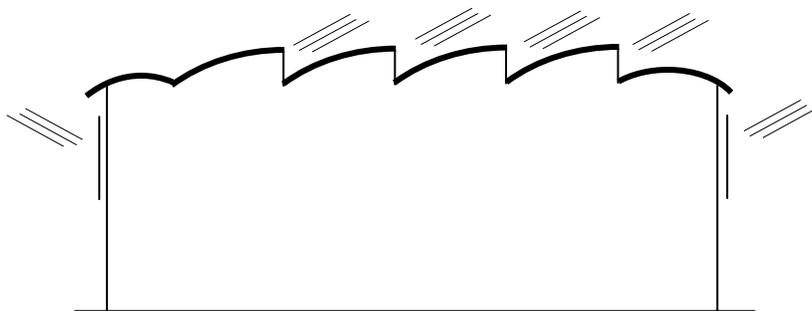
3) **Piso:** Éste es de cemento y en el área de mecánica hay una sección con piso sobrepuesto de madera. En el área del laboratorio se observa una fisura de poca importancia.

4) **Limpieza:** El personal de limpieza de la Universidad de San Carlos no presta el servicio al taller y éste no cuenta con personal para este propósito. El principal problema en este aspecto es el polvo, el cual se introduce a través de las ventanas que les hace falta algunas partes de vidrio o que no han sido cerradas por estar demasiado altas.

5) **Ventilación:** La renovación del aire dentro del taller se lleva a cabo de manera natural a través de las ventanas las cuales están dispuestas principalmente en las paredes con dirección este-oeste, por lo que reciben predominantemente el viento con dirección norte-sur.

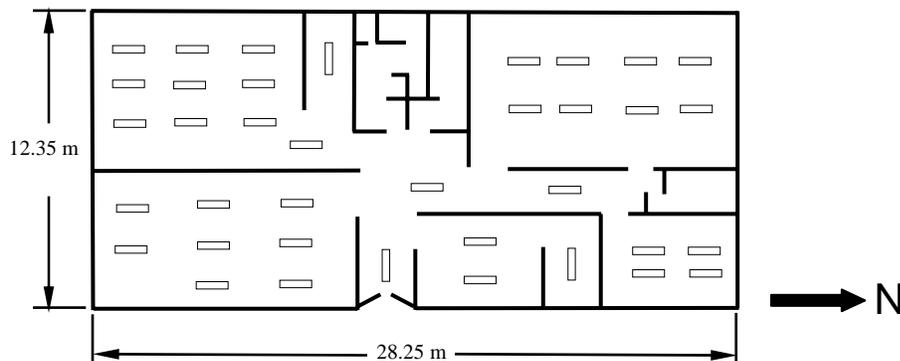
El área de ventanas con paletas de vidrio es aproximadamente de 52.97 m<sup>2</sup>, estimándose que constituye un 20% del total de área de las paredes exteriores (véase figura 9).

**Figura 9. Distribución de ventanas para iluminación natural y ventilación**



**Iluminación:** Ése obtiene de manera combinada con luz natural y artificial. La iluminación natural es debida a la luz del sol, la cual entra a través de las ventanas, la mayoría de las cuales están colocadas a 4.1 m del piso, y por medio de elementos traslúcidos en la cubierta de aluzinc. La iluminación artificial de las áreas principales se logra con la instalación de 37 luminarias. Cada luminaria tiene 4 lámparas de gas neón de 40 Watts cada una, colocadas a una altura aproximada de 3 m en las áreas de trabajo y 3.6 m en los pasillos (véase figura 10).

**Figura 10. Distribución de las luminarias**



Al considerar la tabla III se comparó la información de la columna “características” con las actividades que se realizan en el taller y se estableció que las áreas de metales, carpintería y laboratorio de física o sala de recepción se encuentran en la clasificación D, y el laboratorio de electrónica en la clasificación E.

**Tabla III Rangos D y E de iluminancia en Lux**

Identificación	Rango (Lux)	Características
D	200 - 300 - 500	Trabajo de gran contraste o tamaño. Lectura de originales y fotocopias buenas. Trabajo sencillo de inspección o de banco.
E	500 - 750 - 1500	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño. Lectura a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o de banco.

Fuente: Koenigsberger Rodolfo. **Ingeniería eléctrica 2**. Pag. 60

Para escoger uno de los tres valores de la columna “rango”, primero se utiliza la tabla IV. En ésta se tomaron los valores -1, 1 y -1, dado que se escogieron las características que aparecen sombreadas en la tabla.

**Tabla IV Factores de peso**

	-1	0	1
<b>Edad</b>	< 40	40-55	> 55
<b>Velocidad o exactitud</b>	No importa	Importante	<b>Crítico</b>
<b>Reflectancia alrededores</b>	> 70	30-70 %	< 30 %

Fuente: Koenigsberger Rodolfo. **Ingeniería eléctrica 2**. Pag. 60

Al sumar estos tres valores se obtiene como resultado -1. Al comparar este resultado con los valores de la tabla V se concluye que se debe tomar el valor medio de la columna “rango” de la tabla III.

**Tabla V Criterios para la selección del valor**

<b>-2 ó -3</b>	Usar el valor inferior
<b>-1, 0 , +1</b>	Usar el valor medio
<b>+2 ó +3</b>	Usar el valor superior

Fuente: Koenigsberger Rodolfo. **Ingeniería eléctrica 2**. Pag. 60

En la tabla VI se presentan los niveles actuales de iluminación en Lux de áreas importantes del taller de prototipos, así como los niveles de iluminación que deberían de tener y que fueron tomados de la tabla III.

**Tabla VI Niveles de iluminación de áreas importantes del taller**

<b>Área</b>	<b>Nivel actual (Lux)</b>	<b>Nivel requerido (Lux)</b>
Metales	412	300
Carpintería	338	300
Laboratorio de física	380	300
Laboratorio de electrónica	204	750

En la tabla anterior se observa que las áreas de metales, carpintería y el laboratorio de física cumplen con los requerimientos de iluminación, no así el laboratorio de electrónica en el cual el nivel de iluminación es muy deficiente en comparación con el nivel requerido.

## **3.2 Mobiliario y equipo**

El mobiliario y equipo es un factor importante junto con la habilidad humana en la elaboración de un producto de calidad. Se analiza a continuación el mobiliario y equipo de las áreas de dibujo, laboratorio, bodega, taller de metal y maderas.

### **3.2.1 Área de dibujo**

El área de dibujo está ubicado en la sala de recepción y cuenta con el siguiente mobiliario y equipo:

#### **1) Mesa de dibujo**

Cantidad: 2

Características: las dimensiones del tablero son 101 x 76 cms. y es de madera. Las patas son metálicas.

Estado: en buenas condiciones.

#### **2) Banco**

Cantidad: 2

Características: asiento y respaldo de cuerina y están acolchonados. Sus patas son metálicas y tienen altura variable,

Estado: en buenas condiciones.

#### **3) Regla paralela**

Cantidad: 1.

Características: regla corrediza, sujeta a la mesa por una cuerda y 4 clavijas.

Estado: en buenas condiciones.

**4) Escuadra**

Cantidad: 1

Características: plástica y transparente, 45 grados

Estado: en buenas condiciones.

**3.2.2 Laboratorio**

El laboratorio es el área en donde se efectúan las pruebas con el equipo elaborado. Cuenta con una superficie de 12.41 m x 5.44 m y el mobiliario es el siguiente:

**1) Mesa de trabajo**

Cantidad: 12

Características: superficie de fórmica con dimensiones de 180 x 80 centímetros.

Estado: una de ellas tiene despegada la superficie de fórmica

**2) Banco**

Cantidad: 48

Características: asiento y respaldo acolchonado.

Estado: la cuerina se encuentra en buenas condiciones.

**3) Pizarrón**

Cantidad: 1

Características: superficie de fórmica blanca. 2.44 x 1.22 metros

Estado: se encuentra en buenas condiciones.

#### **4) Armario**

Cantidad: 2

Características: metálico, de dos hojas, color beige

Estado: uno de ellos tiene desperfectos en la chapa.

#### **5) Anaquel aéreo**

Cantidad: 4

Características: metálico, con vidrio en la parte frontal

Estado: se encuentran en buenas condiciones.

### **3.2.3 Taller de metal y maderas**

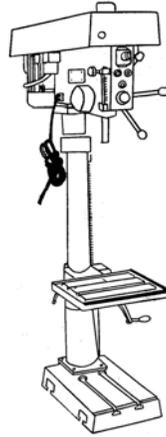
Una de las fortalezas del taller es su maquinaria y herramienta la cual está al servicio de la fabricación de equipo para experimentación en Física. Ésta permite darle forma a la materia prima hasta convertirla en un producto que es la materialización de una idea. Se presenta a continuación una descripción de algunas máquinas y herramientas del taller.

#### **❖ Máquinas del área de metales**

##### **1) Taladro de pedestal**

- Marca: Huvema
- Función: sujetar, hacer girar y avanzar una broca para hacer un agujero.
- Características: motor eléctrico de 220/380 voltios, trifásico, 3.4/2 amperios, 1400 revoluciones por minuto, 1 HP. Entre las características mecánicas del taladro se encuentra el hecho de que se puede variar la rotación de 700 a 1800 revoluciones por minuto.
- Estado: en buenas condiciones (véase figura 11).

**Figura 11. Taladro de pedestal**



**Manual de operaciones**, página de portada.

## **2) Soldadora**

- Marca: Básica
- Función: generar un voltaje y corriente ajustable para soldar
- Características: capacidad de conexión a 220/380, trifásico, voltaje de fundición: 48-70 voltios, 40-135 amperios.
- Estado: en buenas condiciones.

## **3) Sierra para metales**

- Marca: Huvema
- Función: hacer cortes transversales de varillas, angulares etc., de metal
- Características: motor eléctrico con capacidad de conexión a 220/380 V, 0.95/1.32 kW, 2.5/3.3 A, 1400/2800 rpm. El disco tiene un diámetro de 25 cm.
- Estado: en buenas condiciones, recientemente se le afiló el disco.

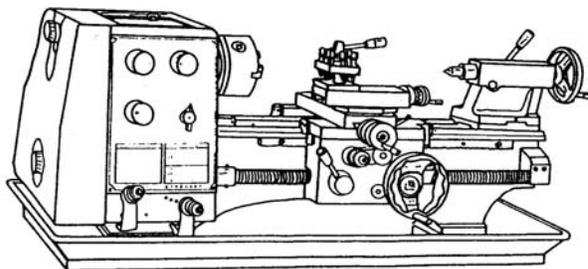
#### 4) Compresor de aire

- Marca: Huvema
- Función: permite que se pueda pintar por atomización sobre una superficie.
- Características: el motor eléctrico es marca Baldor, monofásico, 20.4/10.2 A, 115/230 V.
- Estado: en buenas condiciones.

#### 5) Torno para metales

- Marca: Huvema
- Función: disminuir el diámetro de una pieza cilíndrica o darle al extremo una superficie lisa y a escuadra con la línea longitudinal
- Características: el motor eléctrico es trifásico, 220/380 V, 3.4/2 A, 1400rpm, 1 HP. Entre las características mecánicas se tiene que puede trabajar a diferentes revoluciones por el acople de engranajes, la longitud de bancada es de 1.03 m.
- Estado: en buenas condiciones (véase figura 12).

**Figura 12. Torno para metales**

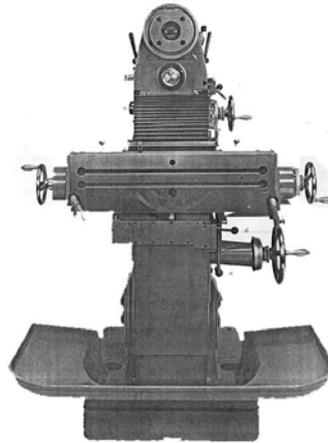


**Manual de instrucciones, página 13.**

## 6) Máquina fresadora

- Marca: Thial
- Función: hacer cortes, ranuras, superficies planas. Permite hacer piezas como engranajes, etc.
- Características: el motor eléctrico trabaja a 1.6 kW, 220/380 V, 6.75/3.9 A.
- Estado: un engranaje helicoidal tiene dos dientes quebrados por lo que la máquina se encuentra actualmente fuera de funcionamiento (véase figura 13).

**Figura 13. Máquina fresadora**



**Manual de instrucciones, página 8.**

## 7) Amoladora (esmeril)

- Marca: Huvema
- Función: afilar herramientas, pulir piezas, remover material.
- Características: motor eléctrico, capacidad de conexión a 220/380, trifásico, 3.1/1.8 A, 3000 rpm, 900 W .
- Estado: en buenas condiciones.

## 8) Prensa hidráulica

- Marca: Allegri
- Función: prensar una pieza contra otra, por ejemplo, al introducir un eje dentro de un cojinete .
- Características: presión máxima de 10 toneladas.
- Estado: en buenas condiciones.

## 9) Dobladora de lámina

- Marca: Jorg
- Función: doblar lámina al ángulo deseado .
- Características: tiene una longitud de 1.05 m, la lámina puede tener un grosor máximo de 1.6 mm .
- Estado: en buenas condiciones.

## 10) Cortadora de lámina

- Marca: Peddinghaus
- Función: cortar lámina de metal.
- Características: brazo largo para una mayor palanca.
- Estado: en buenas condiciones.

## ❖ Herramientas del área de metales

### 1) Tijera para cortar lámina

- Marca: Stanley
- Función: hacer cortes rectos o curvos en lámina.
- Estado: en buenas condiciones.

## **2) Llaves de tuercas boca y corona**

- Marca: Ace
- Función: hacer girar tuercas o tornillos.
- Características: números 7 a 22 .
- Estado: en buenas condiciones.

## **3) Prensa de banco**

- Marca: Páramo
- Función: sujetar piezas de trabajo cuadradas, redondas etc. para cortarlas, limarlas, machuelarlas, etc.
- Características: incorpora un yunque.
- Estado: en buenas condiciones.

## **4) Vise grip**

- Marca: Elora
- Función: herramienta ajustable para sujetar piezas redondas o planas con mayor presión que el alicate.
- Estado: en buenas condiciones.

## **5) Calibrador Vernier**

- Marca: Inox
- Función: herramienta de medición .
- Características: precisión de 0.02 mm .
- Estado: de los tres que hay en existencia, uno está desajustado.

## 6) Regla de acero

- Marca: Hara
- Función: tomar medidas rápidas o que no requieren mucha precisión.
- Características: 30 cm de longitud.
- Estado: en buenas condiciones.

## 7) Arco para sierra de mano

- Marca: Snap-on
- Función: sujetar la sierra para cortar metales.
- Estado: en buenas condiciones.

## 8) Llave ajustable (cangrejo)

- Marca: Allen
- Función: hacer girar tuercas o tornillos de medidas poco comunes.
- Estado: en buenas condiciones.

## 9) Alicata (pinza )

- Marca: Elora
- Función: sujetar piezas redondas o planas, corte de alambre
- Estado: en buenas condiciones.

## 10) Destornillador Phillips

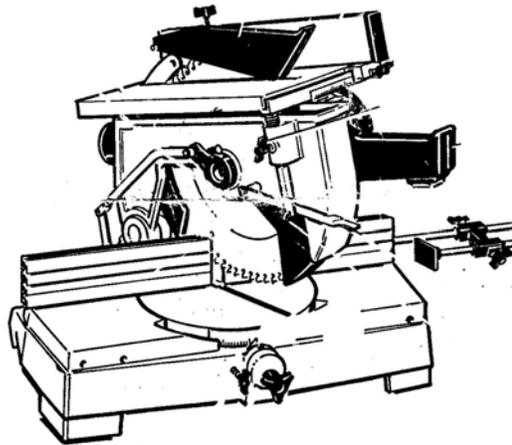
- Marca: Allen
- Función: para tornillos con ranura en forma de cruz.
- Estado: en buenas condiciones.

## ❖ Máquinas del área de carpintería

### 1) Sierra de inglete

- Marca: Huvema
- Función: Corte de reglas, varillas, tubos, barras, diferentes ángulos.
- Características: motor eléctrico, 220 V, 1kW, 4.5 A, 2890 rpm. El disco tiene un diámetro de 30 cm.
- Estado: en buenas condiciones (véase figura 14).

**Figura 14. Sierra de inglete**



Manual de instrucciones, página 1.

### 2) Sierra circular

- Marca: LGF
- Función: cortes largos paralelos a un extremo.
- Características: motor eléctrico de 3 kW de potencia, capacidad de conexión a 220/380 v, trifásico, 2850 rpm. Se le puede acoplar discos hasta un diámetro de 12”.
- Estado: en buenas.

### 3) Sierra de cinta

- Marca: Huvema
- Función: cortes de contorno o para remover secciones internas
- Características: motor eléctrico con conexión a 220 V, 50 Hz. Longitud de la sierra: 14”.
- Estado: en buenas condiciones (véase figura 15).

**Figura 15. Sierra de cinta**



**Manual de instrucciones**, página de portada.

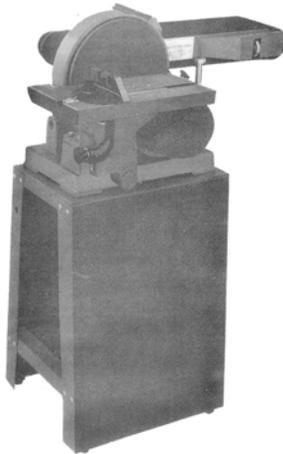
### 4) Torno para madera

- Marca: Huvema
- Función: disminución de diámetro en piezas cilíndricas de madera
- Características: motor eléctrico con una potencia de 0.37 kW, 220 V, 1400 rpm, 6 A. Variación de velocidades por acople de poleas y fajas. Longitud de bancada: 125.5 cm
- Estado: en buenas condiciones.

### 5) Lijadora de banda

- Marca: Huvema
- Función: pulido de superficies de piezas de madera
- Características: motor eléctrico con conexión a 220 V, ¼ HP, 6 A, 1450 rpm, 50 Hz. Banda de 15 x 122 cm.
- Estado: le hace falta la banda (véase la figura 16).

**Figura 16. Lijadora de banda**



**Manual de instrucciones, página de portada.**

### ❖ Herramientas del área de carpintería

#### 1) Serrucho profesional

- Marca: Stanley
- Función: cortar madera
- Características: 22" de longitud
- Estado: en buenas condiciones.

## 2) Destornilladores de castigadera

- Marca: Stanley
- Función: para tornillos de ranura simple.
- Estado: en buenas condiciones.

## 3) Cepillo manual

- Marca: England
- Función: remueve material y deja una superficie lisa y plana
- Características: 14" de longitud.
- Estado: en buenas condiciones.

## 4) Martillo de goma

- Marca: Stanley
- Función: utilizado en operaciones de ensamble, no daña la superficie de trabajo.
- Estado: en buenas condiciones.

## 5) Martillo de carpintero

- Marca: sin marca
- Función: utilizada para clavar.
- Características: con mango de madera.
- Estado: en buenas condiciones.

## 6) Prensa en forma de "C"

- Marca: Stanley
- Función: sujetar dos piezas de trabajo entre sí.
- Características: abertura máxima de 2", entre otras.
- Estado: en buenas condiciones.

### 3.2.4 Bodega

La bodega de materia prima resguarda y protege los materiales que tienen un uso potencial en el taller como tornillos, tuercas, alambre, pintura, etc. Dispone de una superficie de 2.10 m x 1.5 m. y una altura de 2.95 m. No permite el almacenaje de perfiles de metal muy largos dado su tamaño por lo que éstos se colocan en el área de metales. Se encuentra en buenas condiciones. Cuenta con el siguiente mobiliario:

#### 1) Estante

- Función: permite tener el material en forma ordenada para su rápida localización haciendo uso eficiente del espacio
- Cantidad: 4
- Características: metálico, 2.15 x 1 x 0.51 metros. La altura de los espacios es variable.
- Estado: buenas condiciones.

#### 2) Armario

- Función: resguardar literatura técnica y científica entre otros objetos
- Cantidad: 1
- Características: metálico, 1.95 x 0.92 x 0.46 metros
- Estado: buenas condiciones.

#### 3) Casillero aéreo

- Función: resguardar material
- Cantidad: 1
- Características: metálico, 2 x 0.67 x 0.4 metros. Permite colocar objetos hasta de 32 cm. de alto.
- Estado: buenas condiciones.

### **3.3 Generación de ideas**

El propósito del taller es la elaboración de equipo para experimentación en física. Antes de que se elabore un equipo éste tiene que existir como una idea con la intención de llevarlo a la práctica. Las ideas son las que generan los proyectos y la producción.

Actualmente el Taller de Prototipos no tiene asignado un departamento, es decir un grupo de personas o una persona, para que genere ideas de equipo demostrativo o de laboratorio para el área de física; el personal actual del taller no tiene planificado un tiempo para la generación de ideas, lo que implica meditar sobre un tema, investigar en publicaciones y reunirse para un intercambio de las mismas utilizando un método.

Si ha habido ideas, éstas han sido aisladas y no regulares. Los proyectos muchas veces surgen a solicitud de personas que requieren los servicios del taller. Además no existen formatos adecuados para la presentación de proyectos de equipo para experimentación en física.

#### **3.3.4 Productos actuales**

Entre los productos ya elaborados se tienen los siguientes:

##### **1) Disparador**

- a) Propósito: Demostración de la relación entre la caída libre y el tiro horizontal.

- b) Características: mientras se sujeta el aparato con una mano, con la otra se acciona un gatillo, lo que hace que el mecanismo deje caer una bola plástica y al mismo tiempo dispare otra en dirección horizontal. Las dos bolas deben tocar el piso en forma simultánea.
- c) Producción: eventual.

## 2) Ticómetro

- a) Propósito: Imprime una marca sobre una cinta de papel en intervalos iguales de tiempo.
- b) Características: al girar el eje del motor, este hace que una bolita metálica golpee sobre una rueda de papel carbón, el cual imprime una marca sobre una cinta de papel que se desliza.
- c) Producción: actualmente no se produce.

## 3) Péndulos

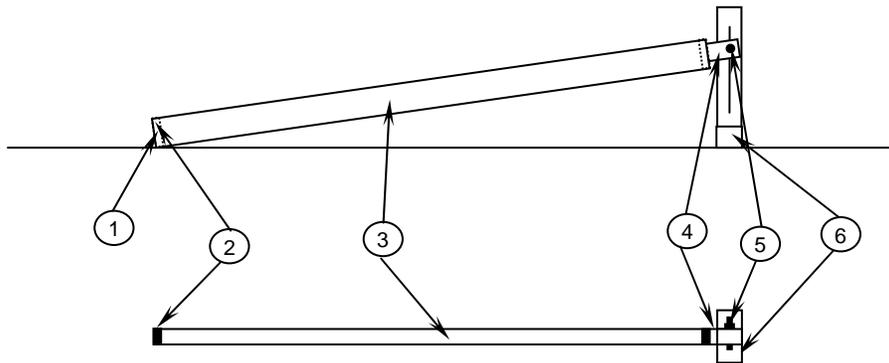
- a) Propósito: Demostración de la dependencia entre la resonancia y la frecuencia natural de un péndulo.
- b) Características: se compone de un eje al cual están sujetos, un péndulo físico y varios péndulos simples. El péndulo físico tiene una masa a la cual se le puede variar su altura. Al hacer oscilar el péndulo físico, el péndulo simple con frecuencia natural similar a éste, oscilará con una amplitud mayor que la de los demás.
- c) Producción: eventual.

#### 4) Riel para perinola

- a) Propósito: práctica del movimiento rectilíneo uniformemente variado.
- b) Características: permite tener tiempos grandes, lo cual hace que se tenga mayor exactitud en las mediciones. Tiene inclinación variable. La base es de madera y el canal es de aluminio.
- c) Producción: eventual.

En la figura 17 se presenta el dibujo de montaje del riel, con las vistas lateral derecha y superior.

**Figura 17. Riel elaborado en el taller de prototipos**

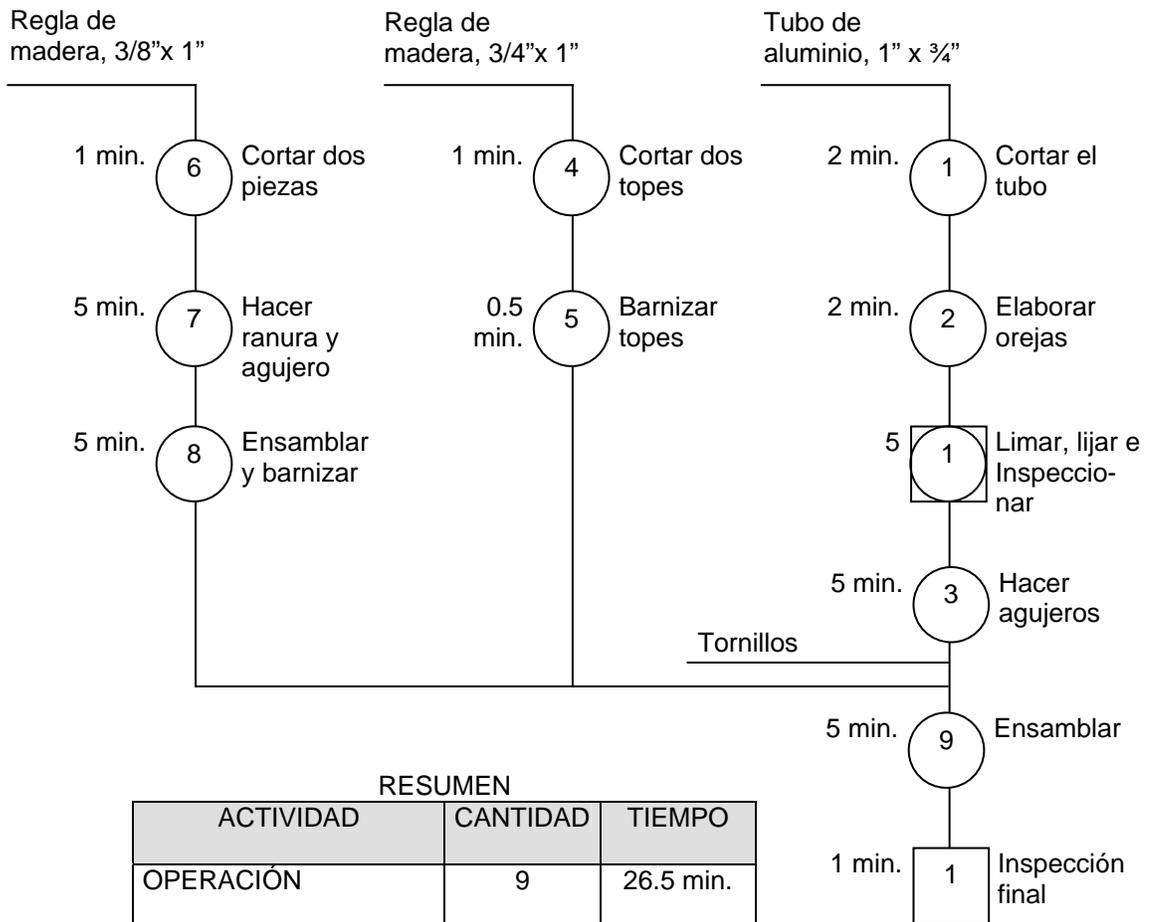


1) Tornillos, 2) tope de madera, 3) canal, 4) orejas, 5) tornillo con mariposa, 6) base

Para la elaboración se puede trabajar en forma independiente el tubo de aluminio al cual de le hacen cortes transversales y un corte longitudinal para formar el canal. Con el material sobrante se hacen las orejas. Se liman y liján los bordes. Después de hacer las bases y los tacos de madera se atornillan al canal. En la figura 18 se presenta el diagrama de operaciones para el riel.

**Figura 18. Diagrama de operaciones del riel**

<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES</b>	
<b>EQUIPO:</b> Riel para movimiento rectilíneo uniforme	<b>ELABORADO POR:</b>
<b>INSTITUCIÓN:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la IFísica	<b>Carlos Sánchez V.</b>



### **3.4 Administración de proyectos de investigación y desarrollo**

El propósito principal del Taller de Prototipos es crear equipo nuevo, y es razonable esperar que esta actividad tenga mucha incertidumbre en sus variables de tiempo, calidad y costo. Sin embargo, sería deseable reducir al menos en alguna medida esa incertidumbre por medio de planificar, organizar, dirigir y controlar esas variables.

Actualmente el taller no cuenta con un procedimiento formal para aceptar proyectos. Las personas interesadas en que se les fabrique un equipo presentan muchas veces sus ideas en forma verbal o con un croquis. No se tiene como meta una determinada cantidad de proyectos de investigación y desarrollo en un período de tiempo, como tampoco se cuenta con una herramienta para la planificación y control de proyectos.

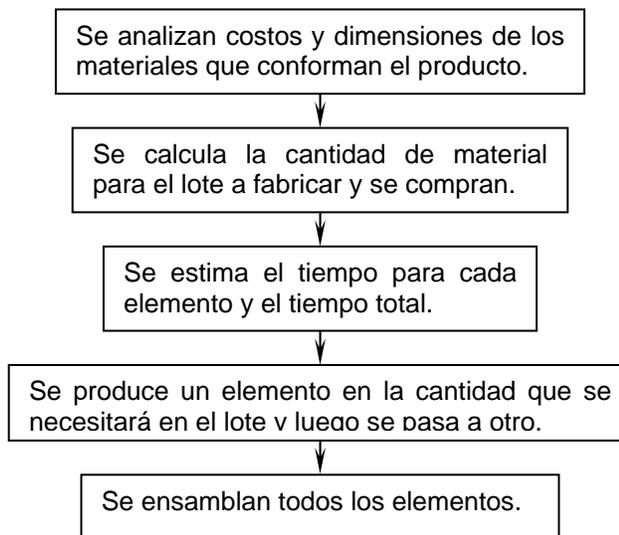
### **3.5 Planificación de la producción de equipo docente**

Después de que son creados los modelos o prototipos, éstos pueden ser requeridos en determinadas cantidades. El taller sí ha producido equipo en grandes cantidades, y entre quienes lo han requerido se encuentra el Centro Regional Universitario de Cobán, sin embargo, el taller no cuenta con diagramas de procesos adecuados que contengan el orden de las operaciones de fabricación, el tiempo requerido para las mismas y el material y el instante en que se necesitará.

Tampoco se tiene un programa de producción que permita proponer una fecha de entrega o llevar un control de las actividades y efectuar las correcciones necesarias a fin de cumplir con la fecha de entrega y optimizar los recursos.

Cuando se va a hacer cierta cantidad de un producto se sigue el procedimiento que se muestra en la figura 19.

**Figura 19. Procedimiento actual para la planificación de la producción**



En el caso del riel para el movimiento rectilíneo uniforme se tiene el siguiente costo total:

Costo total = Costo de materia prima + costo de mano de obra (Sólo cuando lo fabrica una persona o empresa ajena al taller)

$$\text{Costo total} = \text{Costo de materia prima} = Q 20.15$$

### **3.6 Promoción del equipo elaborado**

Muchas personas o instituciones no requieren de los productos del taller porque desconocen su existencia, así como los beneficios y precios de sus productos. El precio de los productos se establece como el doble de material. De modo que el caso del riel mencionado anteriormente, se tiene lo siguiente:

$$\text{Precio} = 2 \times \text{costo de materia prima} = 2 \times \text{Q } 20.15 = \text{Q } 40.30$$

En la práctica no se recibe dinero, si no más bien se pide el doble del material que se va a utilizar.

Actualmente, el taller no tiene un programa de proyección a instituciones educativas a través de demostraciones de equipo ni una guía para hacer las presentaciones. Además no existe un formato para la recepción de pedidos, la comunicación y los acuerdos entre las diferentes personas involucradas se efectúan sin formalidades escritas.

Los materiales que se utilizan para la elaboración de un lote se deben de calcular para cada nuevo pedido, además no existe un empaque para los productos.







## **4. PROPUESTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

El análisis de la situación actual del taller de prototipos reveló la necesidad de implementar un plan de actividades, así como un sistema de generación de ideas y un procedimiento para la ejecución de proyectos, por lo que el presente capítulo está dirigido a satisfacer estas necesidades.

### **4.1 El proceso creativo**

El proceso creativo comprende una serie de actividades que van desde la concepción de una idea hasta su materialización. Las actividades del taller de prototipos se podrían agrupar en procesos creativos a los cuales se les pueden denominar proyectos. Al igual que muchas instituciones, el taller debería de adoptar la administración de proyectos como su forma de vida.

#### **4.1.1 Planificación y control de proyectos de equipo para experimentación**

En general, el taller de prototipos ofrece el siguiente producto: equipo en su versión original para laboratorios de verificación de principios físicos. Por esta razón los proyectos del taller de prototipos se consideran de investigación y desarrollo, además de tomar en cuenta las siguientes:

- 1 Se busca la respuesta a una pregunta científica al verificar una ley o hipótesis planteada.
- 2 Se buscan soluciones a problemas técnicos (mecánicos, eléctricos) para la elaboración del equipo,
- 3 Se efectúan cambios positivos o mejoras en equipos ya existentes en aspectos técnicos, económicos y pedagógicos, y
- 4 Se crean nuevos productos.

Dado lo anterior la rutina de actividades de investigación y desarrollo del taller debe comprender las siguientes fases:

- 1 Elaboración de un anteproyecto con el siguiente contenido
  - a) Manual preliminar de utilización del equipo:
    - 1 Tema de la práctica
    - 2 Introducción
    - 3 Objetivos (Verificación de una ley o hipótesis)
    - 4 Marco teórico
    - 5 Descripción del equipo
    - 6 Montaje del equipo
    - 7 Instrucciones para la ejecución de la práctica
    - 8 Método para el cálculo de error
  - b) Guía técnica
    - 1 Croquis a pulso o dibujos con instrumentos del equipo.
    - 2 Listado de materiales sugeridos.

c) Planificación de las actividades para la elaboración del equipo

- 2 Elaboración del equipo
- 3 Validación del equipo
  - a) Por parte de profesores de física
  - b) Por parte de estudiantes universitarios o diversificado
- 4 Manual final para la utilización del equipo
- 5 Elaboración de diagramas de operaciones, listados de materiales y dibujos finales para la fabricación
- 6 Conformación de 3 juegos del equipo
  - a) Uno para el Departamento de Física
  - b) Dos para el taller de prototipos

Un plan de actividades incluye establecer metas de producción en el tiempo, el cual puede ser:

- a) Un proyecto pequeño cada semana (Tabla VII)

**Tabla VII. Distribución de las fases de un proyecto pequeño en la semana**

Día	Vi	Lu	Ma	Mi	Ju
Fase	1	2	2	2,3	4,5,6

- b) Un proyecto grande cada mes. (Tabla VIII)

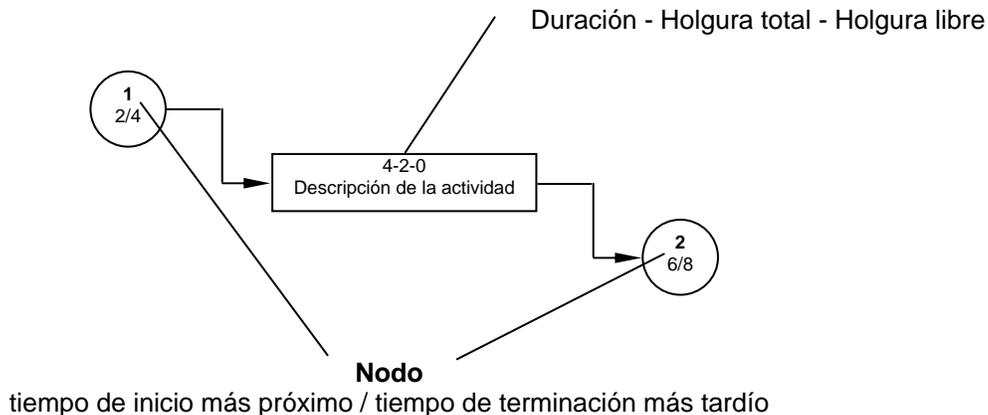
**Tabla VIII. Distribución de las fases de un proyecto grande en el mes**

Semana	1 <sup>a</sup> .	2 <sup>a</sup> .	3 <sup>a</sup> .	4 <sup>a</sup> .
Fase	1, 2	2	2, 3	4, 5, 6

Dada la naturaleza de los proyectos de investigación y desarrollo, éstos incluyen tanteos y pruebas, lo que aumenta la incertidumbre en cuanto a los recursos a utilizar. Se observa entonces la necesidad de una técnica de planificación que tome en cuenta la incertidumbre, que sea flexible al momento de necesitarse cambios en la cantidad de actividades o en la duración de las mismas. Una técnica que muestre las interdependencias de las actividades y por último que sirva como herramienta de control. Es por ello que se propone la utilización de la técnica PERT-CPM para la planificación y control de los proyectos del taller de prototipos.

Para la utilización de la técnica se presentan las convenciones del diagrama de red en la figura 20.

**Figura 20. Convenciones en el diagrama de red para PERT-CPM**



Se desea planificar las actividades para elaborar un equipo el cual es parte de la práctica que tiene el tema: “Transformación de la energía potencial elástica en cinética”. La tabla IX muestra la precedencia en las actividades y sus tiempos respectivos.

**Tabla IX. Precedencias y tiempos de las actividades**

	<b>Actividad</b>	<b>Precede</b>	<b>Tpr</b>	<b>To</b>	<b>Tp</b>	<b>Te</b>
A	Hacer sujetador 1	-	2.5	1.5	3	2.4
B	Agujeros a recipiente	-	0.5	0.2	1	0.5
C	Hacer sujetador 2	A	2.5	1.5	3	2.4
D	Probar masas con sujetador 1	A,B	1.0	0.5	2	1.1
E	Hacer sujetador 3	C	2.5	1.5	3	2.4
F	Probar masas con sujetador 2	C,D	1.0	0.5	2	1.1
G	Probar masas con sujetador 3	E,F	1.0	0.5	2	1.1
H	Hacer pieza con masa encontrada	G	2.5	1.5	3	2.4

**Tpr** Tiempo más probable

**To** Tiempo optimista

**Tp** Tiempo pesimista

**Te** Tiempo estimado

Cálculo de muestra del tiempo estimado (actividad E):

$$Te = (To + 4* Tpr + Tp) / 6$$

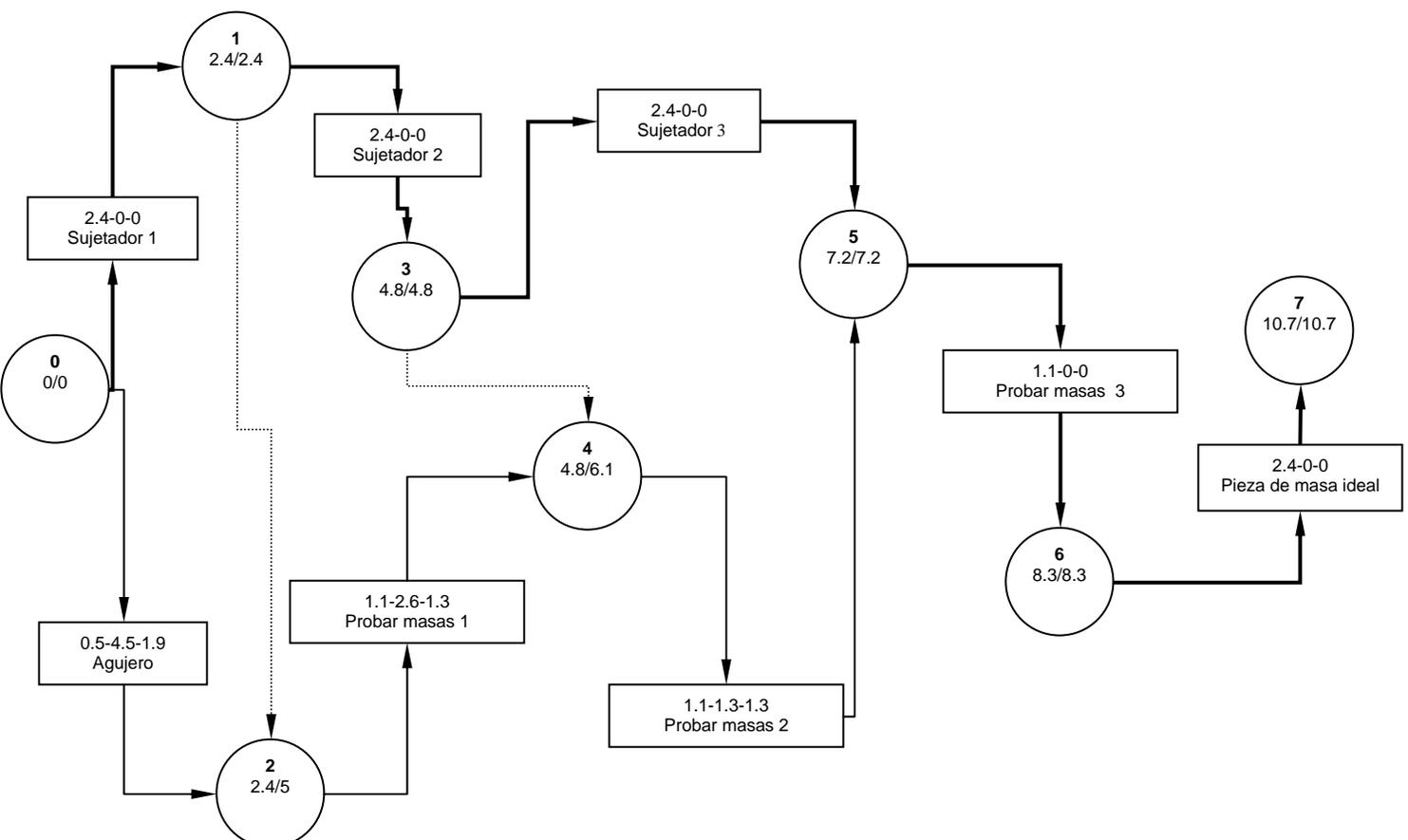
$$Te = (1.5 + 4* 2.5 + 3) / 6$$

$$Te = 2.4 \text{ Hrs.}$$

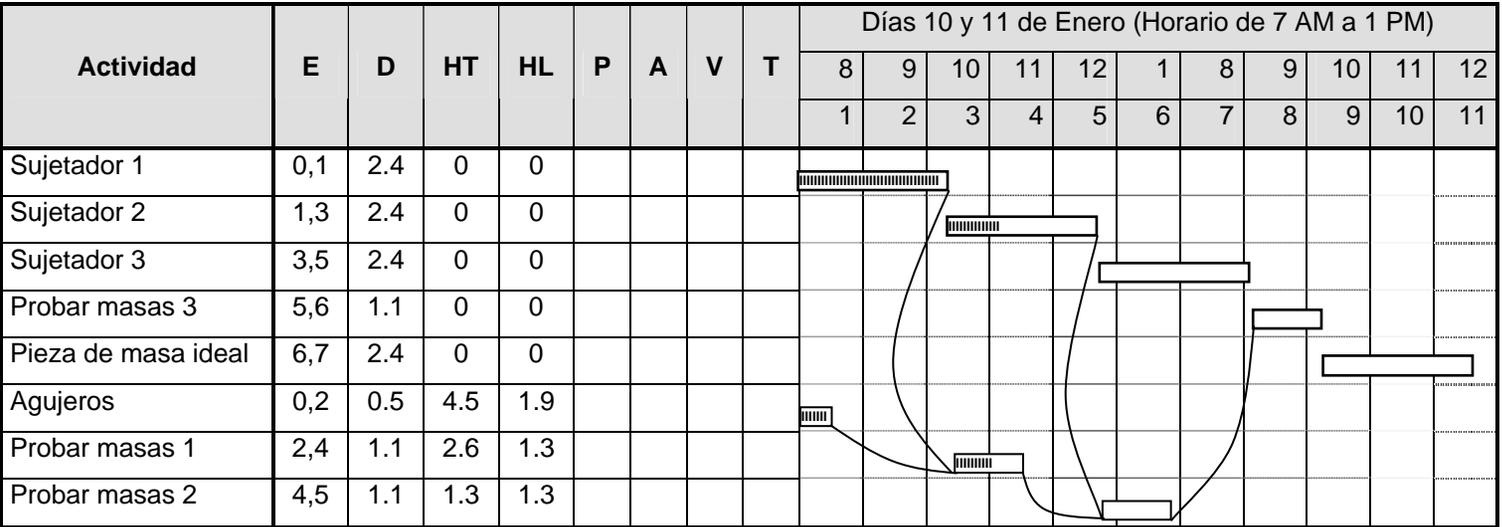
La figuras 21 y 22 muestran los diagramas de red y de tiempo.



**Figura 21. Diagrama de red para el proyecto “Transformación de energía potencial elástica en cinética”**



**Figura 22. Diagrama de tiempo del proyecto “Transformación de energía potencial en cinética”**



**E** Evento            **P** Planificado (El tiempo, si no se especifica lo contrario, está indicado en horas)  
**D** Duración        **A** Avance  
**HT** Holgura total   **V** Variación  
**HL** Holgura libre   **T** Total variación





### 4.1.2 Documentación bibliográfica en física

Los libros de física constituyen una fuente de ideas para proyectos de equipo para experimentación y además proveen la base teórica que sustenta tales proyectos. Por otro lado en el estudio de mercado efectuado a los colegios de la ciudad capital que imparten bachillerato con orientación técnica y científica y que se presenta en la página 161, se indagó acerca del uso de libro de texto por parte de los colegios, lo que provee un punto de referencia para poder encausar los proyectos del taller.

Utilizando la información de este estudio y la investigación personal, se recomienda que se utilicen los siguientes libros de física con la edición más reciente y presentados aquí en el orden en que son usados como libro de texto:

- ◆ Tippens, Paul. **Física**. México: Editorial McGraw-Hill.
- ◆ Wilson, Jerry. **Física**. México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- ◆ Fernández, Samuel. **Física General**. Guatemala: Editorial Editexsa.
- ◆ Resnick, Halliday y Krane. **Física**. México: Editorial Continental.
- ◆ Serway, Raymond A. **Física**. México: Editorial McGraw-Hill.
- ◆ Alvarenga y Máximo. **Física General**. México: Editorial Harla.

### 4.1.3 Aplicación de la tormenta de ideas (Brainstorm)

Cuando se toma una decisión en cuanto a qué proyecto realizar, qué solución se da a un problema técnico o qué material es el más adecuado, ésta se toma de entre varias alternativas. El número y la clase de alternativas limitan el resultado, de allí la necesidad de contar con una cantidad considerable de alternativas de buena calidad.

Con ese propósito se pueden utilizar las sesiones de tormenta de ideas, las cuales aprovechan las posibilidades creadoras de un grupo de personas por medio de la asociación de ideas. Cuando un miembro del grupo expone una idea ésta estimula las ideas del resto, las que a su vez, hacen que se le ocurran más ideas al autor de la primera idea. El procedimiento debe ser el siguiente:

1. Enumere todas las ideas ofrecidas por los miembros del grupo
2. No evalúe ni juzgue ninguna idea por el momento
3. No discuta ninguna de las ideas en este momento, a no ser para aclararlas
4. Acepte las “ideas más disparatadas”. Será más fácil eliminarlas más tarde.
5. Pueden haber ideas repetidas. No pierda tiempo clasificando las ideas duplicadas.
6. Fomente la cantidad. Mientras más ideas se generen, mayor será la posibilidad de encontrar alguna que sirva.
7. No esté demasiado ansioso por terminar el proceso. Al llegar a un cierto nivel, deje que las cosas descansen y comience de nuevo<sup>69</sup>.

Cuando esta técnica se aplica a la generación de ideas para proyectos de equipos para experimentación, se debe encausar hacia la conformación de perfiles de proyectos, los cuales tendrán el contenido siguiente que abarcará como máximo dos páginas:

- Tema
- Identificación del ponente
- Descripción de la práctica
- Croquis del equipo
- Lista de materiales

Se sugiere que se conforme un comité del taller, el cual, además de aplicar la tormenta de ideas para generar nuevos proyectos, evaluará todos los proyectos presentados incluso los de personas ajenas al Departamento de Física.

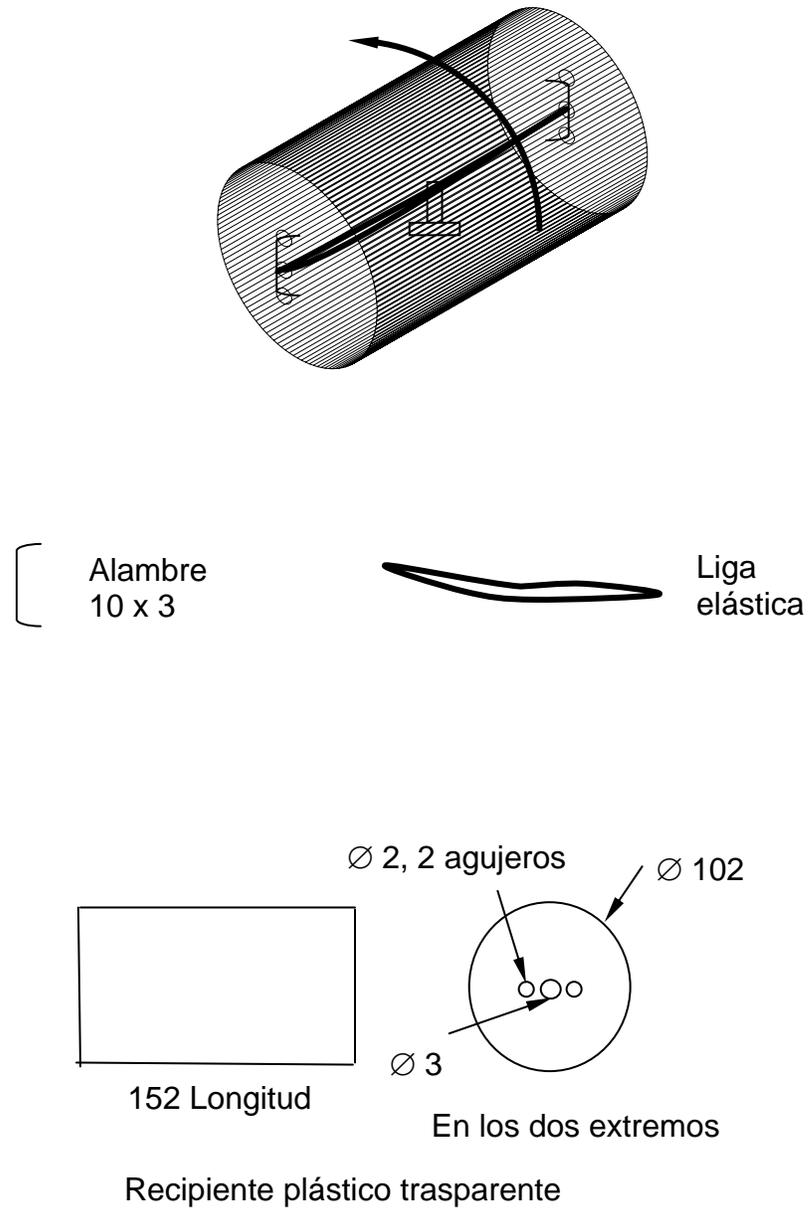
Este comité estaría formado por profesores y auxiliares de física de la Facultad de Ingeniería que el jefe del departamento designe, y presidido por el coordinador del taller de prototipos, pudiéndose reunir una vez al mes para presentar y recibir las ideas nuevas.

#### **4.1.4 Aplicación del croquis a pulso para bosquejar ideas**

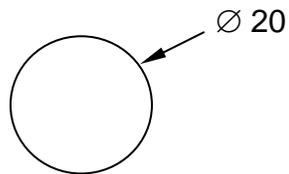
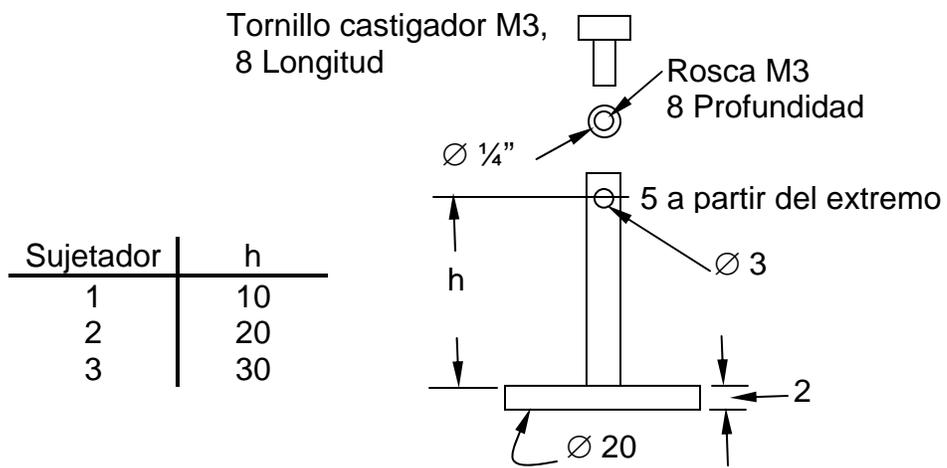
El croquis a pulso se elabora sin instrumentos como regla T, escuadra o compás. Se sugiere aplicarlo cuando se necesita describir características como la forma, posición, dimensiones, materiales, funcionamiento o proporciones de ciertos elementos, de manera rápida y en donde no se exige precisión. Esta descripción se puede utilizar para comunicar, registrar o estimular las ideas sobre los componentes del equipo para experimentación en física.

En la figura 23 se presenta una simulación en computadora de un croquis a pulso del equipo correspondiente a la práctica: Transformación de la energía elástica en cinética.

**Figura 23. Simulación de un croquis a pulso para bosquejar ideas**



### Tres sujetadores de masas de bronce latonado



Cinco masas de 10 gr.  
de bronce latonado

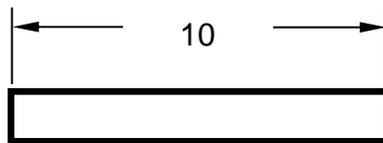


### 4.1.5.1 Acotación

Para la acotación de las piezas se puede utilizar el método convencional o el método simplificado. Este último representa un ahorro de trabajo y tiempo y además podría ser más entendible para el técnico de taller. Para las líneas de cota y de extensión se debe usar la línea delgada y para el contorno gruesa, como se ve en la figura 25.

**Figura 25. Grosor de líneas en el acotado**

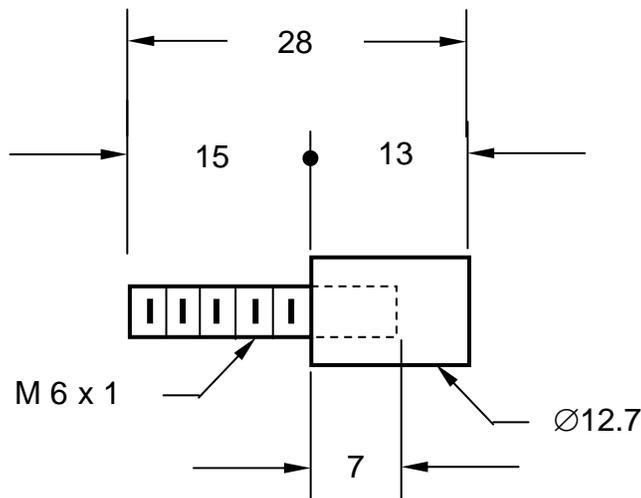
Línea delgada ———  
Línea gruesa —————



#### 4.1.5.1.1 Reglas de acotación

Entre otras reglas se debe observar que las cotas más cortas van más cerca del objeto y que debe usarse un solo sistema de cotas sobre un dibujo, el unidireccional, que es el que se observa en la figura 26.

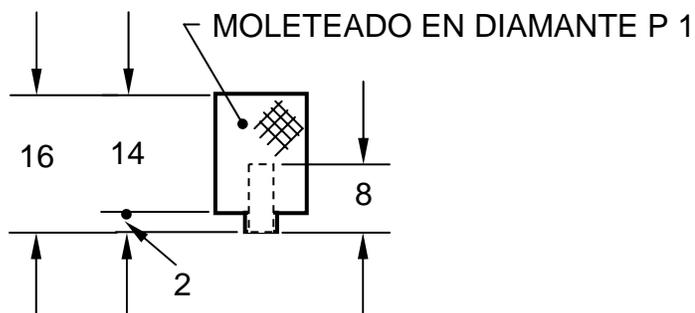
**Figura 26. Aplicación de reglas de acotación**



#### 4.1.5.1.2 Líneas indicadoras

En la figura 27 se muestran aplicaciones de líneas indicadoras. Una termina en un punto pues aplica a una superficie y la otra termina en punta de flecha ya que señala una característica, la cota 2.

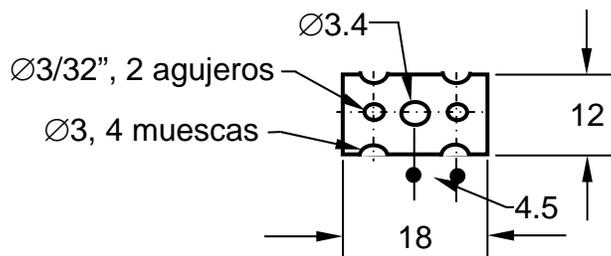
**Figura 27. Aplicación de líneas indicadoras**



### 4.1.5.1.3 Notas

Como aplicación de nota general se tiene la siguiente: LAS DIMENSIONES SON EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA. Y en la figura 28 se presenta un dibujo con varias notas locales, por ejemplo “ $\varnothing 3$ , 4 muescas”. Éstas están conectadas con el punto al cual se aplica nota por medio de una línea indicadora.

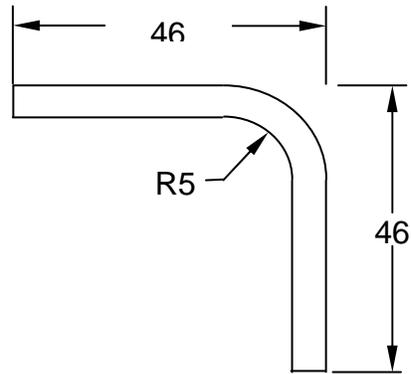
**Figura 28. Aplicación de una nota local**



### 4.1.5.1.4 Acotación de piezas formada

Las piezas a las cuales se les ha dado forma, por ejemplo, doblándolas o desgastándolas, se pueden describir dando el radio de la circunferencia que describe en la parte interior de la curvatura (véase figura 29).

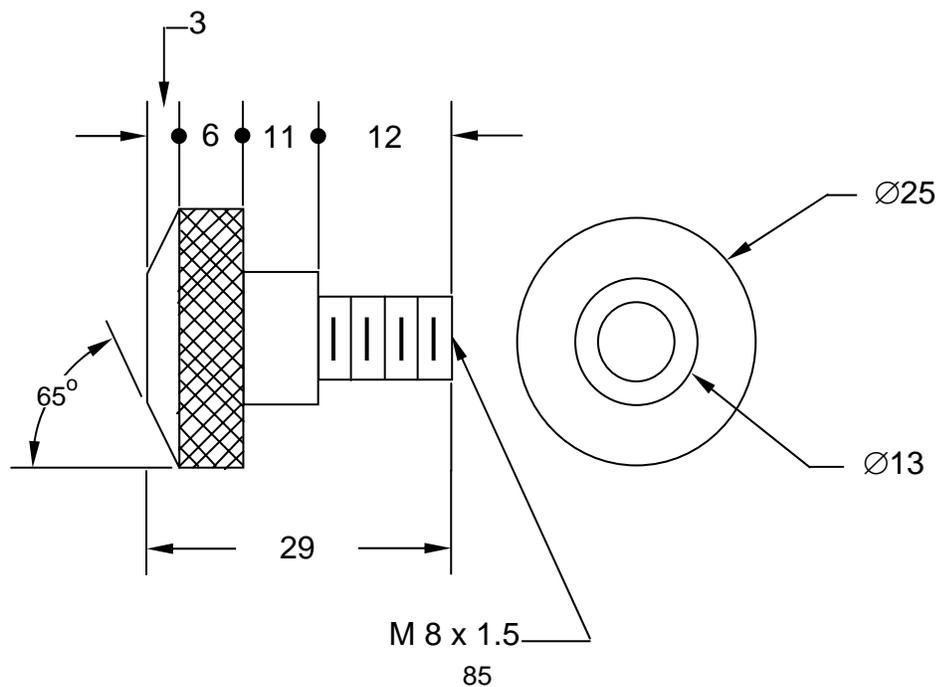
**Figura 29. Forma de acotar una pieza formada**



#### 4.1.5.1.5 Diámetros y radios

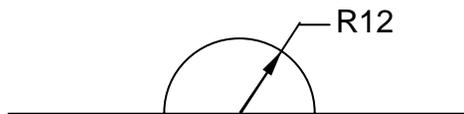
Cuando se usa la línea indicadora para especificar el tamaño del diámetro, se debe anteponer el símbolo  $\varnothing$  al valor numérico (véase figura 30).

**Figura 30. Diámetros con línea indicadora**



En el caso de la pieza formada, no se situó el centro del radio, pero cuando es necesario hacerlo se acota de la forma como se observa en la figura 31.

**Figura 31. Acotado del radio cuando se sitúa el centro**

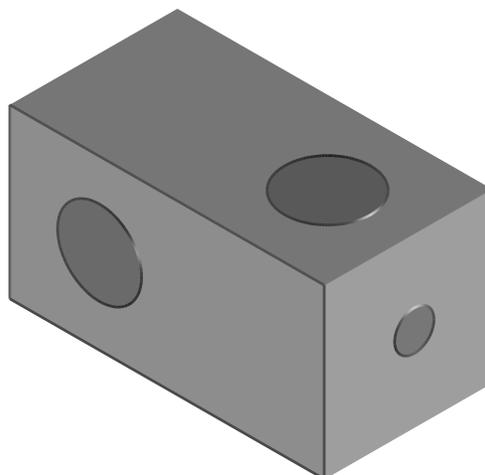


#### **4.1.5.2 Proyección isométrica y ortográfica**

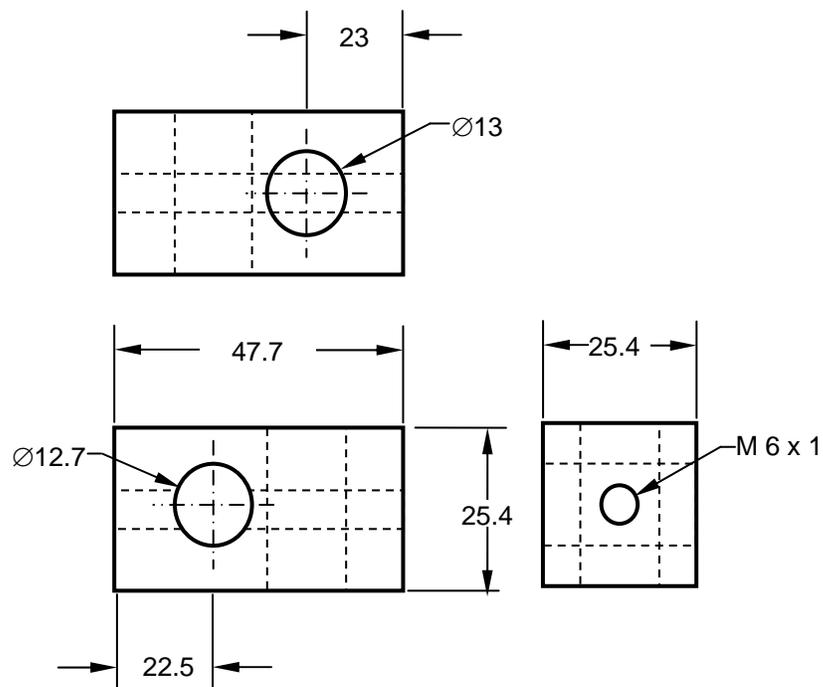
Se sugiere la utilización de la proyección isométrica para el croquis a pulso, presentar informes y para algunos dibujos de trabajo. La proyección ortográfica se sugiere para los dibujos de detalle. De las tres vistas: frontal, superior y lateral, deben colocarse solo las vistas necesarias, pudiendo presentar incluso un dibujo con una vista con las notas explicativas respectivas.

En la figura 32 se presenta la proyección isométrica de un pasador y en la figura 33 su respectiva proyección ortográfica.

**Figura 32. Proyección isométrica**



**Figura 33. Proyección ortográfica de tres vistas**



### 4.1.5.3 Dibujo de trabajo

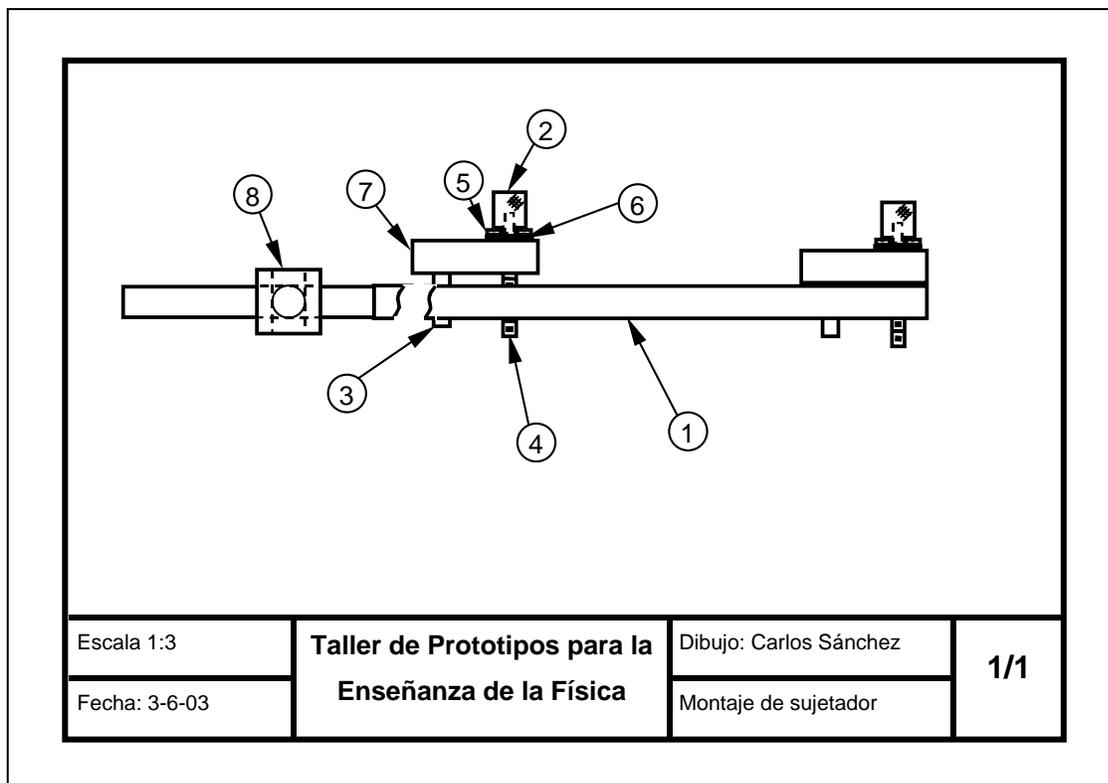
Los dibujos de trabajo que necesitará el técnico del taller para elaborar un equipo son: de montaje y de detalle o bien el detallado de montaje. Debe incluirse el listado de materiales en la misma hoja o en una hoja aparte.

#### 4.1.5.3.1 Dibujo de montaje y de detalle

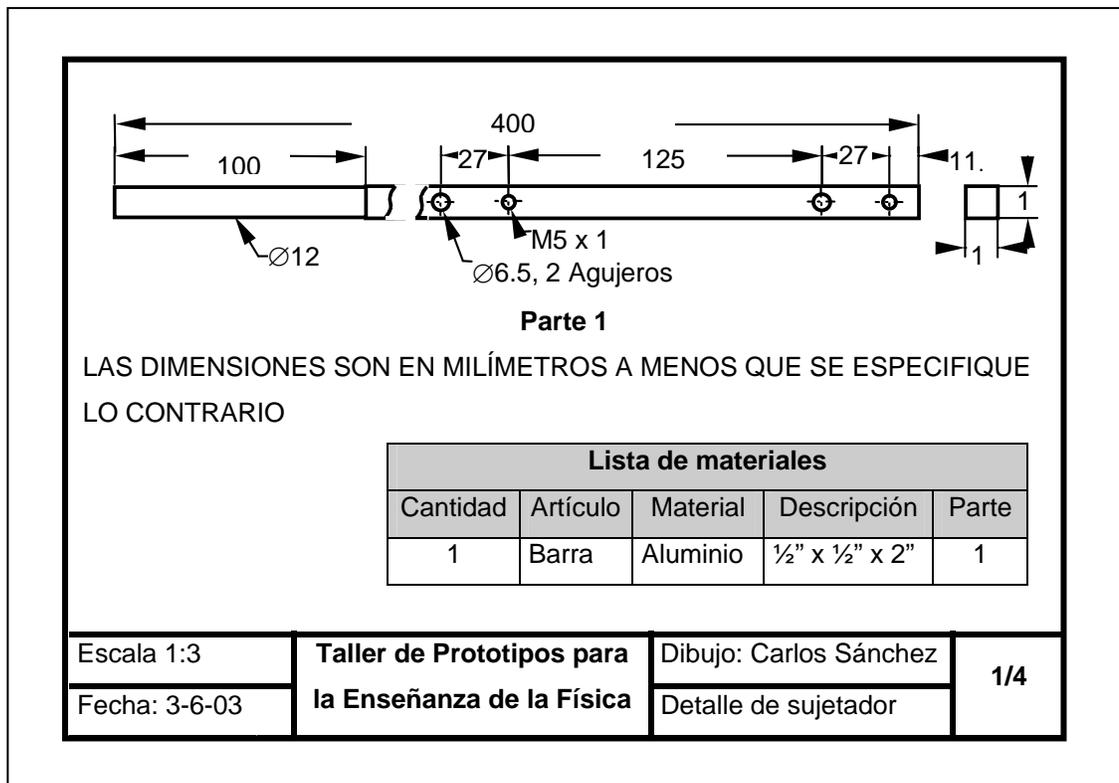
Los dibujos de montaje o ensamble ayudarán al técnico a ver cómo se relacionan las partes de un equipo entre sí y los dibujos de detalle le proveerán las dimensiones de cada parte, por lo que estos dos dibujos se complementan.

En la figura 34 se observa el dibujo de ensamble de un elemento de sujeción y en la figura 35 el dibujo de detalle respectivo de la parte 1.

**Figura 34. Dibujo de montaje o ensamble del elemento de sujeción**



**Figura 35. Dibujo de detalle de la parte 1 del elemento de sujeción**





### 4.1.5 Dibujo con instrumentos

Los dibujos con instrumentos pueden ser realizados para la presentación final, cuando el equipo ha sido elaborado y aprobado, por lo que servirán para documentar la descripción del equipo. Los dibujos con instrumentos y los prototipos podrán ser utilizados como base para la fabricación masiva. En la figura 24 se presentan algunas características de los formatos a utilizar y su contenido.

**Figura 24. Características y contenido de los formatos para dibujos**

Tamaño de papel sugerido: A5: 148 x 210, A4: 210 x 297 (Milímetros)  
 Ejemplo de escala: Escala reducida 1:2, Escala aumentada 2:1  
 Opciones para el título: Detalle, montaje o detallado de montaje  
 Ejemplo de la expresión "a/b" del título: 2/3, significa: hoja 2 de 3 hojas  
 En dibujos métricos puede aparecer la nota general: LAS DIMENSIONES SON EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA<sup>70</sup>  
 La lista de materiales puede aparecer aquí o en una hoja aparte:

Lista de materiales				
Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Angular	Aluminio	¾ "x 10"	1
1	Barra	Bronce	D ½ " x 20"	2

Escala 1:2	<b>Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física</b>	Dibujo: Carlos Sánchez	<b>a/b</b>
Fecha: 3-6-03		Detalle de sifón	







## **5. PROPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Se considera que el tipo de producción aplicable al taller de prototipos es del tipo intermitente o por lotes. Esto es porque los productos del taller pertenecen a un mismo género (equipo para experimentación en física) pero cada uno es diferente (disparadores, tableros, poleas, etc.) y por lo tanto tienen un conjunto diferente de operaciones. Además, la producción obedece al pedido de una institución o a una orden del Departamento de Física para poder tener cierta cantidad en bodega, y la maquinaria está agrupada según actividades afines como: metales, maderas, etc. y no con base a un producto. En el presente capítulo se presentan los diagramas de proceso del equipo que se diseñó en el taller de prototipos y la forma de planificar su producción.

### **5.1 Los productos**

Como parte de las actividades en el taller se diseñaron 7 productos, que corresponden a 7 prácticas, y que agrupan 41 elementos diferentes. Los productos conforman un catálogo de equipo para experimentación en física, y son los siguientes:

1. Lanzamiento de proyectiles
2. Movimiento circular uniforme
3. Equilibrio
4. Principio de Arquímedes
5. Bumerán
6. La prensa hidráulica
7. El sifón

## **5.2 Materiales**

Cada producto utiliza una gran variedad de artículos, los cuales pueden ser provistos por ferreterías, aserraderos, librerías, etc. Estos artículos están elaborados de determinado material y se les describe dando sus dimensiones, calibre, etc. En cada producto pueden ser utilizados una o varias unidades de un mismo artículo.

En las tablas X a XVI se muestran los listados de materiales para los 7 productos. Los artículos se han agrupado según el momento en que se utilizan, bajo los títulos: materiales 1, 2, etc. La columna “parte” contiene el código del elemento en que se usa el artículo.

**Tabla X Lista de materiales del lanzamiento de proyectiles**

**MATERIAL 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Barra cilíndrica	Aluminio	D5/16" x 10.4 cm	1-3

**MATERIAL 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Plana	Hierro	¾"x1/8"x14.8 cm	1-3
1	Angular	Hierro	¾"x1/8"x8 cm	1-3
1	Plana	Hierro	3/16"x3/4"x11.8 cm	1-3
1	Transportador	Plástico	180° Marca "Baco"	1-3
1	Tubo cilíndrico	Aluminio	D3/8"x1.9 cm	1-3
1	Resorte	Acerado	D3/8"	1-3
1	Seguro	-	No. 5	1-3
1	Lámina	Galvanizada	60x7x0.5 (mm)	1-3
1	Tornillo con tuerca	-	M3 x 10 Longitud	1-3
1	Tornillo	-	M3 x 6 Longitud	1-3
1	Tornillo con mariposa	-	D3/16" x ¾"	1-3
1	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 5 cm	1-3
1	Bote de pintura	-	Color aluminio	1-3
1	Roldana de presión	-	D 3/16" Interior	1-3

**MATERIAL 3**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Tabla	Madera de pino	4' x 12" x 1"	1-2
2	Tornillos con mariposa	-	D ¼ " x 2"	1-2
2	Roldanas	-	D ¼"	1-2
1	Bote de sellador	-	Kilo concentrado	1-2
5	Clavos	-	1 ½"	1-2
1	Bote de cola blanca	-	1 galón/200 tableros	1-2

**MATERIALES 4**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Prensa "C"	-	2"	1.2.3.6-1
1	Regla graduada	Madera	30 cm	1.2.3-1
1	Munición	Acerada	D 5/16"	1-1

**Tabla XI Lista de materiales del movimiento circular uniforme**

**MATERIALES 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Pieza	Melamina	5/8"x 42x50 (cm)	2.3.6.7-1
1	Pieza	Melamina	5/8"x5.4x5.4 (cm)	2-1
1	Pieza	Madera de pino	3" x 1 1/2" x 12 "	2.3.6.7-1
4	Deslizadores de fieltro	-	-	2.3.6.7-1
1	Bote de pintura blan.	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
1	Pieza	Plywood	51.5 x 44 (cm)	2.3.6.7-1
1	Bote de sellador K.C	-	1 galón/150 tableros	2.3.6.7-1
1	Bote de cola blanca	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
120	Tarugos	-	-	2.3.6.7-1
1	Tira para tapa canto	Plástico	Longitud 10 cm	2-1
2	Tornillos	-	D5/16" x 11/8"	2.3.6.7-1

**MATERIALES 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Barra circular	Aluminio	D1/2" x 4"	2-2 y 2-3
1	Barra circular	Ertalón	D 40 x 5 (mm)	2-1
1	Barra circular	Ertalón	D3" x 7 cm	2-2 y 2-3
4	Cojinetes	-	D interior 10 D exterior 25.6 (mm)	2-2 y 2-3
1	Barra	Bronce	D 1/4" x 32.5 cm	2.3.6.7-2

**MATERIALES 3**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Varilla para soldar	-	D1/8" x 8 cms	2-2 y 2-3
1	Angular	Aluminio	3/4" x 11 cm	2-1
1	Motorcito	-	-	2-1
1	Switch	-	Para 2 contactos	2-1
1	Portabaterías	Plástico	Para 2 baterías	2-1
1	Tornillo con tuerca	-	M3 x 6 Longitud	2-1
1	Alambre	cobre	10 cm	2-1
4	Tornillos autorroscante	-	M3 x 10 Longitud	2-1

**MATERIALES 4**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Prensa "C"	-	2"	1.2.3.6-1
1	Regla graduada	Madera	30 cm	1.2.3-1
4	Ligas elásticas	Hule	Comercial, ver muestra	2-4

**Tabla XII Lista de materiales de la práctica de equilibrio**

<b>MATERIALES 1</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parte</b>
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 32.5 cm	2.3.6.7-2
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 10 cm	3-3
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 23 cm	3-6
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 5 cm	3-1
2	Armellas abiertas	Metal	½", # 14	3-3
1	Barra cilíndrica	Bronce	D 1/2" x 2 cm	3-3
1	Barra cilíndrica	Bronce	D 1" x 4.5 cm	3-4
1	Barra cilíndrica	Ertalón	D 5/8" x 3 cm	3-1
1	Barra cilíndrica	Ertalón	D 4.1 x1.5 (cm)	3.7-1
1	Alambre	Acerado	D0.5 mm x 145mts.	3-1
<b>MATERIALES 2</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parte</b>
1	Pieza	Melamina	5/8"x 42x50 (cm)	2.3.6.7-1
2	Tornillos	-	D5/16" x 11/8"	2.3.6.7-1
1	Pieza	Madera de Pino	3" x 1 ½" x 12 "	2.3.6.7-1
4	Deslizadores	-	-	2.3.6.7-1
1	Bote pintura blanca	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
1	Pieza	Plywood	51.5 x 44 (cm)	2.3.6.7-1
1	Bote de cola blanca	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
1	Bote de sellador	-	1 galón/150 tableros	2.3.6.7-1
120	Tarugos	-	-	2.3.6.7-1
1	Tubo para ducto	Plástico	D1/2" x 20 (cm)	3-1
1	Armella abierta	Metal	½", # 14	3-1
1	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 18.75 cm	3-1
1	Barra	Ertalón	D 27/64" x 8 mm	3-1
1	Remache	Metal	-	3-1
<b>MATERIALES 3</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parte</b>
1	Plana	Hierro	¾" x 1/8" x 12 cm	3-7
1	Plana	Hierro	¾" x 1/8" x 21 cm	3-5
1	Transportador	Plástico	180 <sup>o</sup> Marca "Baco"	3-2
1	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 1000 piezas	3-7
1	Tornillo con mariposa	-	D 7/32" x 3/4"	3-5
1	Pintura color aluminio	-	1 gal./500 pares	3-5 y 3-7
1	Lija para metales	-	2 x 10 (cm) # 60	3-7
1	Cuerda	Cáñamo	50 cm Longitud	3-8
<b>MATERIALES 4</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parte</b>
1	Regla graduada	Madera	30 cm	1.2.3-1
1	Prensa "C"	-	2"	1.2.3.6-1

**Tabla XIII Lista de materiales del principio de Arquímedes**

**MATERIALES 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Barra cilíndrica	Ertalón	D27/64" x 8 mm	4-2
2	Armellas abiertas	Metal	½", # 14	4.1 y 4-2
1	Barra circular	Bronce	D 5/8" x 2 cm	4-1
1	Barra circular	Ertalón	D3/4" x 1.6 cm	4-1
1	Barra circular	Ertalón	D3/4" x 3 cm	4-2
1	Alambre	Acerado	D0.5 mm x1.45 m	4-2

**MATERIALES 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Tubo	PVC	D27/64" X 10.5 cm	4-1
1	Tubo	PVC	D27/64" X 23 cm	4-2
1	Tubo para ducto	Plástico	D 1.8 x 10.5 (cm)	4-1
1	Tubo para ducto	Plástico	D 1.8 x 30 (cm)	4-2
1	Bote cemento de contacto	-	1galón/ 150 juegos 4-0	4-1 y 4-2
1	Hoja	Papel bond	120 gramos,8 escalas/hoja	4-2
1	Bote de sellador	-	1 galón / 500 hojas	4-2
1	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 35.5 cm	4-2

**MATERIALES 3**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Probeta	Plástico	250 mililitros	4-3

**Tabla XIV Lista de materiales del bumerang**

**MATERIALES 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Pieza	Madera	1" x 12" x 4"	5-1
5	Tornillos autorroscantes	-	M 3 x 10 Longitud	5-1
1	Bote de sellador	-	1 galón/ 500 unidades	5-1
1	Lija	-	# 100, para madera	5-1
1	Lija	-	# 80, para madera	5-1
1	Liga elástica	-	Comercial, ver muestra	5-1

**MATERIALES 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
2	Paletas	Madera	11.6 x 1.2 (cm)	5-2
1	Lija	-	# 100, para madera	5-2
1	Lija	-	# 80, para madera	5-2
1	Bote de cola blanca	-	1 galón /1000 pares	5-2
1	Bote pintura color aluminio	-	1 galón/ 1000 pares	5-2

**Tabla XV Lista de materiales de la prensa hidráulica**

**MATERIALES 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Pieza	Melamina	5/8"x 42x50 (cm)	2.3.6.7-1
1	Pieza	Melamina	70 cm <sup>2</sup>	6-8
1	Tira de tapacanto	Plástico	50 cm Longitud	6-8
8	Lañas	Metálicas	½" ancho interior	6-8
1	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 200 pares	6-8
2	Tornillos	-	D5/16" x 11/8"	2.3.6.7-1
1	Pieza	Madera de pino	3" x 1 ½" x 12 "	2.3.6.7-1
4	Deslizadores de fieltro	-	-	2.3.6.7-1
1	Bote de pintura blan.	-	1 galón /75 tableros	2.3.6.7-1
1	Pieza	Plywood	51.5 x 44 (cm)	2.3.6.7-1
1	Bote de cola blanca	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
1	Bote de sellador	-	1 galón/150 tableros	2.3.6.7-1
120	Tarugos	-	HLD 3	2.3.6.7-1

**MATERIALES 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Plana	Hierro	2" x 1/8" x 9 cm	6-5
1	Plana	Hierro	2" x 1/8" x 5 cm	6-2
1	Tubo de Loctite	-	1 tubo/ 25 pares	6-2 y 6-3
1	Hipodérmica de	Plástico	60 mililitros	6-2
1	Hipodérmica de	Plástico	3 mililitros	6-3
1	Manguera	Plástico	D4 mm x 40 cm	6-4
2	Esferas	Metálicas	D 5/16"	6-7
1	Barra cilíndrica	Aluminio	D ½" x 11/16"	6-1
1	Tornillo con mariposa	Metálico	D 3/16" x ¾"	6-1
1	Frasco	Vidrio	-	6.7-1
1	Tapón	Hule	# 6	6.7-1

**MATERIALES 3**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 32.5 cm	2.3.6.7-2

**MATERIALES 4**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Prensa "C"	-	2"	1.2.3.6-1
1	Plastilina	-	Cilindro D2 x 3.5 (cm)	6-6

**Tabla XVI Lista de materiales del sifón**

**MATERIALES 1**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Pieza	Melamina	5/8"x 42x50 (cm)	2.3.6.7-1
1	Pieza	Melamina	150 cm <sup>2</sup>	7-1
1	Tira de tapacanto	Plástico	75 cm Longitud	7-1
1	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 200 pares	7-1
8	Lañas	Metálicas	½" ancho interior	7-1
2	Tornillos	-	D5/16" x 11/8"	2.3.6.7-1
1	Pieza	Madera de pino	3" x 1 ½" x 12"	2.3.6.7-1
4	Deslizadores de fieltro	-	-	2.3.6.7-1
1	Bote de pintura blanca	-	1 galón /75 tableros	2.3.6.7-1
1	Pieza	Plywood	¼"x 51.5 x 44 (cm)	2.3.6.7-1
1	Bote de cola blanca	-	1 galón/75 tableros	2.3.6.7-1
1	Bote de sellador	-	1 galón/150 tableros	2.3.6.7-1
120	Tarugos	-	HLD 3	2.3.6.7-1

**MATERIALES 2**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
6	Cadenas	Metal	30 cm Longitud	7-2
1	Pizeta	Plástico	-	7-3
1	Manguera	Plástico	D 4 mm x 65 cm	7-5
1	Manguera	Plástico	D 3/16" x 55 cm	7-4
3	Frascos con tapadera	Vidrio	-	7-7 y 6.7-1
1	Tapón	Hule	# 6	6.7-1
1	Tubo	Vidrio	D 8 mm x 50 cm	7-6
1	Manguera	Plástico	D 3/8" x 30 cm	7-6

**MATERIALES 3**

Cantidad	Artículo	Material	Descripción	Parte
1	Barra cilíndrica	Bronce	D ¼" x 32.5 cm	2.3.6.7-2
1	Barra cilíndrica	Ertalón	D 4 x1.5 (cm)	3.7-1

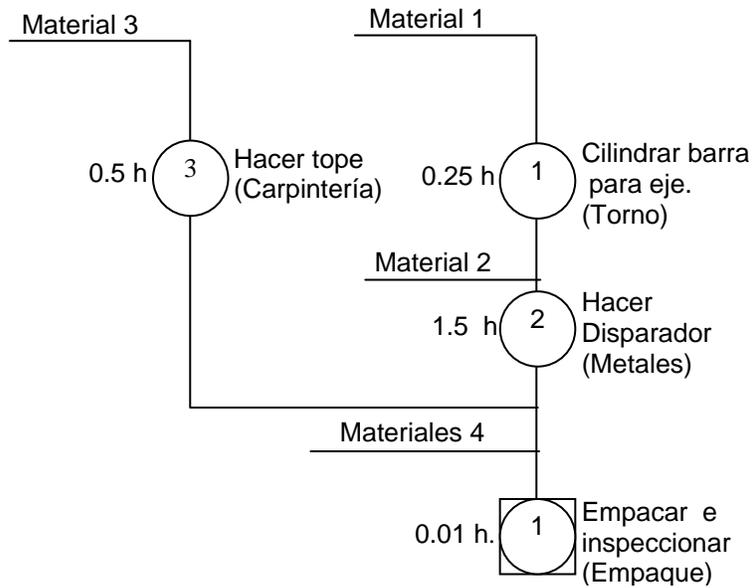
## **5.3 Diagramas de procesos**

Los diagramas de procesos son métodos gráficos que describen la secuencia de las actividades necesarias para la elaboración de un producto. Estos diagramas se realizan después de tener el prototipo aprobado para que sirva de base para la producción.

### **5.3.1 Diagramas de operaciones**

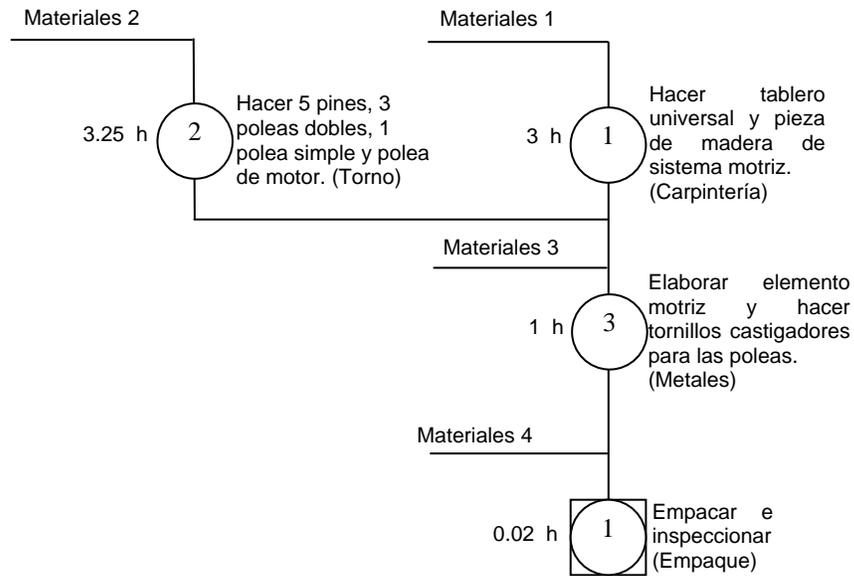
Este diagrama describe la secuencia de operaciones, inspecciones y actividades combinadas. Muestra el tiempo y el departamento o máquina en que se deben realizar. Además, describe los materiales a utilizar y el instante en que éstos entran en el proceso. Éste puede ser utilizado para el análisis de las operaciones tendientes a mejorar los métodos de fabricación, lo que redundaría en reducción de tiempos, costos y mayor satisfacción del trabajador. A continuación se presentan los diagramas de operaciones de los 7 productos considerados (véase las figuras 36 a 42).

**Figura 36. Diagrama de operaciones del lanzamiento de proyectiles**



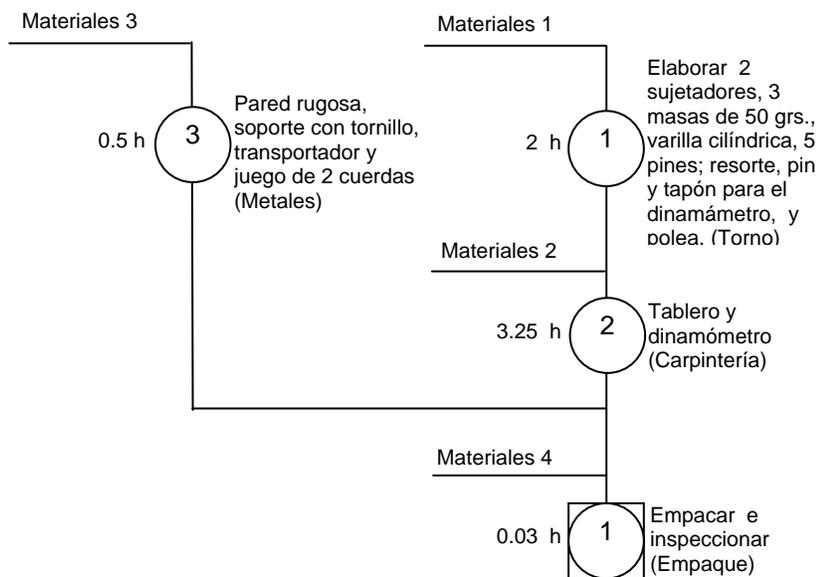
<b>RESUMEN</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>
Operación	3	2.25 h
Combinada	1	0.01 h
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>2.26 h</b>

**Figura 37. Diagrama de operaciones del movimiento circular uniforme**



RESUMEN		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	3	7.25 h
Combinada	1	0.01 h
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>7.27 h</b>

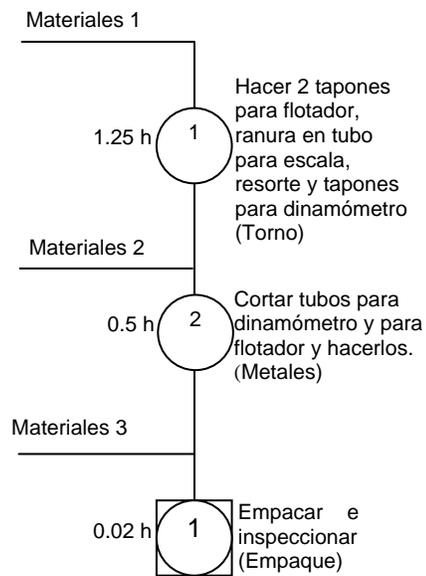
**Figura 38. Diagrama de operaciones de la práctica de equilibrio**



<b>RESUMEN</b>		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	3	5.75 h
Combinada	1	0.03 h
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>5.78 h</b>

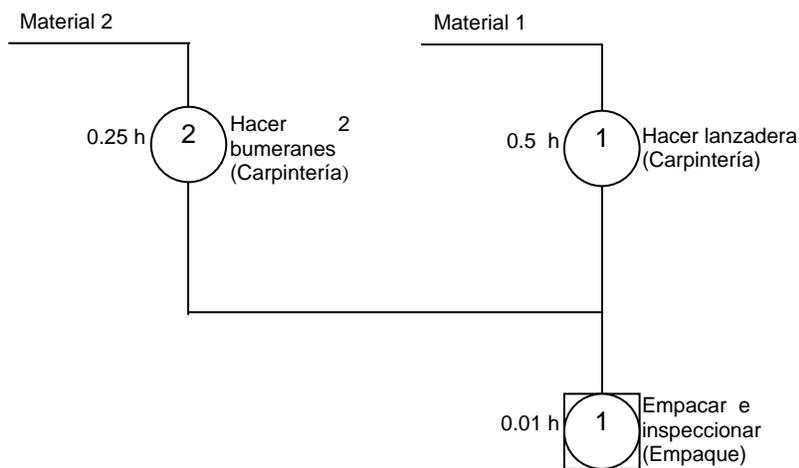
**Figura 39. Diagrama de operaciones del principio de Arquímedes**

<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO</b>		
<b>Equipo:</b> Principio de Arquímedes	<b>Institución:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física	
<b>Método:</b> Actual	<b>Fecha:</b> 20-09-02	<b>Elaborado por:</b> Carlos O. Sánchez V.



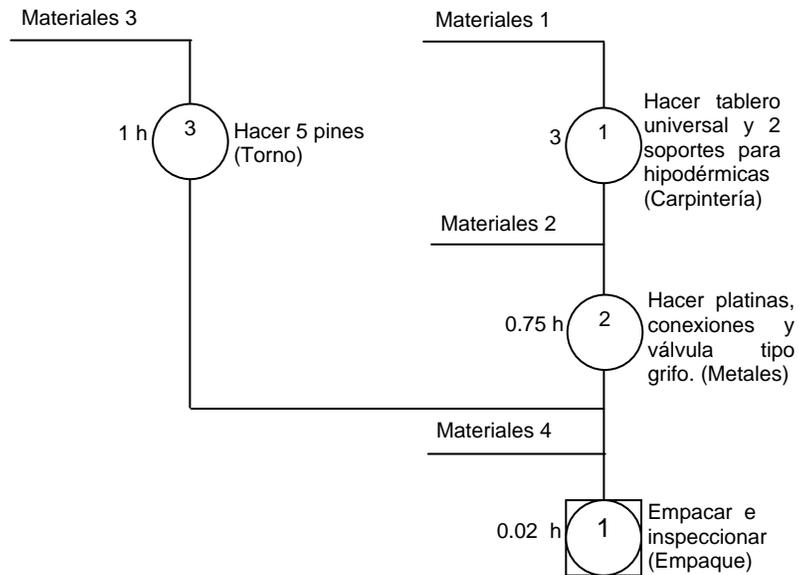
<b>RESUMEN</b>		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	2	1.75 h
Combinada	1	0.02 h
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1.77 h</b>

**Figura 40. Diagrama de operaciones del bumerán**



<b>RESUMEN</b>		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	2	0.75 h
Combinada	1	0.01 h
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0.76 h</b>

**Figura 41. Diagrama de operaciones de la prensa hidráulica**



<b>RESUMEN</b>		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación	3	4.75 h
Combinada	1	0.02 h
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4.77 h</b>



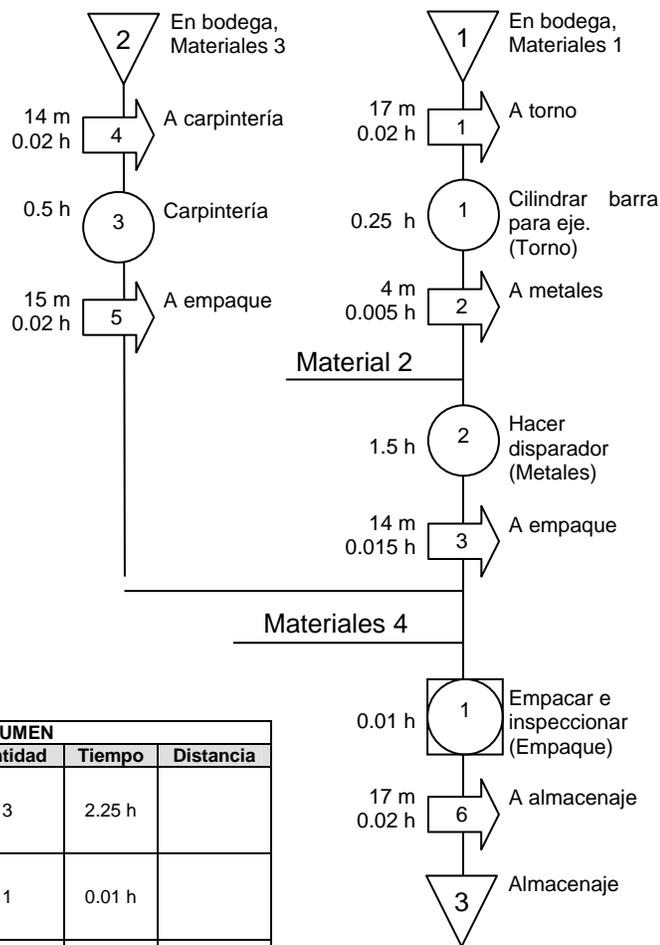




### **5.3.2 Diagramas de flujo**

El diagrama de flujo de proceso muestra además de las operaciones e inspecciones, los transportes, demoras y almacenajes, por lo que es un diagrama más completo. Esto mismo hace que se tenga que elaborar muchas veces un diagrama por separado para cada elemento del ensamble. Se puede utilizar para identificar tiempos ocultos y de esta manera tomar medidas para su reducción. En las figuras 43 a 49 se presentan los diagramas de flujo de proceso de los 7 equipos.

**Figura 43. Diagrama de flujo del lanzamiento de proyectiles**



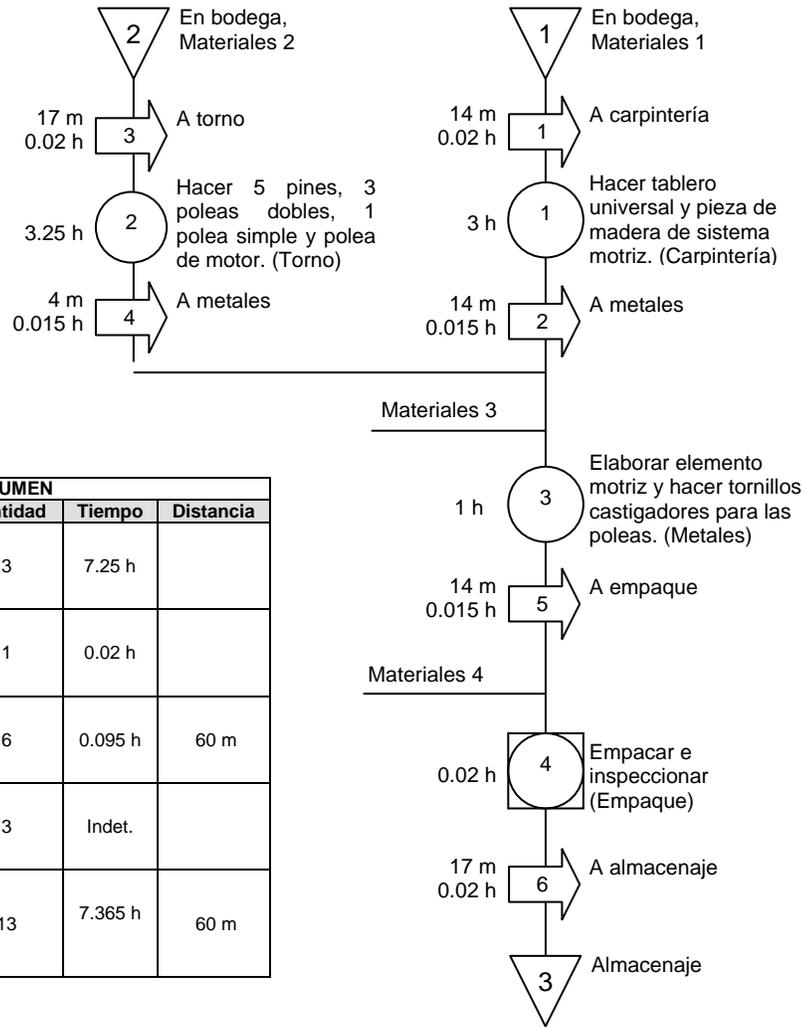
RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	3	2.25 h	
Combinada	1	0.01 h	
Transporte	6	0.1 h	81 m
Almacenaje	3	Indet.	
Totales	13	2.36 h	81 m

Nota: Indet. = Indeterminado.

**Figura 44. Diagrama de flujo del movimiento circular uniforme**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

**Equipo:** Movimiento circular uniforme      **Institución:** Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física  
**Método:** Actual      **Fecha:** 7-10-03      **Elaborado por:** Carlos O. Sánchez V.



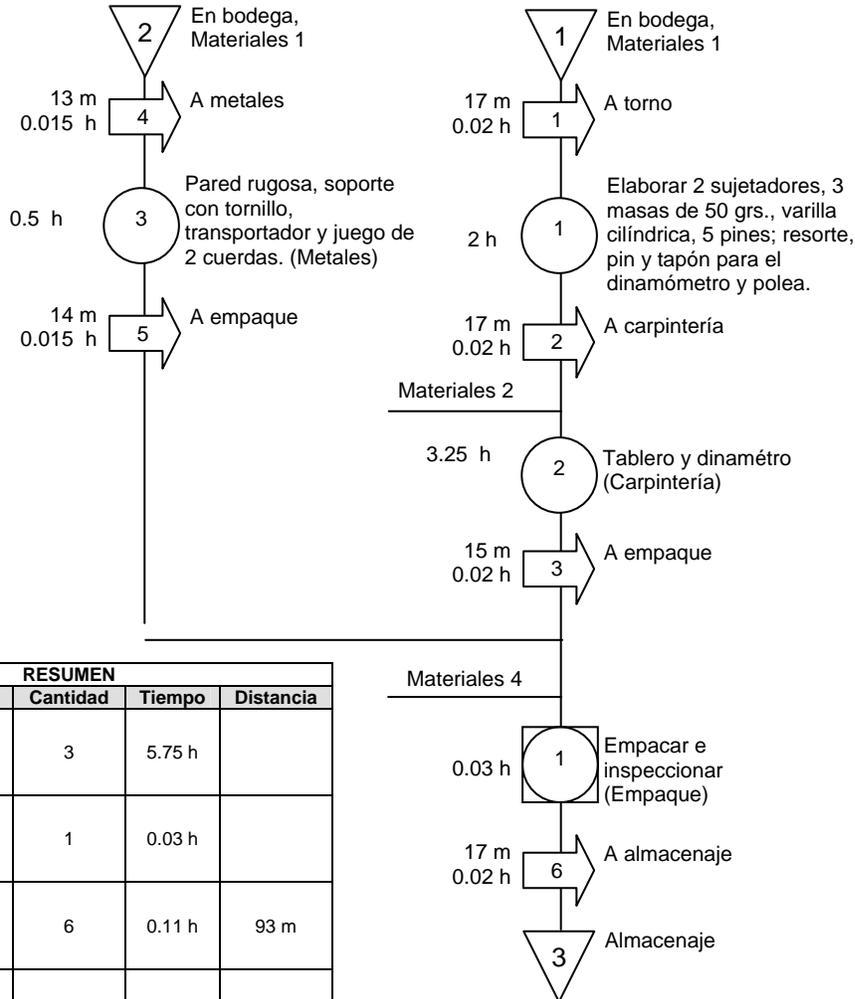
RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	3	7.25 h	
Combinada	1	0.02 h	
Transporte	6	0.095 h	60 m
Almacenaje	3	Indet.	
<b>Totales</b>	<b>13</b>	<b>7.365 h</b>	<b>60 m</b>

Nota: Indet. = Indeterminado.

**Figura 45. Diagrama de flujo de la práctica de equilibrio**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**

**Equipo:** Equilibrio      **Institución:** Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física  
**Método:** Actual      **Fecha:** 7-10-03      **Elaborado por:** Carlos O. Sánchez V.



RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	3	5.75 h	
Combinada	1	0.03 h	
Transporte	6	0.11 h	93 m
Almacenaje	3	Indet.	
<b>Totales</b>	<b>13</b>	<b>5.89 h</b>	<b>93 m</b>

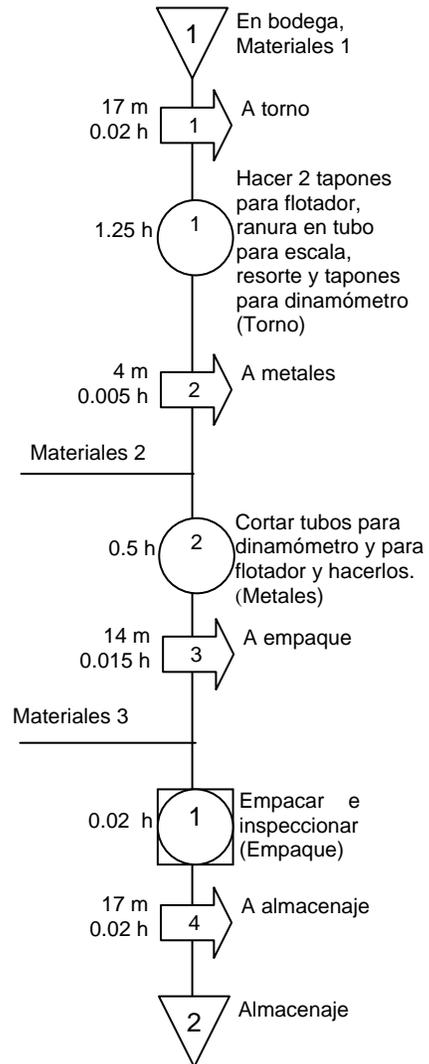
Nota: Indet. = Indeterminado.

**Figura 46. Diagrama de flujo del principio de Arquímedes**

<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO</b>		
<b>Equipo:</b> Principio de Arquímedes	<b>Institución:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física	
<b>Método:</b> Actual	<b>Fecha:</b> 7-10-03	<b>Elaborado por:</b> Carlos O. Sánchez V.

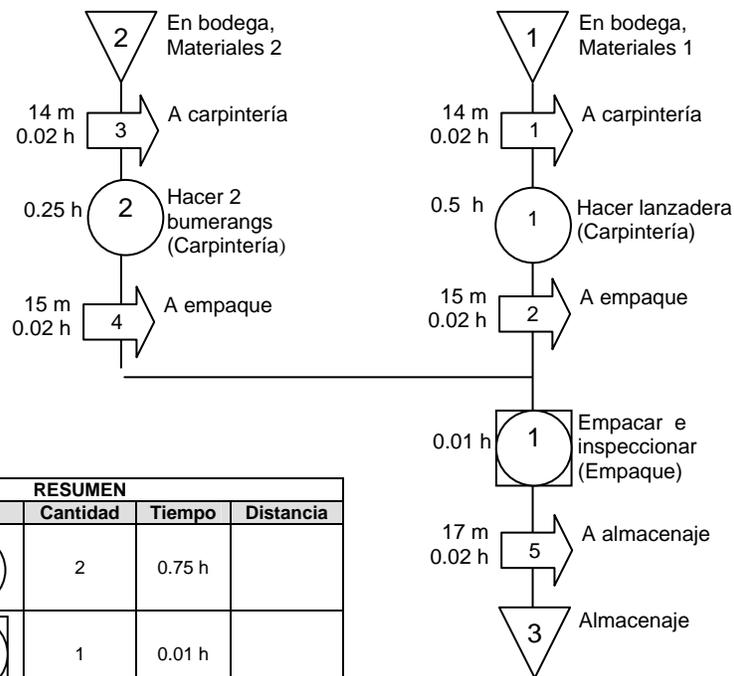
RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	2	1.75 h	
Combinada	1	0.02 h	
Transporte	4	0.06 h	52 m
Almacenaje	2	Indet.	
<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>1.83 h</b>	<b>52 m</b>

Nota: Indet. = Indeterminado.



**Figura 47. Diagrama de flujo del bumerán**

<p><b>Equipo:</b> El bumerang <b>Método:</b> Actual</p>	<p><b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</b>  <b>Institución:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física  <b>Fecha:</b> 7-10-03      <b>Elaborado por:</b> Carlos O. Sánchez V.</p>	
---	--	--

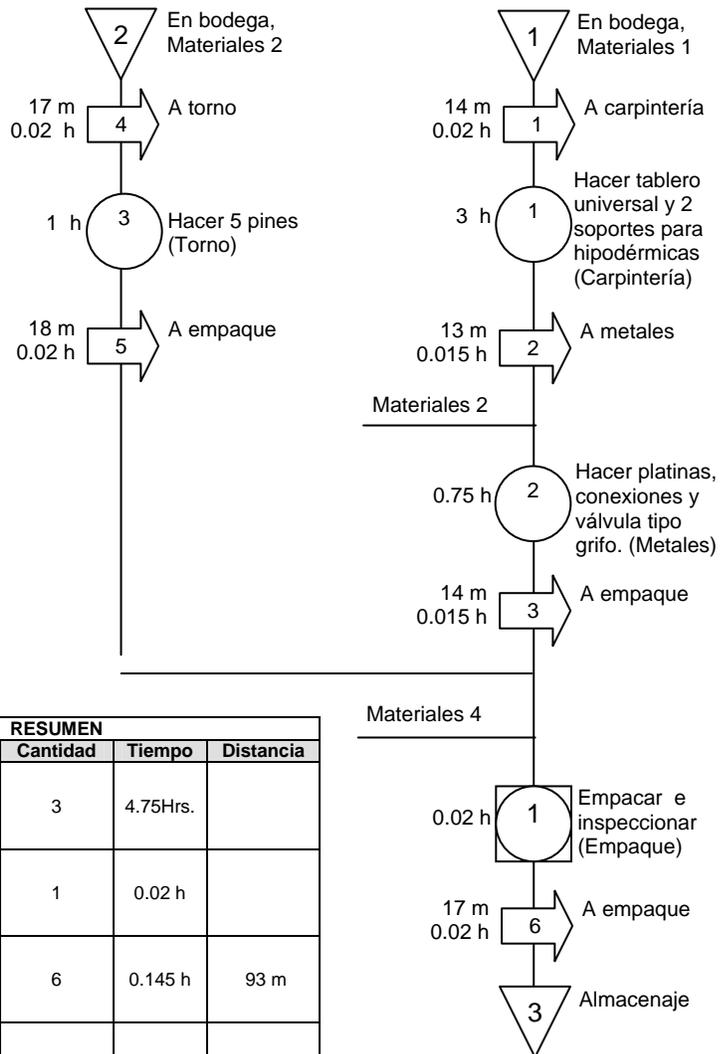


RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	2	0.75 h	
Combinada	1	0.01 h	
Transporte	5	0.1 h	75 m
Almacenaje	3	Indet.	
<b>Totales</b>	<b>11</b>	<b>0.86 h</b>	<b>75 m</b>

Nota: Indet. = Indeterminado.

**Figura 48. Diagrama de flujo de la prensa hidráulica**

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</b>			
<b>Equipo:</b> La prensa hidráulica	<b>Institución:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física		
<b>Método:</b> Actual	<b>Fecha:</b> 7-10-03	<b>Elaborado por:</b> Carlos O. Sánchez V.	

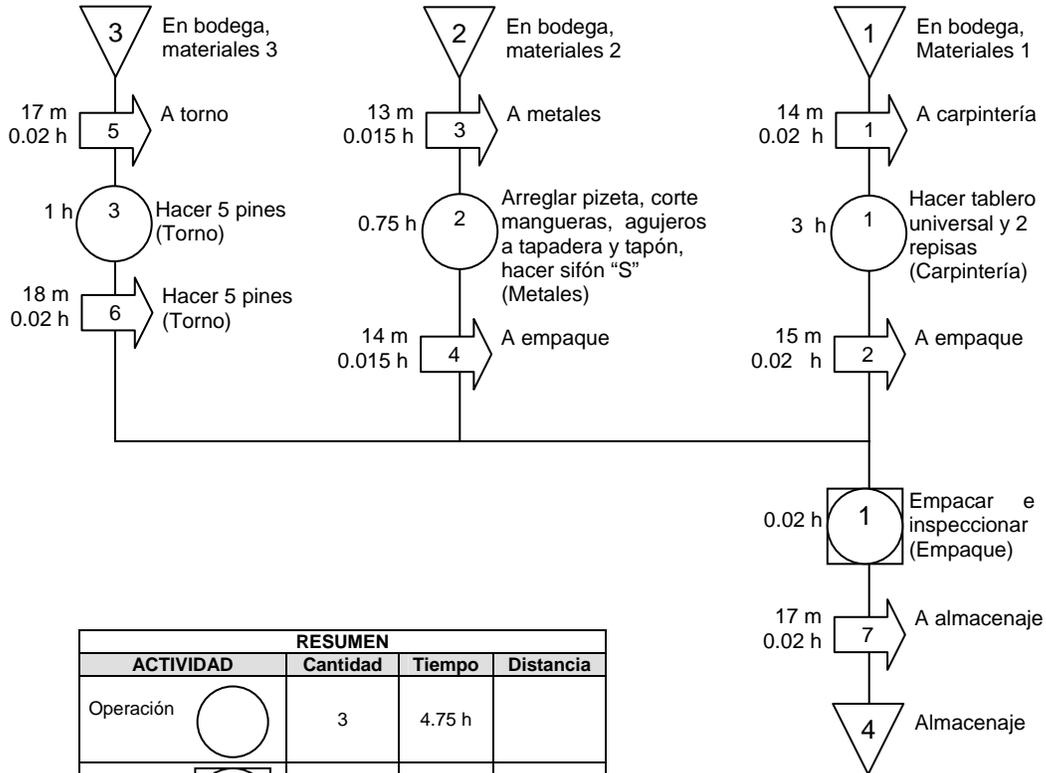


RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	3	4.75Hrs.	
Combinada	1	0.02 h	
Transporte	6	0.145 h	93 m
Almacenaje	3	Indet.	
Totales	13	4.915 h	93 m

Nota: Indet. = Indeterminado.

**Figura 49. Diagrama de flujo del sifón**

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</b>			
<b>Equipo:</b> El sifón	<b>Institución:</b> Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física		
<b>Método:</b> Actual	<b>Fecha:</b> 3-10-03	<b>Elaborado por:</b> Carlos O. Sánchez V.	



RESUMEN			
ACTIVIDAD	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación	3	4.75 h	
Combinada	1	0.02 h	
Transporte	7	0.13 h	108 m
Almacenaje	4	Indet.	
<b>Totales</b>	<b>14</b>	<b>4.9 h</b>	<b>108 m</b>

Nota: Indet. = Indeterminado.

















### **5.3.3 Diagramas de recorrido**

El diagrama de recorrido presenta en el plano del taller la información del diagrama de flujo de proceso. Su utilidad radica en que permite visualizar la eficiencia en la distribución de las máquinas o departamentos para los procesos que se realizan en determinado momento. En las figuras 50 a 56 se presentan los diagramas de recorrido que corresponden a los diagramas de flujo presentados anteriormente.

Figura 50. Diagrama de recorrido del lanzamiento de proyectiles

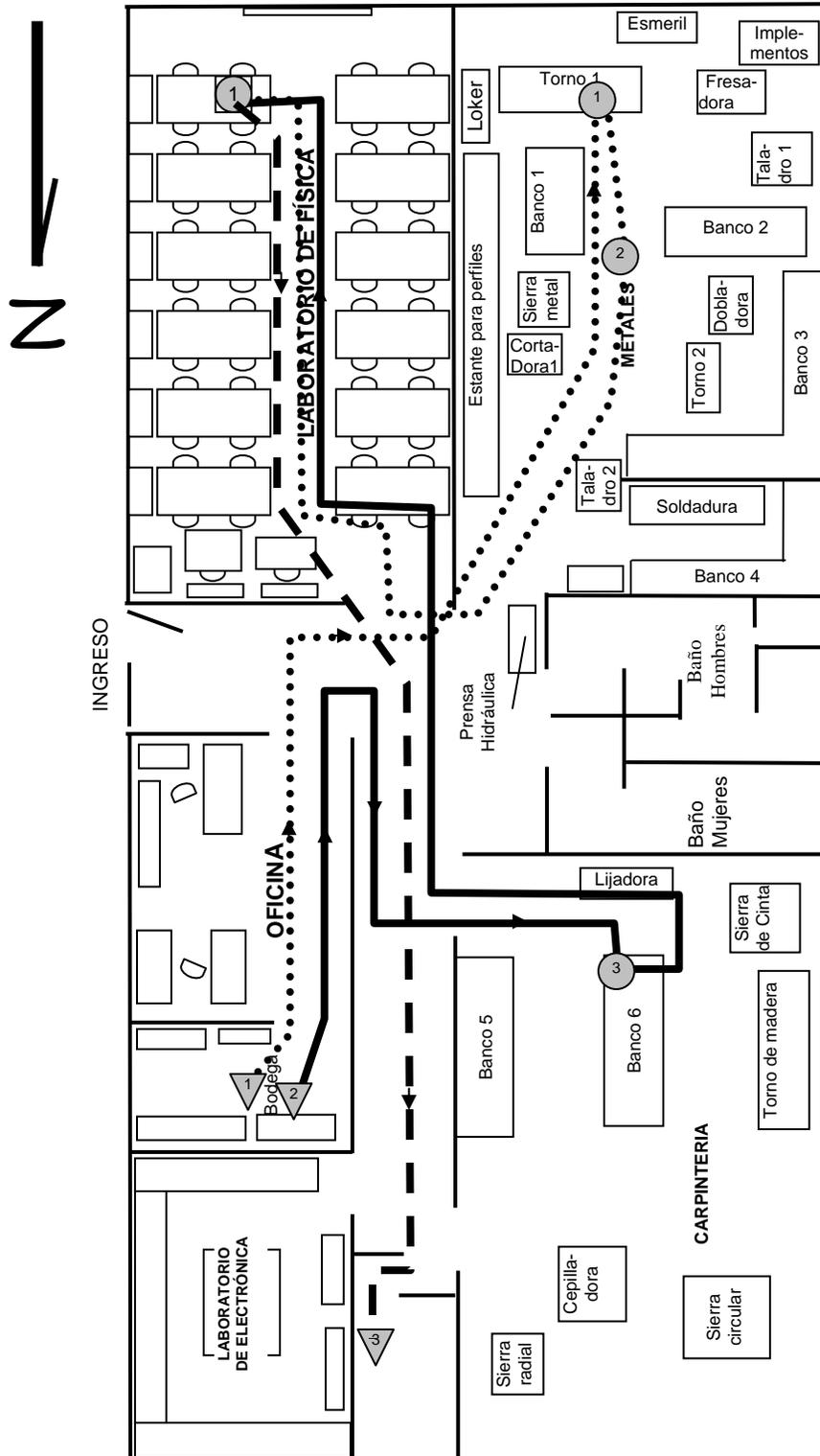


Figura 51. Diagrama de recorrido del movimiento circular uniforme

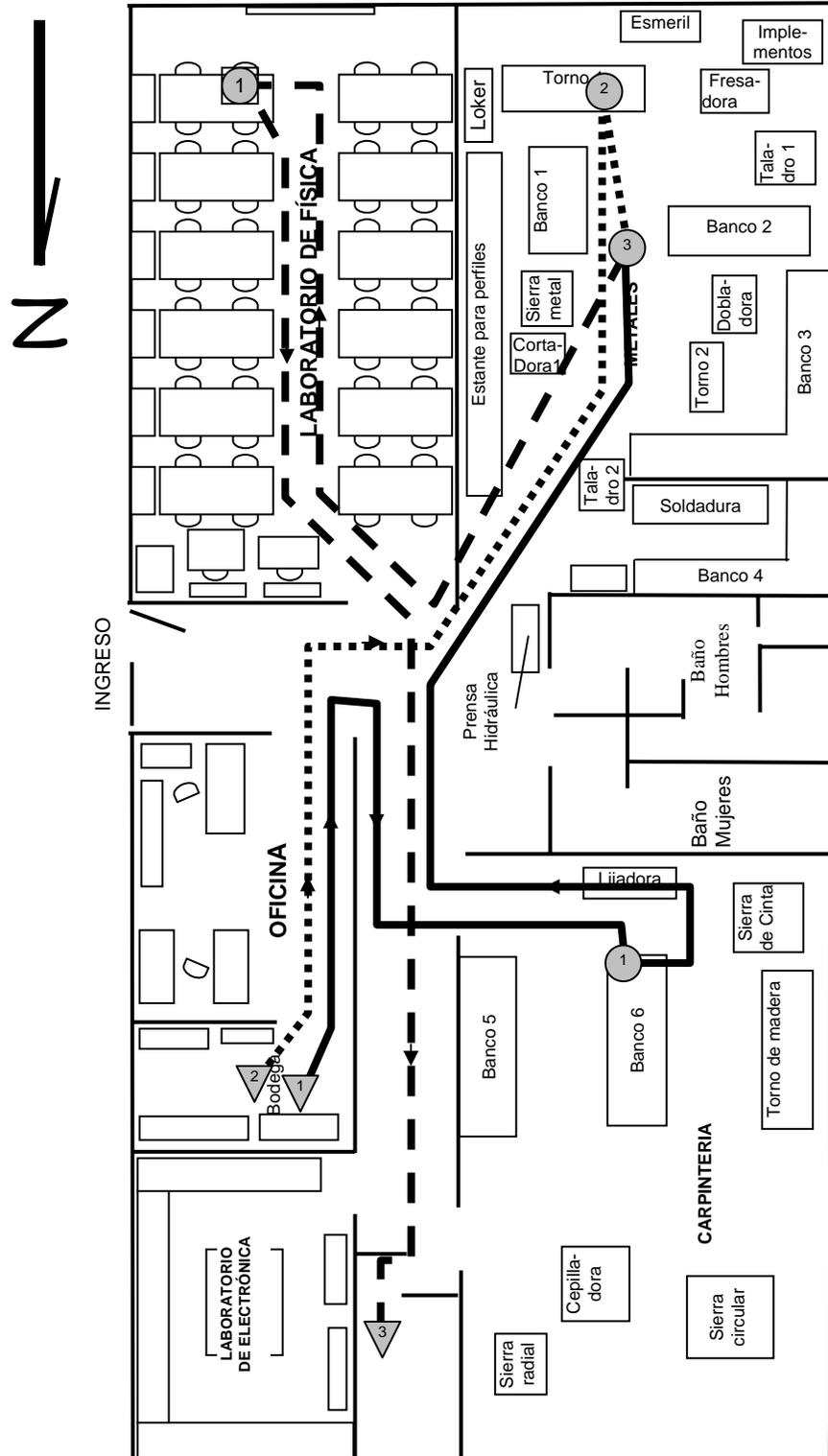


Figura 52. Diagrama de recorrido de la práctica de equilibrio

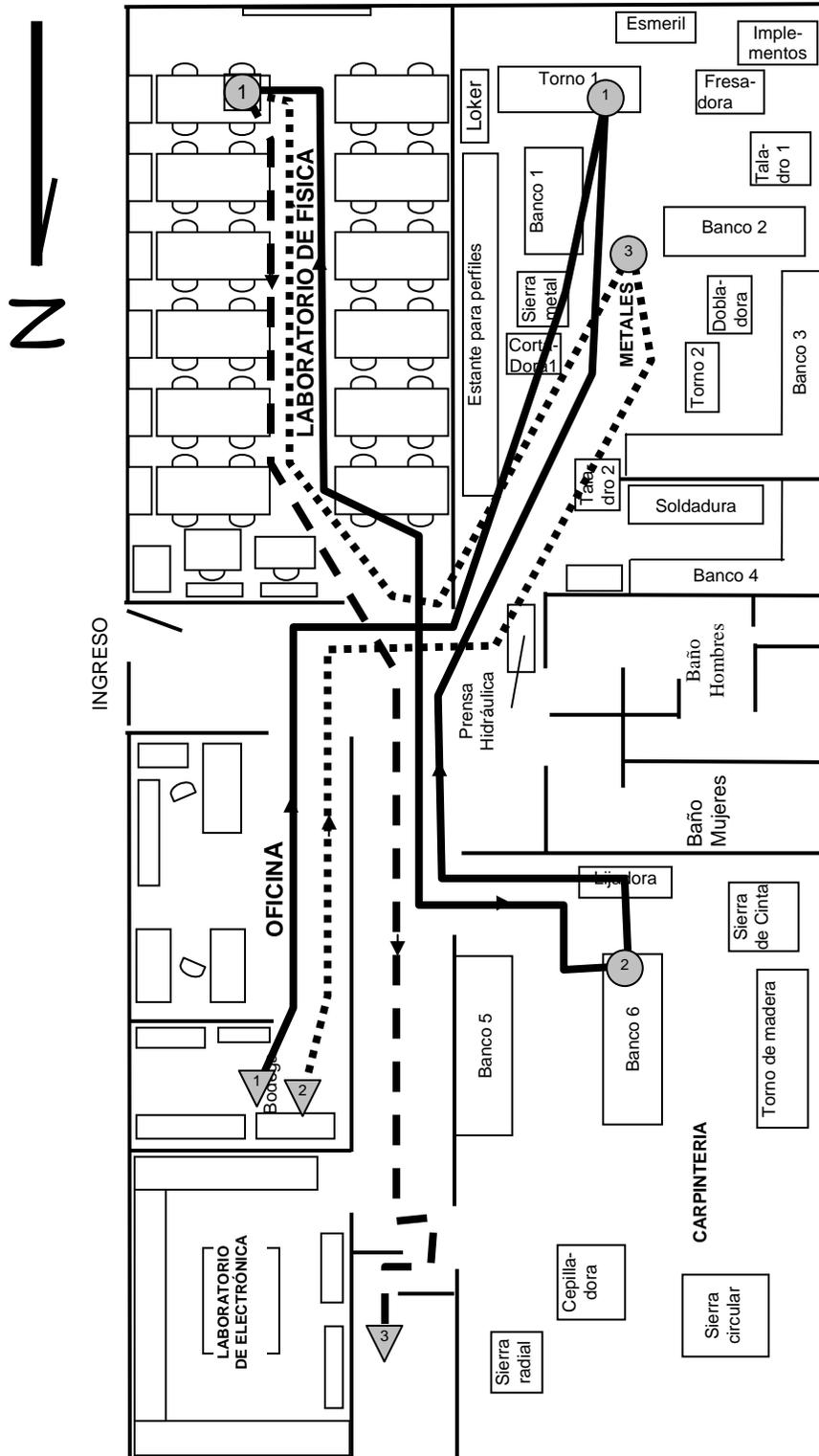


Figura 53. Diagrama de recorrido del principio de Arquímedes

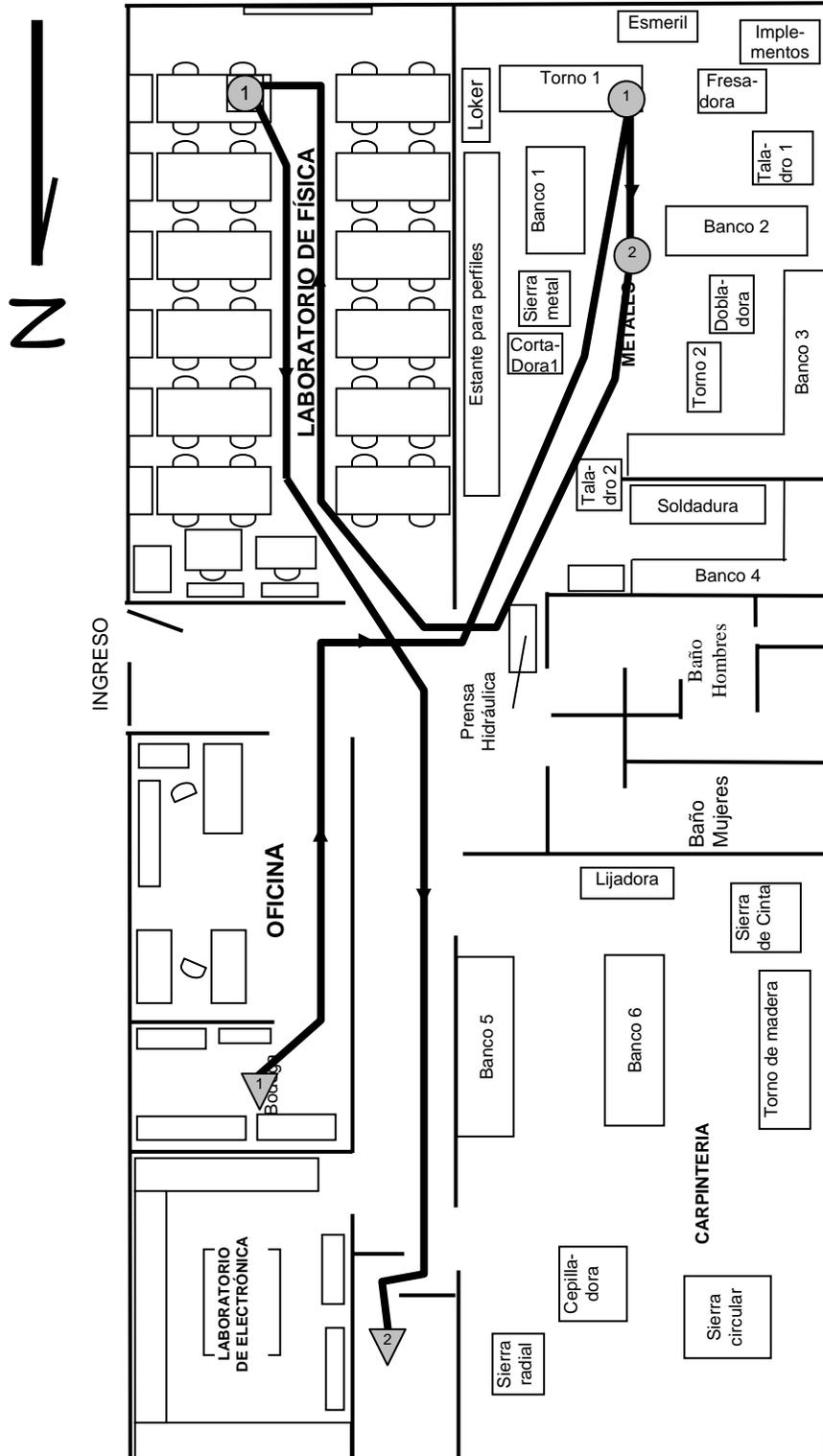


Figura 54. Diagrama de recorrido del bumerán

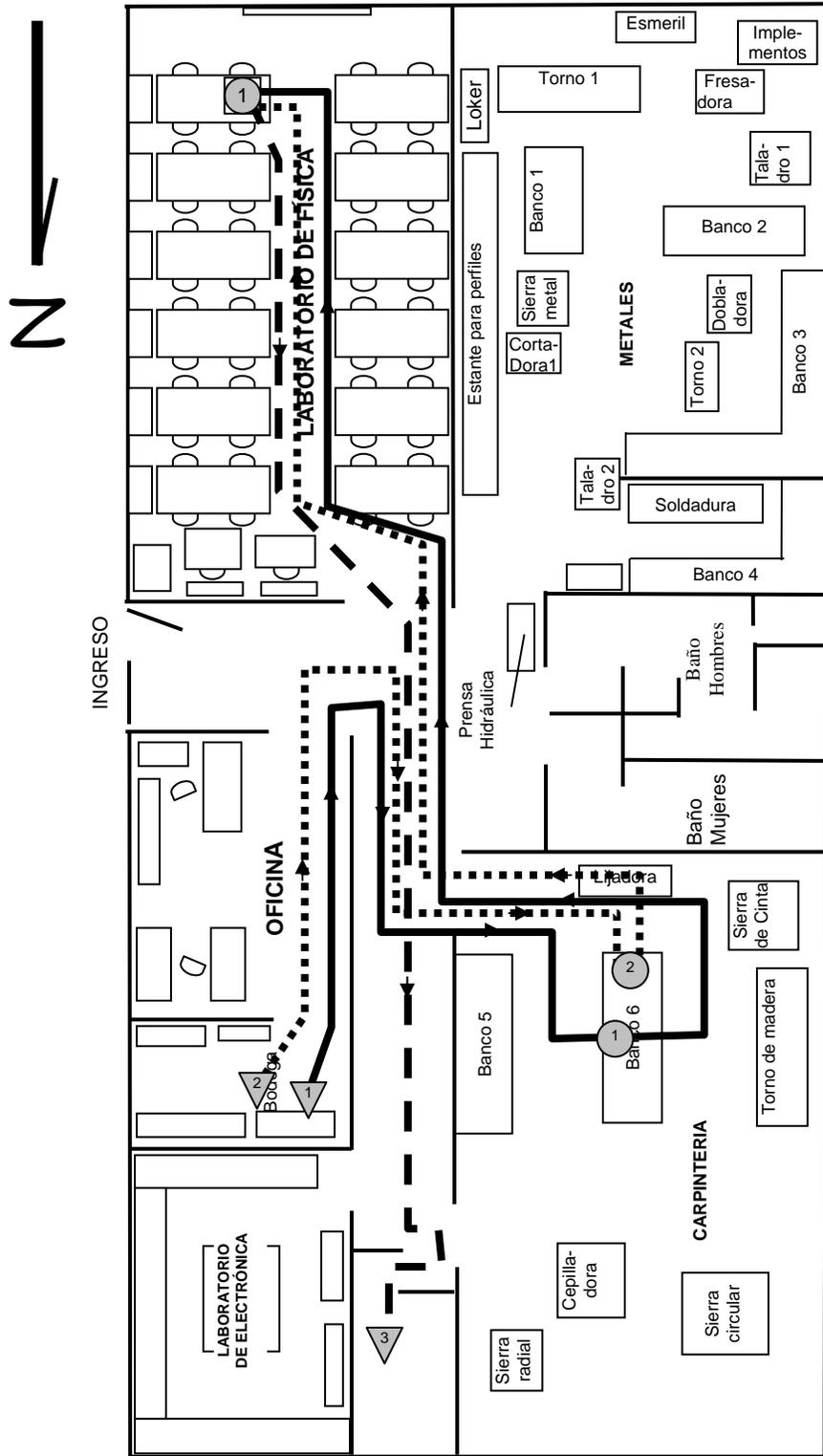
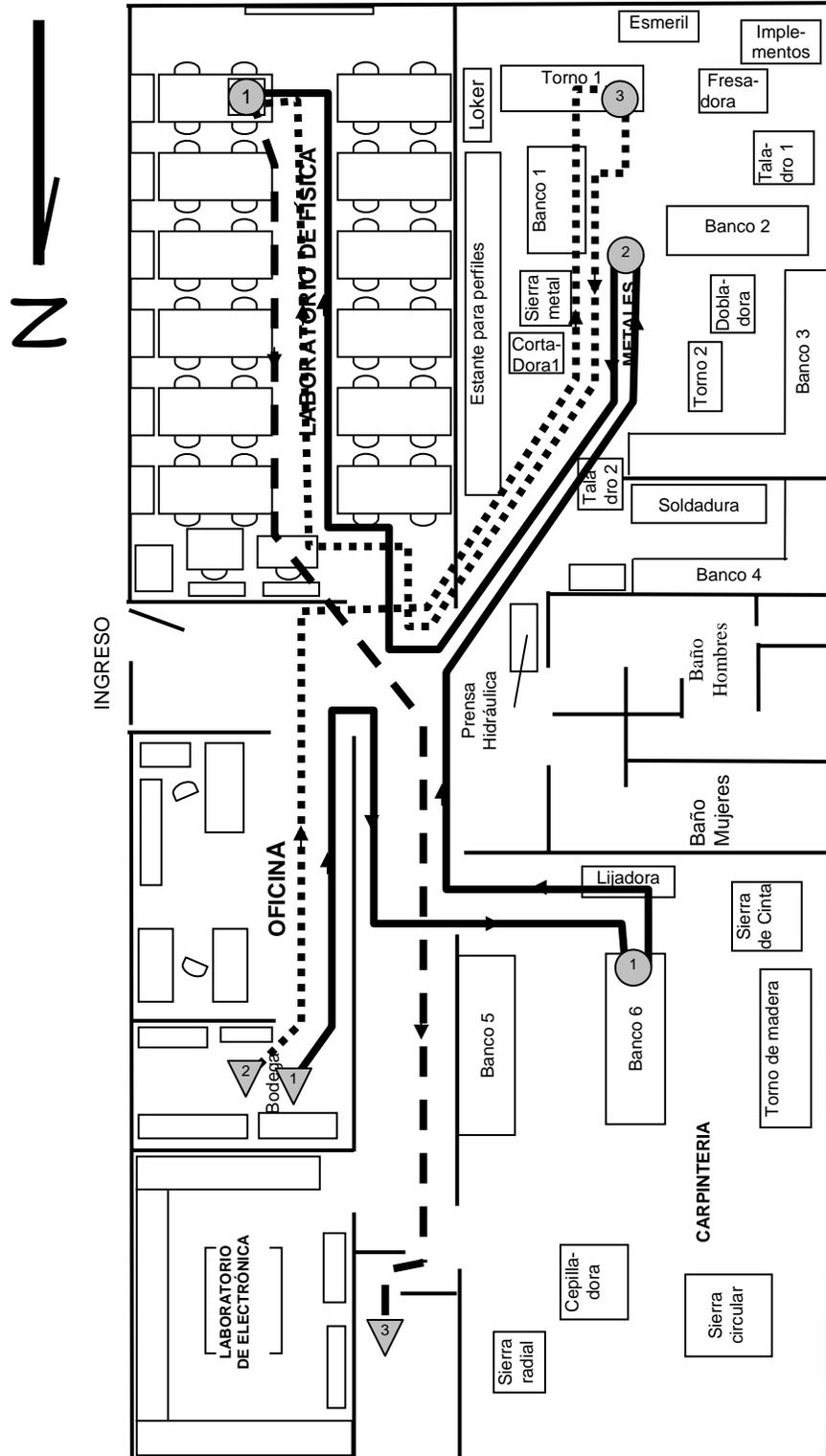


Figura 55. Diagrama de recorrido de la prensa hidráulica







## **5.4 Jornada laboral**

Las actividades del taller se pueden clasificar en 1) aquellas que son parte de proyectos de investigación y desarrollo, es decir, actividades tendientes a crear nuevos productos y que culminan en la elaboración de un prototipo, y 2) actividades de la producción cuyo objetivo es producir grandes cantidades de un producto usando como base un prototipo previamente elaborado.

Dado lo anterior, debería de tenerse una jornada diferente para cada actividad de modo que los que participen en uno y otro tipo de actividad, no se obstruyan mutuamente en el uso de la maquinaria y herramienta. Se sugiere un horario de 7:00 am a 13:00 pm para la producción intermitente y de 13:00 pm a 18:00 pm para los proyectos de investigación y desarrollo.

## **5.5 Análisis de costos**

Con el fin de establecer el costo unitario real de los productos se recurre a los costos históricos o reales, específicamente los costos por orden de fabricación para lo cual en el transcurso de la producción se debe llevar un control de las horas hombre utilizadas en elaborar cada producto. Éstas servirán no sólo para poder asignar la mano de obra sino también para prorratar los gastos de fabricación.

Se debe llevar control también de los materiales indirectos utilizados como lubricantes, aceites, etc. en el período de fabricación de los pedidos así como establecer el consumo de energía eléctrica por la utilización de la maquinaria y por la iluminación al finalizar este período. El costo de los materiales directos totales del pedido se puede prorratar entre los productos utilizando como base el costo de los materiales de los prototipos.

Como parte de la actividad en el taller se elaboró un equipo, el cual se presenta en el catálogo No. 2 de equipo para laboratorios de física. En la tabla XVII se muestra el monto por concepto de materiales para cada uno de los productos del catálogo No. 2.

**Tabla XVII Costo de materiales del catálogo No. 2**

CÓDIGO	EQUIPO	COSTO DE MATERIALES	CÓDIGO	EQUIPO	COSTO DE MATERIALES
<b>PRÁCTICA No. 1 LANZAMIENTO DE PROYECTILES</b>			<b>PRÁCTICA 4 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES</b>		
1-0	Equipo completo	Q 35.08	4-0	Equipo completo	Q 70.81
1-1	Esfera metálica	Q 0.03	4-1	Flotador	Q 3.94
1-2	Tope de madera	Q 21.43	4-2	Dinamómetro calibrado	Q 4.14
1-3	Disparador	Q 13.62	4-3	Probeta plástica de 250 ml.	Q 62.72
			<b>PRÁCTICA 5 BUMERÁN</b>		
1.2.3-1	Regla graduada	Q 1.00	5-0	Equipo completo	Q 7.10
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	5-1	Lanzadera	Q 5.68
<b>PRÁCTICA 2 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME</b>			5-2	Dos búmerán	Q 1.42
2-0	Equipo completo	Q 176.37	<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>		
2-1	Sistema motriz	Q 50.16	6-0	Equipo completo	Q 12.80
2-2	Tres poleas dobles	Q 99.76	6-1	Válvula tipo grifo	Q 1.46
2-3	Polea simple	Q 26.05	6-2	Hipodérmica grande	Q 5.36
2-4	Cuatro fajas	Q 0.40	6-3	Hipodérmica pequeña	Q 1.04
			6-4	Juego de mangueras	Q 1.92
2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 217.00	6-5	Tope metálico	Q 0.68
2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 12.68	6-6	Masa de plastilina	Q 0.88
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	6-7	Dos esferas para válvulas	Q 0.05
1.2.3-1	Regla graduada, 30 cms.	Q 1.00	6-8	Soportes de hipodérmicas	Q 1.41
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>					
3-0	Equipo completo	Q 47.83	2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 217.00
3-1	Dinamómetro sin escala	Q 4.59	2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 12.68
3-2	Transportador con agujero	Q 0.50	1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40
3-3	Dos sujetadores de masa	Q 18.66	6.7-1	Frasco con tapón de hule	Q 13.66
3-4	Tres masas de 50 grs.	Q 12.78	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFON</b>		
3-5	Soporte con tornillo	Q 1.56	7-0	Equipo completo	Q 83.47
3-6	Varilla cilíndrica	Q 8.97	7-1	Dos repisas	Q 2.46
3-7	Pared rugosa	Q 0.52	7-2	Cadena de 3.5 mts.	Q 36.00
3-8	Juego de 2 cuerdas	Q 0.25	7-3	Pizeta	Q 25.76
			7-4	Manguera diámetro mediano	Q 1.53
2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 217.00	7-5	Manguera diámetro pequeño	Q 3.12
2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 12.68	7-6	Sifón en forma de "S"	Q 12.6
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	7-7	Dos frascos con tapa	Q 2.00
1.2.3-1	Regla graduada, 30 cms.	Q 1.00			
3.7-1	Polea	Q 2.72	2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 217.00
			2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 12.68
			3.7-1	Polea	Q 2.72
			6.7-1	Frasco con tapón de hule	Q 13.66

El costo total de materiales sin tomar en cuenta productos repetidos es de Q692.92.

Tipo de cambio: Q 8.00 por \$1.00

## 5.5 Producción intermitente

Los productos del taller de prototipos son diversos. Aunque muchos se hacen bajo las especificaciones de quiénes hacen los pedidos, el catálogo que se elaboró limita las opciones y las estandariza. Pero a pesar de que el catálogo ofrece productos de un mismo género, aun así son muy diferentes. Son 7 prácticas y cada una tiene diversos elementos. Sin embargo si se agrupan los elementos en 7 productos que corresponden a las 7 prácticas, el trabajo de planificación se simplifica. Además, las máquinas y el personal se agrupan en los siguientes departamentos: carpintería, torno, metales y empaque.

La planificación tiene el propósito de proporcionar la siguiente información:

- 1) El tiempo en que se tendrá un pedido específico.
- 2) La movilización de recursos que se debe hacer para cumplir con un pedido en una fecha específica.
- 3) Quién hará determinada actividad, cuándo se debe de iniciar y terminar.
- 4) ¿Sabe el trabajador lo que tiene que hacer, qué materiales utilizar, la fecha de inicio y finalización de la actividad?
- 5) ¿Se hace uso eficiente del recurso humano, evitando el tiempo de ocio?
- 6) La elaboración de los pedidos ¿Van a tiempo, adelantados o atrasados? ¿Se deben tomar medidas?
- 7) ¿Se han efectuado los trabajos?

El modelo de planificación intermitente es una valiosa herramienta para lograr estos objetivos.

### **5.5.1 Venta real**

En el taller de prototipos los productos se fabrican a solicitud del Departamento de Física con el fin de tener una existencia en bodega o debido al pedido de una persona o institución como en el caso de una venta real.

Cuando el equipo que se solicita es del Catálogo que se elaboró, sólo se necesita el código del producto, el nombre y la cantidad requerida. Se hace notar que los códigos con forma 1-0, 2-0, etc. agrupan los elementos propios de esa práctica y que elementos como “Tablero universal” con código 2.3.6.7-1 son utilizados en varias prácticas como indican los número antes del guión (Prácticas 2,3,6, y 7) por lo que se puede pedir una sola unidad y ser utilizado en varias prácticas.

Después de establecer el monto se puede solicitar un anticipo del 50% y el resto se recibe contra entrega.

La fecha de entrega se puede establecer con certeza después de efectuar la planificación de la producción, ya sea que el cliente la especifique y se le de prioridad o que el pedido se acomode a la carga ya existente y el cliente la acepte.

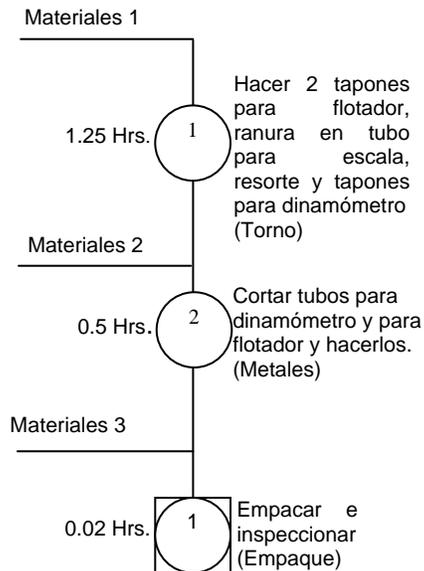
Para los detalles en cuanto al formato de recepción de pedidos véase el capítulo 6 con el tema Propuesta para el mercadeo, en la sección 6.2.2 Procesamiento de pedidos, de este trabajo.

### 5.5.2 Plan de trabajo

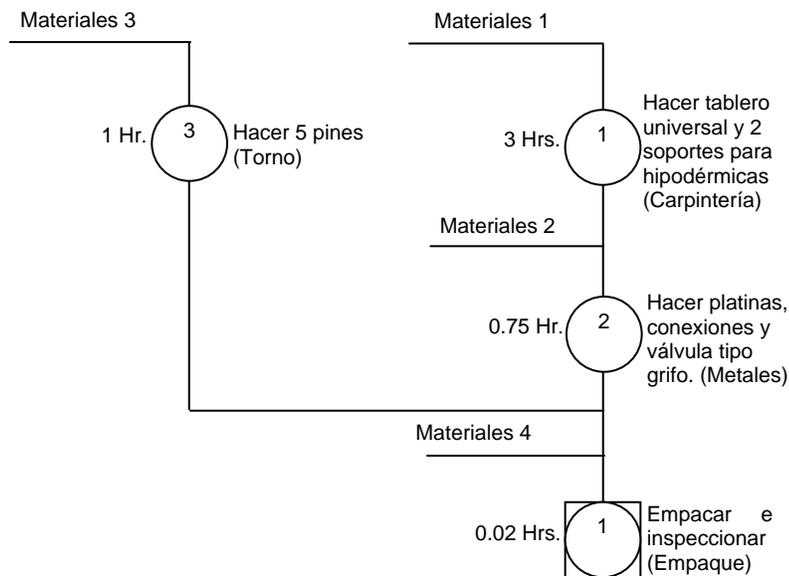
El diagrama de operaciones provee información sobre la secuencia, duración, lugar y requerimiento de materiales de las diversas operaciones, éstos constituyen el plan de trabajo. Con el fin de ilustrar su uso en la planificación, se presenta en la figura 31 el diagrama de operaciones de proceso del equipo de la práctica “Principio de Arquímedes” y en la figura 32. se presenta el de la práctica “Prensa hidráulica”. Se hace notar que la información completa de un diagrama de proceso es como se muestra en la sección 5.2.1.

Además se deben de tener a la vista los dibujos de trabajo y los prototipos del equipo a reproducir.

**Figura 105 Diagrama de operaciones del principio de Arquímedes**



**Figura 32 Diagrama de operaciones de la prensa hidráulica**



En la tabla 11 se presenta un resumen de las actividades de los diferentes departamentos que intervienen en la elaboración del equipo de las prácticas. Esta se puede utilizar para la programación de la producción.





## 5.6 Planificación de la producción

En la planificación se deben establecer los departamentos que participarán en el proceso y los instantes de inicio y finalización de sus actividades, así como el tiempo para la elaboración del pedido.

### 5.6.1 Programación básica

Consiste en asignar a los diferentes departamentos, máquinas o personal, las actividades que deben realizar y los instantes de inicio y finalización. Esto se realiza en un diagrama de tiempo. Se presenta también un ejemplo utilizando los diagramas de operaciones para la fabricación del equipo de las prácticas “Principio de Arquímedes” y “Prensa Hidráulica”. Se considera un pedido de 5 unidades de la primera y 3 unidades de la segunda.

Para la prensa hidráulica se tienen los siguientes tiempos totales:

Carpintería:  $3 \times 3 = 9$  horas      Torno:  $1 \text{ hora} \times 3 = 3$  horas  
Metales:  $0.75 \text{ horas} \times 3 = 2.25$  horas      Empaque:  $0.02 \text{ horas} \times 3 = 0.06$  horas

Para el equipo del principio de Arquímedes se tienen los siguientes tiempos totales:

Torno:  $1.25 \text{ horas} \times 5 = 6.25$  horas  
Metales:  $0.5 \text{ horas} \times 5 = 2.5$  hora      Empaque:  $0.02 \text{ horas} \times 5 = 0.1$  horas

En la tabla XVIII se muestra el formato a utilizar. Note la fila angosta que sirve para llevar un control del avance real, en términos de porcentaje en forma gráfica.



### 5.6.2 Programación final

La programación básica puede ser modificada debido a la introducción de un pedido con una fecha dada y a la cual debe dársele prioridad. En este caso, se procede a planificar desde la fecha de entrega hacia atrás acomodando las actividades en los espacios sin actividad y si hubiera un traslape considerar la posibilidad de horas extras.

Por ejemplo, se tiene un pedido urgente de 4 equipos de la práctica del principio de Arquímedes para el miércoles 4 de junio a las 12:00 h Véase la tabla XIX.

Por lo tanto, se tiene: Torno:  $1.25 \times 4 = 5 \text{ h}$  Metales:  $0.5 \times 4 = 2 \text{ h}$   
 Empaque  $0.02 \times 4 = 0.08 \text{ h}$

**Tabla XIX Programación final con el pedido urgente**

	LUNES						MARTES						MIÉRCOLES					
Depto.	2						3						4					
	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12
Carpintería																		
Torno																		
Metales																		
Empaque																		

Actualmente laboran 2 personas en el taller. Considerando 120 horas de trabajo en un mes y agrupando las operaciones de metales y empaque, se puede determinar la capacidad instalada para la elaboración del equipo del principio de Arquímedes resolviendo la siguiente ecuación:  $1.25x+0.52x=120$ , donde la variable representa las unidades a producir en un mes. Se tiene que  $x= 67$  unidades / mes.

### 5.6.3 Orden de trabajo

En el momento en que el encargado de la planificación sabe quién hará las operaciones, en qué momento, etc., es importante hacer girar la información que le corresponda al personal a cargo de los diferentes departamentos. Esto se hace a través de las órdenes de trabajo. En la tabla XX se muestra el formato que se puede utilizar.

**Tabla XX Formato de una orden de trabajo**

**ORDEN DE TRABAJO**

<b>Orden No. :</b>
<b>Departamento:</b>
<b>Encargado:</b>

Pedido	Práctica	Código	Cantidad	Inicio		Finalización		Revisado
				Día y Fecha	Hora	Día y Fecha	Hora	

<b>OBSERVACIONES</b>	

\_\_\_\_\_  
 Jefe del Taller de Prototipos  
 para la Enseñanza de la Física

## 5.7 Proyección de los requerimientos de personal

El aumento en la carga de trabajo debido al aumento de los pedidos puede conducir a la asignación de horas extras para poder cumplir con los compromisos. Actualmente los técnicos efectúan funciones multifacéticas, sin embargo, para una mayor eficiencia, se sugiere implementar el siguiente personal:

1) Un carpintero:

Actividades: trabajos en madera (corte, pulido, ensamblado, barnizado, etc.)

2) Un mecánico de banco:

Actividades: trabajos en metal (corte, limado, elaboración de roscas, etc.)

En la tabla XXI se presentan los requisitos y características que la Universidad de San Carlos de Guatemala establece para los puestos antes mencionados<sup>71</sup>.

**Tabla XXI. Requisitos y características para los puestos de carpintero y mecánico de banco**

Puesto →			Carpintero I	Mecánico General
Factor habilidad	Subfactor formación	Personal externo	Primaria completa y acreditar capacitación en carpintería.	Bachiller Industrial y Perito en Mecánica General o Bachiller en Mecánica General*.
		Personal interno	Primaria completa.	Tercero Básico y capacitación en Mecánica General*.
	Subfactor experiencia	Personal externo	Dos años en la realización de trabajos diversos de carpintería.	Dos años de trabajos en Mecánica General.
		Personal interno	Tres años como ayudante de trabajo operativo con conocimiento de carpintería.	Tres años en trabajos afines al puesto.

\* Licencia profesional de piloto automovilista.

## 5.8 Medidas de seguridad e higiene en el taller

A continuación se presenta una serie de medidas de seguridad e higiene que se sugiere tomar en el taller de prototipos, con el fin de reducir los riesgos de sufrir accidentes. Éstas son tomadas del libro “Operación de máquinas herramientas” <sup>72</sup>. Las medidas se enfocan en 4 categorías generales que se detallan en la tabla XXII.

- a) Arreglo personal
- b) Orden y limpieza
- c) Manejo de herramientas y materiales
- d) Operación de máquinas herramientas

**Tabla XXII. Medidas de seguridad e higiene en el taller**

Medida	Observaciones
<b>ARREGLO PERSONAL</b>	
1) Usar anteojos de seguridad aprobados en todo momento.	Las virutas o rebabas producidas en una máquina, o el rompimiento de una herramienta cortante de mano pueden lesionar los ojos.
2) Nunca usar ropa floja o suelta junto a ninguna máquina.	La ropa floja o suelta puede quedar atrapada en las partes giratorias de la maquinaria. Se recomienda quitarse la corbata y subirse las mangas hasta el codo.
3) Usar el calzado aprobado en todo momento.	No usar zapatos deportivos ni sandalias. Existe la posibilidad de dejar caer una pieza de acero o un accesorio de la máquina sobre un pie. Utilice zapatos de seguridad con punta de acero en el taller.
4) Quitarse todos los anillos, relojes o pulseras.	Estos accesorios pueden quedar atrapados en una máquina y arrastrar un dedo o toda la mano.
5) El cabello largo se debe proteger con una red o una gorra protectora aprobada.	Uno de los accidentes más comunes los provoca el cabello largo sin proteger atrapado en el husillo del taladro.
6) No usar aire comprimido para limpiar la ropa o las máquinas.	Las virutas o rebabas afiladas pueden volar a gran distancia y ocasionar daños o se puede hacer penetrar cuerpos extraños o microbios en la piel.

<b>ORDEN Y LIMPIEZA</b>	
1) Mantener el piso alrededor de una máquina libre de herramientas o materiales.	En especial las barras redondas.
2) Mantener el piso libre de aceite y grasa.	Para evitar caídas peligrosas.
3) Barrer con frecuencia las virutas de metal en el piso	Al incrustarse en la suela hace que éstas se vuelvan resbaladizas y provocar caídas peligrosas.
4) Mantener siempre limpia la máquina	Use siempre una brocha para quitar las virutas de la máquina, nunca use las manos.
5) No poner nunca herramientas o materiales en la mesa de una máquina	Utilice un banco o mesa para ese fin.
6) Detener siempre la máquina antes de tratar de limpiarla.	El trapo puede quedar atrapado en una parte giratoria y arrastrar toda la mano. Desconecte el interruptor principal de la máquina para que no la pongan en marcha por accidente mientras la limpia.
<b>MANEJO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES</b>	
1) Eliminar siempre las rebabas y bordes agudos de las piezas de trabajo.	Hágalo siempre que vaya a sacar una pieza de trabajo de una máquina. Utilice una lima.
2) Nunca se debe manejar herramientas de corte con la mano desnuda. Envuélvalas con un trapo.	Herramientas afiladas como las fresas, cuchillas, etc. pueden provocar cortaduras si llegan a resbalarse.
3) Use técnicas adecuadas para levantar herramientas o materiales, pida ayuda o use equipo para levantarlas.	Flexione las rodillas, use los músculos de las piernas para levantar el material y mantenga recta la espalda.
<b>OPERACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS</b>	
1) Nunca deje la llave en el portabrocas o mandril, en ningún momento.	En el taladro y el torno.
2) Nunca intente sujetar la pieza de trabajo con la mano cuando taladre agujeros de más de ½" de diámetro.	Utilice una prensa o un tope de la mesa para evitar que gire la pieza.
3) Reduzca la presión de taladro cuando la broca atraviese la pieza de trabajo	Esto evitará que la broca penetre más en la pieza de trabajo y se rompa.
4) No se incline hacia el torno.	Manténgase erecto con la cara y ojos alejados de las virutas que salen volando.
5) Póngase siempre a un lado de la rueda al poner en marcha la esmeriladora.	Nunca se ponga de pie frente a la rueda.
6) Deje que una rueda nueva de esmeriladora gire durante más o menos un minuto antes de usarla.	Si la rueda se va a romper ocurrirá en el primer minuto.
7) No esmerile en un costado de la rueda.	Salvo que esté destinada a tal uso.
8) Nunca oprima con fuerza la pieza de trabajo contra la rueda de esmeril.	Se puede dañar o trabar.
9) Compruebe que la fresa y las partes de la fresadora quedan separadas de la pieza de trabajo.	Entre el soporte del árbol y la pieza de trabajo debe haber un claro.
10) Nunca intente montar, medir o ajustar la pieza de trabajo hasta que la fresa esté detenida completamente.	En la fresadora.
11) Nunca trate de alcanzar algo con las manos encima o cerca de una fresa en rotación.	Mantenga las manos, cuando menos, a 30 cm de la fresa en rotación.

## 5.9 Mantenimiento de la maquinaria

La preocupación más importante de los directivos es el riesgo de seguridad que se presenta cuando una máquina se descompone mientras la está usando el operario. Otro efecto serio es que se interrumpa la producción o la programación de las operaciones, lo cual puede traer, como consecuencia, que se presenten problemas de relación con los clientes e incluso, que se pierdan pedidos. Por ello, el mantenimiento preventivo está diseñado para garantizar la mayor disponibilidad del equipo. Este trabajo abarca inspección, limpieza, lubricación, reemplazo y reparación<sup>73</sup>.

Por tal razón no se debe adoptar el enfoque de efectuar sólo mantenimiento correctivo, pero antes de pensar en el mantenimiento preventivo debe considerarse también el mantenimiento predictivo en el cual se analiza las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando y busca el intervalo más apropiado para repararlo. Esto es siempre mucho menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija basado en factores como las horas de máquina o en alguna fecha<sup>74</sup>.

Se sugiere adoptar el mantenimiento predictivo, para lo cual se debe efectuar un diagnóstico anual de las condiciones de la maquinaria y establecer la frecuencia de mantenimiento más apropiada. En la tabla XXIII se presenta un formato para la programación anual del mantenimiento predictivo, en el cual los meses pueden dividirse a su vez en 4 semanas.

**Tabla XXIII. Hoja para la programación del mantenimiento predictivo**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO																	
L Limpiar		R Reemplazar		Re Reparar			V Verificar						Lu Lubricar				
Símbolo	Máquina	Componente	Materiales	Frecuencia	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	







**Tabla 11 Distribución departamental de las operaciones del Catálogo No. 2**

Departamento	Práctica 1	Práctica 2	Práctica 3	Práctica 4	Práctica 5	Práctica 6	Práctica 7
<b>CARPINTERIA</b>	Tablero tope (0.5 Hrs.)	Tablero universal, madera del sistema motriz. (3 Hrs.)	Tablero universal y dinamómetro (3.25 Hrs.)		Hacer 2 bumerangs y lanzadera. (0.75 Hrs.)	Tablero universal y 2 soportes para hipodérmicas (3 Hrs.)	Hacer tablero universal y dos repisas (3 Hrs.)
<b>TORNO</b>	Eje para disparador. (0.25 Hrs.)	Tres poleas dobles, 1 polea simple, polea para s. motriz, 5 pines. (3.25 Hrs.)	Resorte, 2 sujetadores de masas, 3 masas de 50 grs., polea, varilla, 5 pines; resorte, pin y 2 tapones para dinamómetro. (2 Hrs.)	Dos tapones para flotador, ranura en tubo para escala, resorte y tapones para dinamómetro (1.25 Hrs.)		Hacer 5 pines. (1 Hr.)	Hacer 5 pines. (1 Hr.)
<b>METALES</b>	Disparador (1.5 Hrs.)	Tornillo castigador y sistema motriz. (1 Hr.)	Soporte con tornillo y pared rugosa, Transportador, 2 cuerdas (0.5 Hrs.)	Cortar tubos para dinamómetro y para flotador y hacerlos. (0.5 Hrs.)		Platinas, conexiones y válvula tipo grifo. (0.75 Hrs.)	Arreglar pizeta, corte de mangueras, agujeros a tapadera y tapón, hacer sifón en "S". (0.75 Hrs.)
<b>EMPAQUE</b>	Esfera metálica (0.01 Hrs.)	Prensa "C", regla graduada y 4 ligas. (0.02 Hrs.)	Regla graduada y Prensa "C" (0.03 Hrs.)	Probeta de 250 ml. (0.02 Hrs.)	Empaque e inspección (0.01 Hrs.)	Prensa "C" y plastilina. (0.02 Hrs.)	Empaque e inspección (0.02 Hrs.)

**Tabla XVIII. Formato para la programación de la producción**

**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL EQUIPO DEL CATÁLOGO No. 2**  
Mes : Junio de 2003

	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES													
<b>Depto.</b>	<b>2</b>				<b>3</b>				<b>4</b>																					
Carpintería	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10	11	12
Torno																														
Metales																														
Empaque																														
<b>Depto.</b>	<b>7</b>				<b>8</b>				<b>9</b>				<b>10</b>				<b>11</b>													
Carpintería																														
Torno																														
Metales																														
Empaque																														
<b>Depto.</b>	<b>7</b>				<b>8</b>				<b>9</b>				<b>10</b>				<b>11</b>													
Carpintería																														
Torno																														
Metales																														
Empaque																														
<b>Depto.</b>	<b>7</b>				<b>8</b>				<b>9</b>				<b>10</b>				<b>11</b>													
Carpintería																														
Torno																														
Metales																														
Empaque																														
<b>Depto.</b>	<b>7</b>				<b>8</b>				<b>9</b>				<b>10</b>				<b>11</b>													
Carpintería																														
Torno																														
Metales																														
Empaque																														

Equipo de "La prensa hidráulica"

Equipo del "Principio de Arquímedes"







## **6. PROPUESTA PARA EL MERCADEO**

El mercadeo involucra actividades que propician el contacto entre las personas que demandan un producto y quienes lo ofrecen. También estimula la adquisición de los productos mostrando sus bondades y hace llegar los mismos al usuario de manera que éste no sufra daño en su transportación

### **6.1 Promoción**

Entre las actividades que estimulan la venta personal del equipo del taller de prototipos, está la promoción de ventas, la cual debe incluir la distribución de catálogos y las demostraciones personales. Con el fin de informar de forma masiva, a través de la publicidad, se pueden utilizar los afiches. Se presenta a continuación la aplicación de los catálogos, las demostraciones personales y los afiches.

#### **6.1.1 Uso de catálogos**

Los catálogos pueden cumplir varios propósitos, por ejemplo:

- 1) Informar al cliente potencial sobre las características del producto y la forma de contactar con el taller de prototipos.
- 2) Facilitar la comunicación entre el personal de ventas y los clientes y también entre el personal de ventas y producción.

La utilidad de los catálogos justifica la inversión en su elaboración, la cual implica varias actividades como se muestra a continuación.

### **6.1.1.1 Elaboración de catálogos**

La elaboración de un catálogo es una consecuencia de las actividades de investigación y desarrollo. De modo que la elaboración de un catálogo depende de la planificación de estas actividades. Por ejemplo, si se planifican y ejecutan con éxito 7 proyectos de investigación y desarrollo en determinado período de tiempo, el catálogo contendrá la información relacionada con este equipo.

#### **6.1.1.1.1 Organización del contenido**

1) Carátula: vea el formato sugerido en la figura 57. Con el fin de identificar a un conjunto diferente de elementos se pueden usar las expresiones: Catálogo 1, Catálogo 2, Versión 2003, Versión 2004, etc.

**Figura 57. Formato sugerido para la carátula**



- 2) Índice del contenido: pueden clasificarse las prácticas según sean para laboratorio o demostrativas.
- 3) Contenido: descripción del equipo, clasificado según la práctica en la que se utiliza.
- 4) Datos del Taller de prototipos: nombre del coordinador, dirección y teléfono del taller y un esquema de su ubicación dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **6.1.1.1.2 Fotografías**

Las fotografías describen muy bien aspectos del producto como forma, color, material, proporción, ensamble, etc. Además, proporcionan un impacto visual. La sesión de fotografías debe planificarse tomando como base la codificación de los productos. Deben tomarse fotografías que muestren los detalles de cada producto. Es deseable que en una fotografía aparezca el equipo como un todo.

#### **6.1.1.1.3 Descripción del equipo**

La descripción del equipo de cada práctica inicia con el número de la práctica y el tema. Se presenta a continuación el listado de elementos que se usan en dicha práctica, con sus respectivos códigos. Luego, el listado de elementos que se usan en esta práctica pero que también se utilizan en otras.

Seguidamente se describe en forma general el marco teórico y el funcionamiento del equipo completo. Se pasa a la descripción de cada elemento, el cual debe hacerse tomando en cuenta los aspectos que aparecen en la tabla XXIV. Los ejemplos fueron tomados del Catálogo No. 2.

**Tabla XXIV. Aspectos a tomar en cuenta en la descripción del equipo**

Aspecto	Ejemplo
Funcionamiento técnico o científico	<b>Flotador:</b> Dispositivo que permite que se le varíe el volumen dado que un elemento tubular se desliza sobre otro. Tiene buena hermeticidad y es excelente para establecer la dependencia del empuje con el volumen desplazado.
Medidas importantes	<b>Tablero universal:</b> Tablero de soporte para usos múltiples (51.5 x 44 (cm.)),
Material (no es necesario en todos los casos)	<b>Lanzadera:</b> Es utilizada para lanzar los bumeranes. Es de madera y tiene forma de “Y”.
Código y precio (el precio puede ir en una hoja separada)	<b>Disparador (1-3)</b> Q 48.62

#### 6.1.1.1.4 Codificación del equipo

Se debe asignar un código a los elementos que se ofrecerán por separado. Entre los criterios para considerar un elemento por separado pueden estar: parte sujeta a desgaste, parte que puede ser usada en forma independiente, etc. El fin principal de la codificación es la identificación, evitando ambigüedades y por lo tanto confusiones. El código también permite saber en qué prácticas se usa el elemento. Las convenciones utilizadas en el Catálogo No.2 son las que se muestran en la tabla XXV.

**Tabla XXV. Convenciones en la codificación del Catálogo No. 2**

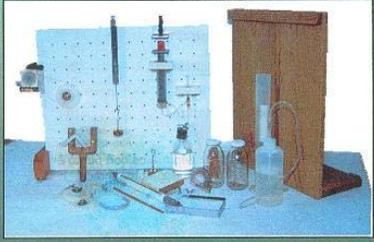
Convención	Ejemplo
<p>El o los números separados por puntos antes del guión significa la o las prácticas en que se utiliza ese elemento. El número después del guión significa el número de orden del elemento en ese conjunto.</p>	<p>Sujetador de masas: 3-5. Elemento 5 de la práctica 3: equilibrio.</p> <p>Tablero universal: 2.3.6.7-1. Elemento 1 del conjunto que se utiliza en las prácticas 2, 3, 6 y 7.</p> <p>Cinco pines: 2.3.6.7-2. Elemento 2 del conjunto que se utiliza en las prácticas 2, 3, 6 y 7.</p>
<p>Cuando el número de orden es "0", se refiere al equipo completo, y corresponde al conjunto de elementos que se utilizan exclusivamente en esa práctica.</p>	<p>Práctica No. 7 El Sifón</p> <p>Equipo completo 7-0 (Incluye 7-1, 7-2, 7-3, 7-4, 7-5, 7-6 y 7-7)</p>

#### 6.1.1.1.5 Montaje

Éste se realiza utilizando un software de computadora apropiado. Las fotografías son digitalizadas mediante un escáner y colocadas dentro del texto. En la figura 58 se muestra el montaje de las fotografías y el texto del "Catálogo No. 2 de equipo para Laboratorios de Física".

Figura 58. Montaje del Catálogo No. 2

## Catálogo No. 2 de Equipo para Laboratorios de Física



**Taller de Prototipos**  
Departamento de Física  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**INDICE**

	Pag.
<b>Prácticas de laboratorio</b>	
1 Lanzamiento de proyectiles	3
2 Movimiento Circular Uniforme	4
3 Equilibrio	5
4 Principio de Arquímedes	6
<b>Prácticas Demostrativas</b>	
5 El Búmerang	7
6 La Prensa Hidráulica	8
7 El Sifón	9
<b>El Taller de Prototipos</b>	<b>10</b>

Nota: Los números separados con punto en el código de un elemento indica las prácticas en las que se usa ese elemento.

PRACTICA No. 1 LANZAMIENTO DE PROYECTILES

<b>Equipo completo</b>	1-0
Esfera metálica	1-1
Topo de madera	1-2
Disparador	1-3

**Regla graduada** 1.2.3-1

**Prensa tipo "C"** 1.2.3.6-1



**Disparador** 1-3

Elemento que se puede sujetar a la mesa con una prensa. Tiene un receptor en el extremo del eje para el proyectil el cual es una esfera metálica. El receptor está alineado con el centro de giro del disparador de modo que la esfera solo gira y no se traslada al cambiar el ángulo de lanzamiento lo que permite mantener el punto inicial de lanzamiento a diferentes ángulos.



**Esfera metálica** 1-1

Utilizada como proyectil.

**Topo de madera** 1-2

Su uso principal es detener el movimiento del proyectil y se coloca en la dirección del movimiento de este. Tiene una pieza en el extremo superior que permite sujetar una hoja de papel en blanco y debajo de este, una de papel pesante con el fin de registrar lanzamientos acertados a determinada altura.

**Prensa tipo "C"** 1.2.3.6-1

Tiene una medida de 2 pulgadas. Es utilizada en esta práctica para sujetar el disparador. Se coloca con el tornillo en la parte inferior de la mesa. Debe colocarse de modo que quede espacio para girar la manivela.

**Regla graduada** 1.2.3-1

Regla graduada en centímetros. Tiene 30 cms. de longitud. Puede utilizarse para elaborar una escala sobre hojas de papel pegadas sobre la mesa. La escala debe partir del centro del proyectil en la posición en que deja el disparador y se hacen marcas a cada 10 cms. Se coloca papel pasante en la región donde se cree que caerá el proyectil. La medida precisa se toma con la regla usando las marcas de la escala en el papel que se tienen a cada 10 cms.



PRACTICA No. 2 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

<b>Equipo completo</b>	2-0
Sistema motriz	2-1
Tres poleas dobles	2-2
Polea simple	2-3
Cuatro fajas	2-4

**Tablero universal** 2.3.6.7-1

**Cinco pines** 2.3.6.7-2

**Prensa tipo "C"** 1.2.3.6-1

**Regla graduada, 30 cms.** 1.2.3-1

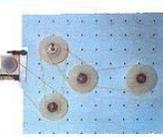
Nota: No se provee el cronómetro.

**Sistema motriz** 2-1

Compuesto por un motor el cual tiene acoplado una polea que transmite el movimiento rotacional a las demás poleas por medio de fajas. Se acciona a través de un interruptor pudiéndose obtener 2 diferentes velocidades, para lo cual se requieren de dos baterías pequeñas comerciales. Estas se acoplan fácilmente en la parte inferior del sistema, y así a su vez se puede sujetar a diferentes puntos de los lazos izquierdo, superior y derecho del tablero por medio de una prensa.

**Tres poleas dobles** 2-2

Cada polea tiene dos diámetros diferentes. El cojinete reduce la fricción con el eje, logrando que la polea gire a pesar de que la faja esté tensada. También le da estabilidad en la rotación. Las poleas son acopladas a los pines y se sujetan a estos por medio de un tornillo castigador. La ranura a lo largo de la cir-




conferencia de la polea recibe a la faja y permite que esta se mantenga alrededor de la polea. Tiene una profundidad de 2 mm y ha de tomarse en cuenta esta medida al hacer la práctica.

**Tablero universal** 2.3.6.7-1

Tablero de soporte para usos múltiples (51.5 x 44 (cms)) de madera. Sus agujeros con protectores metálicos están dispuestos en forma regular. En ellos se introducen los pines. Se le pueden acoplar elementos con prensas. Permite flexibilidad en la disposición de los elementos que soporta al hacerse pruebas experimentales y facilita la visualización en los experimentos demostrativos.

**Juego de cinco pines** 2.3.6.7-2

Pueden servir en el tablero, como ejes para poleas, para soportar repisas u objetos que penden de una cuerda.

**Regla graduada** 1.2.3-1

Para determinar diámetros o la velocidad de un punto de una faja.



### PRACTICA No. 3 EQUILIBRIO

<b>Equipo completo</b>	<b>3-0</b>
Dinámometro sin escala	3-1
Transportador con agujero	3-2
Dos sujetadores de masas	3-3
Tres masas de 50 grs.	3-4
Soporte con tornillo	3-5
Vanilla cilíndrica	3-6
Pared rugosa	3-7
Juego de 2 cuerdas	3-8

<b>Polea</b>	<b>3-7-1</b>
<b>Regla graduada</b>	<b>1.2.3-1</b>
<b>Tablero universal</b>	<b>2.3.6.7-1</b>
<b>Cinco pines</b>	<b>2.3.6.7-2</b>
<b>Prensa tipo "C"</b>	<b>1.2.3.6-1</b>

Este equipo es muy flexible pues permite crear infinidad de sistemas en equilibrio. Sin embargo en esta práctica se sugieren seis sistemas.

<b>Dinámometro sin escala</b>	<b>3-1</b>
-------------------------------	------------

Se utiliza para medir la tensión en cuerdas. Para ello se debe de determinar la constante del resorte. La lectura de la deformación se puede efectuar fácilmente usando 2 anillos que indican los puntos inicial y final.

<b>Transportador con agujero</b>	<b>3-2</b>
----------------------------------	------------

Se encaja en un pin para sujetarlo al tablero universal. Se alinea la marca de 90 grados con la vertical formada por la cuerda que sujeta una masa.

<b>Dos sujetadores de masas</b>	<b>3-3</b>
---------------------------------	------------

Cada uno tiene una masa de 10 grs.

<b>Juego de 3 masas de 50 grs.</b>	<b>3-4</b>
------------------------------------	------------

<b>Soporte con tornillo</b>	<b>3-5</b>
-----------------------------	------------

Se sujeta al tablero con una prensa y se puede utilizar para sujetar la pared rugosa o el eje de la polea estática.

<b>Vanilla cilíndrica</b>	<b>3-6</b>
---------------------------	------------

Vanilla de bronce utilizada como palanca.

<b>Pared rugosa</b>	<b>3-7</b>
---------------------	------------

Logra una reacción vertical hacia arriba sobre la vanilla por la fricción.

<b>Juego de dos cuerdas</b>	<b>3-8</b>
-----------------------------	------------

Suficientes para los 6 sistemas sugeridos.

<b>Polea</b>	<b>3-9</b>
--------------	------------

Se encaja en un pin y este a su vez en el soporte. Se puede utilizar para lograr tensiones hacia arriba iguales a un peso conocido.

### PRACTICA No. 4 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

<b>Equipo completo</b>	<b>4-0</b>
Flotador	4-1
Dinámometro calibrado	4-2
Probeta plástica de 250 ml	4-3

<b>Flotador</b>	<b>4-1</b>
-----------------	------------

Dispositivo que permite que se le varie el volumen dado que un elemento tubular se desliza sobre otro, manteniendo su peso. Tiene buena hermeticidad y es excelente para establecer la dependencia del empuje con el volumen desplazado. El aumento del volumen permite ir desde un estado de hundimiento total con lectura de tensión en el dinámometro, hasta la flotación.

<b>Probeta plástica de 250 ml</b>	<b>4-3</b>
-----------------------------------	------------

Probeta de color blanco con marcas a cada 2 ml. Utilizada para contener el agua en el cual se sumerge el flotador y para el cálculo del volumen del objeto por desplazamiento de líquido.

<b>Dinámometro calibrado</b>	<b>4-2</b>
------------------------------	------------

Dispositivo de resorte. Mide el peso del objeto que pende de él. Está calibrado en Newtons y tiene una precisión de décimas de Newton.

### PRACTICA No. 5 EL BUMERANG



<b>Equipo completo</b>	<b>5-0</b>
Lanzadera	5-1
Dos búmerang	5-2

El búmerang es utilizado en esta práctica para ilustrar la estabilidad rotacional que tienen los objetos que giran en comparación con los que no giran.

<b>Lanzadera</b>	<b>5-1</b>
------------------	------------

Es utilizado para lanzar los búmerang. Es de madera y tiene forma de "Y". Permite imprimarle a los búmerangs movimiento traslacional y rotacional al mismo tiempo o si se desea, al sujetar el elastico inferior a un tornillo, se le imprime sólo movimiento traslacional.



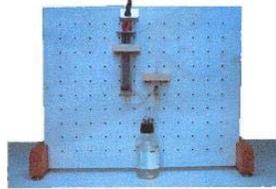
<b>Juego de búmerangs</b>	<b>5-2</b>
---------------------------	------------

Juego compuesto por 2 búmerangs con alas de 5.7 cms. de largo cada una y 1.2 cms. de ancho, dispuestas perpendicularmente.

Pueden ser lanzados en un espacio cerrado como en un aula. En este caso al ser lanzado de forma horizontal y de manera suave con un ángulo de unos 80 grados respecto de la horizontal, este regresará en línea recta, describiendo la estabilidad rotacional.

Puede intentar que regrese a su lugar describiendo una curva, pero en un espacio mayor. Lánzelo en posición vertical o con un ángulo de 30 grados respecto de la vertical hacia la derecha y más fuertemente.

### PRACTICA No. 6 LA PRENSA HIDRAULICA



<b>Equipo completo</b>	<b>6-0</b>
Válvula tipo grito	6-1
Hipodérmica grande	6-2
Hipodérmica pequeña	6-3
Juego de mangueras	6-4
Tope metálico	6-5
Masa de plastilina	6-6
Dos esferas para válvulas	6-7
Soportes de hipodérmicas	6-8

<b>Frasco con tapón de hule</b>	<b>6-7-1</b>
<b>Tablero universal</b>	<b>2.3.6.7-1</b>
<b>Cinco pines</b>	<b>2.3.6.7-2</b>
<b>Prensa tipo "C"</b>	<b>1.2.3.6-1</b>

Al aplicar una fuerza en el émbolo pequeño, el émbolo grande comprime a través de una pastina, una masa cilíndrica de plastilina. El resultado es que se ha aplicado una fuerza sobre el objeto para comprimirlo usando una fuerza menor por parte de la persona.

Las veces en que se efectúa el ciclo de bajar y subir el émbolo pequeño depende de qué tanto se desea comprimir la masa.

Es posible regresar al estado inicial usando una válvula tipo grito que permite desaguar el émbolo grande para iniciar de nuevo el proceso.

Las hipodérmicas están sujetas a unos soportes de madera rectangular, los cuales a su vez se sujetan al tablero universal por medio de los pines.

Las hipodérmicas son elementos comerciales a los cuales se les ha abierto convenientemente agujeros para conectar las mangueras las cuales se pueden quitar fácilmente ya que están introducidas a presión. La parte de las mangueras que conecta a los extremos de las hipodérmicas está pegada.

PRACTICA No. 7 EL SIFON	
<b>Equipo completo</b>	<b>7-0</b>
Dos repisas	7-1
Cadena de 3.5 mts.	7-2
Pizeta	7-3
Manguera diámetro mediano	7-4
Manguera diámetro pequeño	7-5
Sifón en forma de "S"	7-6
Los frascos con tapa	7-7
<b>Frasco con tapón de hule</b>	<b>6.7-1</b>
<b>Polea</b>	<b>3.7-1</b>
<b>Tablero universal</b>	<b>2.3.6.7-1</b>
<b>Cinco pines</b>	<b>2.3.6.7-2</b>
<p>El sifón es un dispositivo que permite subir un líquido por una tubería a un nivel mayor que el nivel del depósito original, como por ejemplo, cuando se desea extraer gasolina del tanque de un automóvil.</p>	
<b>Cadena de 3.5 mts.</b>	<b>7-2</b>
<p>Utilizada para ilustrar el principio del sifón, al pasar de forma continua de un frasco a otro a través de la polea. El proceso se repite al invertir la posición de los frascos.</p>	
<b>Pizeta</b>	<b>7-3</b>
<p>El trasvaseado del agua inicia cuando se hace una opección rápida en la pizeta tapando el agujero con el dedo índice para luego soltarla. El sistema permite bombear el agua del frasco para repeler el proceso.</p>	
<b>Sifón en forma de "S"</b>	<b>7-6</b>
<p>Ilustra como funciona el sifón en la eliminación de desechos en los hogares, dejando pasar los desechos sólidos y líquidos, pero no así los olores del depósito, al ambiente.</p>	





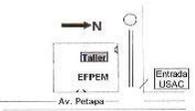


TALLER DE PROTOTIPOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FISICA



El Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física cuenta con maquinaria y personal técnico calificado para la elaboración de equipo para experimentación en Física. Es coordinado por el Licenciado en Física Cesar Izquierdo Merlo. Ofrece sus productos a instituciones o personas en general a través de sus **Catálogos para Laboratorios de Física**. Los equipos incluyen manuales para su uso.

Vea los prototipos y obtenga los catálogos en las instalaciones del taller, ubicado en el área de la Escuela de Formación para Profesores de Enseñanza Media (EFPEM), Ciudad Universitaria, zona 12, o llame al teléfono 4762105, ext. 219.



*Lo que oi lo olvidé, lo que vi lo recuerdo, pero lo que practiqué... lo sé hacer.*

### 6.1.2 Demostraciones personales

Éstas permiten dar al cliente potencial explicaciones detalladas sobre el funcionamiento del equipo, a la vez que es una manera rápida de resolverle sus dudas. Debe de tenerse un programa de demostraciones personales como parte de las actividades de la promoción de ventas.

Ya sea que se hagan demostraciones usando el equipo o catálogos, se deben de explicar conceptos científicos, especificaciones técnicas y aspectos pedagógicos de los productos. También son importantes los aspectos financieros (por ejemplo los precios) y de distribución, especialmente si están presentes representantes administrativos de la institución.

### 6.1.2.1 Utilizando el equipo

Se puede realizar en el taller o en la institución que podría requerirlo. Con este propósito es que se deben de tener 2 juegos de equipos en el taller, uno para las demostraciones y el otro como patrón para la fabricación. Cuando hay necesidad de trasladarse a una institución, se puede utilizar un maletín apropiado dividido en compartimentos de modo que el equipo esté ordenado. De esta manera se evitan confusiones en el momento de la exposición.

La exposición debe hacerse a los catedráticos del curso de física, ya que ellos conocen el tema en cuestión pero sería deseable la presencia de representantes de la administración con el fin de que tengan un mejor conocimiento de los beneficios de los productos, puesto que ellos autorizan las requisiciones.

El contenido de la exposición puede basarse en el “Manual para la utilización del equipo para experimentación en física”, que para el equipo del Catálogo No. 2 ya está elaborado. En la tabla XXVI se muestra un contenido sugerido.

**Tabla XXVI. Contenido de la exposición**

Contenido	Herramienta
Tema de la práctica y marco teórico	Pizarrón, marcador y almohadilla
Descripción del equipo	Equipo
Realización de una corrida	Equipo
Cálculo del porcentaje de error	Pizarrón, marcador y almohadilla

### **6.1.2.2 Utilizando catálogos**

La ventaja del uso de catálogos en las demostraciones personales es la facilidad en la transportación del material a instituciones. Permite que se puedan hacer demostraciones del equipo a administradores o catedráticos en la comodidad de sus oficinas.

Se puede seguir básicamente el mismo contenido de la exposición usando el equipo, con la variante de que en lugar de usar el equipo para su descripción, se utiliza el catálogo. En este caso se debe hacer uso eficiente de las fotografías, parafraseando la información de los párrafos, siguiendo el orden del catálogo. También deben explicarse el significado de los números que forman el código de producto.

En lugar de efectuar corridas, se describe el contenido del “Manual para la utilización del equipo para experimentación en física”, pero aún así se pueden utilizar medios didácticos como el pizarrón o gráficas en hojas sueltas.

### **6.1.3 Afiches**

Se pueden elaborar afiches publicitarios con el propósito de dar información sobre el Taller de Prototipos y sus catálogos. Se reprodujeron varios ejemplares y se colocaron en puntos apropiados.

Los aspectos que se tomaron en cuenta al elaborar el contenido del afiche son:

- 1) Nombre de la institución y dependencias a la que pertenece el taller.
- 2) Nombre completo del taller
- 3) Fortalezas y objetivo del taller.
- 4) Identificación del producto.
- 5) Forma en que se puede conocer el producto, hacer pedidos o comentarios.
- 6) Un eslogan promocional

La elaboración del afiche incluyó las siguientes actividades:

- Redacción del contenido.
- Toma de fotografías.
- Coordinación del montaje en computadora e impresión del original.
- Fotocopiado a colores en tamaño doble carta.

El afiche elaborado es el que se muestra en la figura 59.

Figura 59. Afiche publicitario

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE FISICA

# TALLER DE PROTOTIPOS PARA LA ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN FISICA

El Taller de Prototipos cuenta con maquinaria y personal técnico calificado, el cual se dedica a la elaboración de equipo para experimentación en Física.

Ofrece sus productos a instituciones o personas en general a través de sus Catálogos de Equipo para Laboratorios de Física. Los equipos incluyen Guías y cuadernos de laboratorio.

Vea los prototipos y obtenga los catálogos gratis en las instalaciones del taller, Ciudad Universitaria, Zona 12, en el área de EFPEM; o consulte nuestra página en internet [www.galeon.com/taprofis.com](http://www.galeon.com/taprofis.com)

Para sus pedidos o comentarios visítenos o llámenos a los teléfonos: 476-2105 Ext. 219 • 477-0287 ó 404-7356

También recibimos sus comentarios en nuestro e-mail [tapro@galeon.com](mailto:tapro@galeon.com)

*Lo que oí lo olvidé, lo que vi lo recuerdo, pero lo que practiqué ...lo sé hacer.*

## 6.2 Distribución

La actividad de distribución del taller de prototipos consiste en el manejo de materiales y pedidos desde el punto de vista físico y administrativo, lo que implica el desarrollo de procedimientos, formatos y empaques, los cuales se presentan a continuación.

### 6.2.1 Canal de distribución

El producto del taller de prototipos exige un contacto estrecho entre el cliente y el personal del taller, esto es por la naturaleza técnica y científica del mismo. Además las distancias del taller a los colegios de la ciudad capital y lugares aledaños no son muy grandes.

Dado lo anterior, al taller actualmente no le es conveniente tener intermediarios en la distribución del producto por lo que el canal de distribución es de productor a usuario industrial. Quizás en el futuro la situación varíe, debido a cambios en el mercado o a un mayor conocimiento del producto por parte de personas que podrían fungir como intermediarios (véase figura 60).

**Figura 60. Canales de distribución del producto del taller de prototipos**

Actual



Posible situación futura



### 6.2.2 Procesamiento de pedidos

Cuando un cliente desea uno o varios productos y no se tiene existencia en bodega de producto terminado, se tienen que elaborar. En ese caso, se debe introducir el pedido al formato de planificación para poder dar una fecha de entrega. Tras haber acordado en una fecha, se anotan los datos de la institución, si aún no se tienen, en el formato de la tabla XXVII.

**Figura XXVII. Formato para la recepción de datos de la institución**

**INSTITUCIÓN**

<b>Código</b>	<b>Institución</b>	<b>Usuario</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Responsable</b>

Luego se procede a llenar el formato “Pedido” de la tabla XXVIII. En ella se debe anotar la cantidad dada en anticipo, que corresponderá por norma al 50% del monto del pedido. Se firma y sella. Se da la original al cliente y se retiene una copia, la cual se puede archivar por institución. Los datos se relacionan entre sí, según la figura 61.

**Figura XXVIII. Formato para la recepción de datos del pedido**

**PEDIDO**

<b>Institución:</b>	<b>Pedido No.:</b>
<b>Fecha Pedido:</b>	<b>Fecha Entrega:</b>
	<b>Atendió:</b>

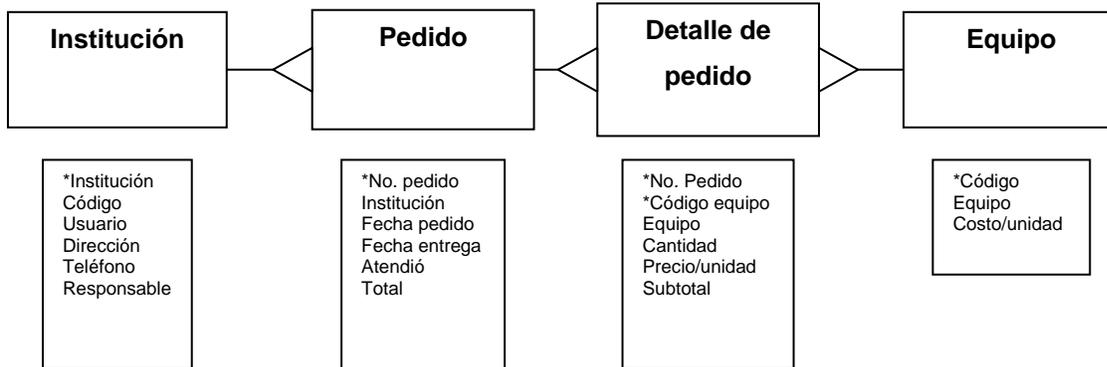
<b>Cod. Equipo</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio/unidad</b>	<b>Subtotal</b>
			<b>Total</b>	

Anticipo: 50% del monto del pedido.

Monto del anticipo: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Coordinador del Taller de Prototipos  
 para la Enseñanza de la Física

**Figura 61. Diagrama que relaciona los datos utilizados en la recepción de pedidos**



### 6.2.3 Manejo de materiales

Para el manejo administrativo de los materiales del Catálogo No. 2 se desarrolló un programa de computadora el cual consiste en una hoja electrónica que tiene como datos de entrada la cantidad de cada uno de los elementos del pedido y como salida la cantidad y descripción de los materiales a adquirir. La información aparece clasificada por proveedores.

En la tabla XXIX se muestra la composición de un pedido de 10 juegos completos sin repetir elementos, y en la tabla XXX se muestra los resultados de la ejecución del programa. En total son 78 materiales diferentes distribuidos en 19 proveedores. La tabla muestra el código de material, código del producto donde se utilizó, descripción del artículo y el material, la cantidad de material por unidad de producto, la cantidad de material a utilizar para el pedido, y el total, ya que hay casos en que el mismo material se utiliza en varios productos. Por último, el costo del material por unidad o por unidad de medida.



**Tabla XXIX. Composición del pedido de 10 juegos**

CÓDIGO	EQUIPO	Cantidad	CÓDIGO	EQUIPO	Cantidad
<b>PRÁCTICA No. 1 LANZAMIENTO DE PROYECTILES</b>			<b>PRÁCTICA 4 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES</b>		
1-0	Equipo completo	10	4-0	Equipo completo	10
1-1	Esfera metálica	0	4-1	Flotador	0
1-2	Tope de madera	0	4-2	Dinamómetro calibrado	0
1-3	Disparador	0	4-3	Probeta plástica de 250 ml.	0
<b>PRÁCTICA 2 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME</b>			<b>PRÁCTICA 5 BUMERANG</b>		
2-0	Equipo completo	10	5-0	Equipo completo	10
2-1	Sistema motriz	0	5-1	Lanzadera	0
2-2	Tres poleas dobles	0	5-2	Dos bumerán	0
2-3	Polea simple	0	<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>		
2-4	Cuatro fajas	0	6-0	Equipo completo	10
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			6-1	Válvula tipo grifo	0
3-0	Equipo completo	10	6-2	Hipodérmica grande	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	6-3	Hipodérmica pequeña	0
3-2	Transportador con agujero	0	6-4	Juego de mangueras	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	6-5	Tope metálico	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	6-6	Masa de plastilina	0
3-5	Soporte con tornillo	0	6-7	Dos esferas para válvulas	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	6-8	Soportes de hipodérmicas	0
3-7	Pared rugosa	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-0	Equipo completo	10
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-1	Dos repisas	0
6-0	Equipo completo	10	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-3	Pizeta	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-5	Tope metálico	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-6	Masa de plastilina	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-0	Equipo completo	10
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-1	Dos repisas	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-0	Equipo completo	10	7-3	Pizeta	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-5	Soporte con tornillo	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-0	Equipo completo	10
3-7	Pared rugosa	0	7-1	Dos repisas	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-3	Pizeta	0
6-0	Equipo completo	10	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-4	Juego de mangueras	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-5	Tope metálico	0	7-0	Equipo completo	10
6-6	Masa de plastilina	0	7-1	Dos repisas	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-3	Pizeta	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-0	Equipo completo	10	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-0	Equipo completo	10
3-5	Soporte con tornillo	0	7-1	Dos repisas	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-7	Pared rugosa	0	7-3	Pizeta	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-0	Equipo completo	10	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-2	Hipodérmica grande	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-0	Equipo completo	10
6-4	Juego de mangueras	0	7-1	Dos repisas	0
6-5	Tope metálico	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-3	Pizeta	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-0	Equipo completo	10	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-2	Transportador con agujero	0	7-0	Equipo completo	10
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-1	Dos repisas	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-3	Pizeta	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-7	Pared rugosa	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-7	Dos frascos con tapa	0
6-0	Equipo completo	10	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-0	Equipo completo	10
6-2	Hipodérmica grande	0	7-1	Dos repisas	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-3	Pizeta	0
6-5	Tope metálico	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-0	Equipo completo	10	7-0	Equipo completo	10
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-1	Dos repisas	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-3	Pizeta	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-7	Pared rugosa	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-0	Equipo completo	10
6-0	Equipo completo	10	7-1	Dos repisas	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-3	Pizeta	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-5	Tope metálico	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-0	Equipo completo	10
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-1	Dos repisas	0
3-0	Equipo completo	10	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-3	Pizeta	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-7	Pared rugosa	0	7-0	Equipo completo	10
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-1	Dos repisas	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-0	Equipo completo	10	7-3	Pizeta	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-5	Tope metálico	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-6	Masa de plastilina	0	7-0	Equipo completo	10
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-1	Dos repisas	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-3	Pizeta	0
3-0	Equipo completo	10	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-5	Soporte con tornillo	0	7-0	Equipo completo	10
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-1	Dos repisas	0
3-7	Pared rugosa	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-3	Pizeta	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-0	Equipo completo	10	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-4	Juego de mangueras	0	7-0	Equipo completo	10
6-5	Tope metálico	0	7-1	Dos repisas	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-3	Pizeta	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-0	Equipo completo	10	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-2	Transportador con agujero	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-0	Equipo completo	10
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-1	Dos repisas	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-3	Pizeta	0
3-7	Pared rugosa	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-0	Equipo completo	10	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-1	Válvula tipo grifo	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-2	Hipodérmica grande	0	7-0	Equipo completo	10
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-1	Dos repisas	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-5	Tope metálico	0	7-3	Pizeta	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-7	Dos frascos con tapa	0
3-0	Equipo completo	10	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-0	Equipo completo	10
3-2	Transportador con agujero	0	7-1	Dos repisas	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-3	Pizeta	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-7	Pared rugosa	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-8	Juego de 2 cuerdas	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>			<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
6-0	Equipo completo	10	7-0	Equipo completo	10
6-1	Válvula tipo grifo	0	7-1	Dos repisas	0
6-2	Hipodérmica grande	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
6-3	Hipodérmica pequeña	0	7-3	Pizeta	0
6-4	Juego de mangueras	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
6-5	Tope metálico	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
6-6	Masa de plastilina	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
6-7	Dos esferas para válvulas	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
6-8	Soportes de hipodérmicas	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			7-0	Equipo completo	10
3-0	Equipo completo	10	7-1	Dos repisas	0
3-1	Dinamómetro sin escala	0	7-2	Cadena de 3.5 mts.	0
3-2	Transportador con agujero	0	7-3	Pizeta	0
3-3	Dos sujetadores de masa	0	7-4	Manguera diámetro mediano	0
3-4	Tres masas de 50 grs.	0	7-5	Manguera diámetro pequeño	0
3-5	Soporte con tornillo	0	7-6	Sifón en forma de "S"	0
3-6	Varilla cilíndrica	0	7-7	Dos frascos con tapa	0
3-7	Pared rugosa	0	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFÓN</b>		

4	6-1	Válvula tipo grifo	Barra cilíndrica	Aluminio	D ½"	0.69	6.88	plg		Q 8.78/pie
<b>2. ASERRADERO SAN MIGUEL</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
5	1-2	Tablero tope	Tabla	Madera de pino	1" x 12"	4.00	40.00	Pies	43.30	Q48/12pie
5	5-1	Lanzadera	Tabla	Madera	1" x 12"	0.33	3.30	Pies		Q48/12pie
6	2.3.6.7-1	Tablero universal	Tabla	Madera de Pino	1 ½" x 12 "	0.25	2.50	Pies	2.50	Q72/12pie
7	2-1	Sistema Motriz	Pieza	Melamina	5/8"x5.4x5.4 (cm)	29.16	291.60	cm <sup>2</sup>	23491.60	Q165/4'x8'
7	2.3.6.7-1	Tablero universal	Pieza	Melamina	5/8"x 42x50 (cm)	2100	21000	cm <sup>2</sup>		Q165/4'x8'
7	6-8	Soportes de hipodérmicas	Pieza	Melamina	5/8", 70 cm <sup>2</sup>	70.00	700.00	cm <sup>2</sup>		Q165/4'x8'
7	7-1	Dos repisas	Pieza	Melamina	150 cm <sup>2</sup>	150	1500.00	cm <sup>2</sup>		Q165/4'x8'
8	5-1	Lanzadera	Lija	-	# 100, para madera	0.25	2.50	u	5.00	RojaQ2.25
8	5-2	Dos bumerán	Lija	-	# 100, para madera	0.25	2.50	u		RojaQ2.26
9	2.3.6.7-1	Tablero universal	Pieza	Plywood	51.5 x 44 (cm)x ¼"	2266	22660	cm <sup>2</sup>	22660.00	Q72/4'x8'
9	5-1	Lanzadera	Lija	-	# 80, para madera	0.25	2.50	u	5.00	RojaQ2.65
10	5-2	Dos bumerán	Lija	-	#80, para madera	0.25	2.50	u		RojaQ2.66
11	2.3.6.7-1	Tablero universal	Bote de cola blanca	-	1 galón/75 tableros	0.013	0.133	galón	0.193	Q53.5/galón
11	5-2	Dos Bumerán	Bote de cola blanca	-	1 galón/1000 pares	0.001	0.010	galón		Q53.5/galón
11	1-2	Tablero tope	Bote de cola blanca	-	1 galón /200 tableros	0.005	0.050	galón		Q53.5/galón
12	6-8	Soportes de hipodérmicas	Tira de tapacanto	Plástico	Ancho 7/8"	50.00	500.00	cm	1350.00	Q1.00/m
12	7-1	Dos repisas	Tira de tapacanto	Plástico	Ancho 7/8"	75.00	750.00	cm		Q1.00/m
12	2-1	Sistema Motriz	Tira para tapa canto	Plástico	Ancho 7/8"	10.00	100.00	cm		Q1.00/m
13	6-8	Soportes de hipodérmicas	Lañas	Metálicas	½" ancho interior	8.00	80.00	u	160.00	Q6.5/100
13	7-1	Dos repisas	Lañas	Metálicas	½" ancho interior	8.00	80.00	u		Q6.5/100
<b>3. CASA DEL TORNILLO</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
14	1-2	Tablero tope	Tornillos con mariposa	-	D ¼ " x 2"	2.00	20.00	u	20.00	Q2.01/Par
15	1-2	Tablero tope	Roldanas	-	D ¼"	2.00	20.00	u	20.00	Q.10c/u
16	1-3	Disparador	Tornillo con tuerca	-	M3 x 10 Longitud	1.00	10.00	u	10.00	Q0.6+Q.12
17	2-1	Sistema Motriz	Tornillo autorroscante	-	M3 x 10 Longitud	4.00	40.00	u	90.00	Q0.55/u
17	5-1	Lanzadera	Tornillos autorroscante	-	M3 x 10 Longitud	5.00	50.00	u		Q0.55/u
18	1-3	Disparador	Tornillo	-	M3 x 6 Longitud	1.00	10.00	u	10.00	Q0.63/u
19	2-1	Sistema Motriz	Tornillo con tuerca	-	M3 x 6 Longitud	1.00	10.00	u	10.00	0.63+Q.12
20	1-3	Disparador	Tornillo con mariposa	-	D3/16" x ¾"	1.00	10.00	u	30.00	Q.015+.81
20	6-1	Válvula tipo grifo	Tornillo con mariposa	Metálico	D 3/16" x 3/4"	1.00	10.00	u		Q.015+.82
20	3-5	Soporte con tornillo	Tornillo con mariposa	-	D 3/16" x 3/4"	1.00	10.00	u		Q.015+.83
21	2.3.6.7-1	Tablero universal	Tornillos	-	D5/16" x 11/8"	2.00	20.00	u	20.00	1 1/2" Q.93
22	1-3	Disparador	Roldana de presión		D 3/16" Interior	1.00	10.00	u	10.00	Q0.05/u
23	1-3	Disparador	Seguro	-	D 5/16"	1.00	10.00	u	10.00	Q2.61/u
<b>4. FERRETERIA LEWONSKI</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
24	3-1	Dinamómetro sin escala	Armella abierta	Metal	Dorada 1/2" # 14	1.00	10.00	u	50.00	Q0.32/u
24	3-3	Dos sujetadores de masas	Armella abierta	Metal	Dorada 1/2" # 14	2.00	20.00	u		Q0.32/u
24	4-1	Flotador	Armella abierta	Metal	Dorada 1/2" # 14	1.00	10.00	u		Q0.32/u

24	4-2	Dinamómetro calibrado	Armella abierta	Metal	Dorada 1/2" # 14	1.00	10.00	u		Q0.32/u
25	2.3.6.7-1	Tablero universal	Deslizador de fieltro	-	-	4.00	40.00	u	40.00	Q2.00/u
<b>5. CEMACO</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
26	2.3.6.7-1	Tablero universal	Tarugos	-	HLD 3	120	1200.00	u	1200.00	Q1.55/u
<b>6. DILAB</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
27	4-3	Probeta de plástico	Probeta	Plástico	250 mililitros	1.00	10.00	u	10.00	Q62.72/u
28	6-2	Hipodérmica grande	Hipodérmica	Plástico	60 mililitros	1.00	10.00	u	10.00	Q4.48/u
28	6-3	Hipodérmica pequeña	Hipodérmica	Plástico	3 mililitros	1.00	10.00	u	10.00	53.76/100
30	6-4	Juego de mangueras	Manguera	Plástico	D4 mm	40.00	400.00	cm	1050.00	6.95/145cm
30	7-5	Manguera diámetro pequeño	Manguera	Plástico	D 4 mm	65.00	650.00	cm		6.95/145cm
31	6.7-1	Frasco con tapón de hule	Tapón	Hule	# 6	1.00	10.00	u	10.00	#7 Q12.66
32	7-3	Pizeta	Pizeta	Plástico		1.00	10.00	u	10.00	Q25.76/u
33	7-6	Sifón en forma de "S"	Tubo	Vidrio	D 8 mm	50.00	500.00	cm	500.00	15.12/1.2m
34	7-6	Sifón en forma de "S"	Manguera	Plástico	D 3/8"	30.00	300.00	cm	300.00	Q5.04/pie
<b>7. REPUESTOS "EL JAGUAR"</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
35	7-4	Manguera diámetro mediano	Manguera	Plástico	3/16"	55.00	550.00	cm	550.00	Q0.85/pie
<b>8. FERRETERIA EL ARENAL</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
36	1-3	Disparador	Plana	Hierro	¾"x1/8"	14.80	148.00	cm	478.00	Q15.15/6m
36	3-5	Soporte con tornillo	Plana	Hierro	¾" x 1/8"	21.00	210.00	cm		Q15.15/6m
36	3-7	Pared rugosa	Plana	Hierro	¾" x 1/8"	12.00	120.00	cm		Q15.15/6m
37	1-3	Disparador	Angular	Hierro	¾"x1/8"	8.00	80.00	cm	80.00	Q26.15/6m
38	4-2	Dinamómetro calibrado	Tubo	PVC	D27/64" X 23 cm	23.00	230.00	cm	335.00	Q16.80/6m
38	4-1	Flotador	Tubo	PVC	D27/64"	10.50	105.00	cm		Q16.80/6m
39	6-2	Hipodérmica grande	Plana	Hierro	2" x 1/8"	5.00	50.00	cm	140.00	Q45.4/6m
39	6-5	Tope metálico	Plana	Hierro	2" x 1/8"	9.00	90.00	cm		Q45.4/6m
<b>9. CELASA</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
40	3-1	Dinamómetro sin escala	Tubo para ducto	Plástico	D 1/2" Gris	20.00	200.00	cm	605.00	Q3.81/3m
40	4-1	Flotador	Tubo para ducto	Plástico	D 1/2" Gris	10.50	105.00	cm		Q3.81/3m
40	4-2	Dinamómetro calibrado	Tubo para ducto	Plástico	D 1/2" Gris	30.00	300.00	cm		Q3.81/3m
<b>10. FERRETERIA PETAPA</b>										
<b>Código material</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Artículo</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>			<b>Total</b>	<b>Costo</b>
41	1-2	Tablero tope	Sellador kilo concentrado	-	1 galón/200 tableros	0.005	0.050	galón	0.150	145.15/galón
41	2.3.6.7-1	Tablero universal	Sellador kilo concentrado	-	1 gal./150 tableros	0.006	0.060	galón		145.15/galón
41	4-2	Dinamómetro calibrado	Sellador kilo concentrado	-	1 galón / 500 hojas	0.002	0.020	galón		145.15/galón
41	5-1	Lanzadera	Sellador kilo concentrado	-	1 galón/ 500 unidades	0.002	0.020	galón		145.15/galón
42	1-2	Tablero tope	Clavo	-	1 ½ "	5.00	50.00	u	50.00	Q 2.55/lb

43	1-3	Disparador	Lámina	Galvanizada	60x7x0.5 (mm)	4.20	42.00	cm <sup>2</sup>	42.00	64.75/3x8"
44	1-3	Disparador	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 15 cm	0.42	4.20	u	21.50	Q6.25/18u
44	2-2	Tres poleas dobles	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 6 cm	0.17	1.70	u		Q6.25/18u
44	2-3	Polea simple	Varilla para soldar	-	D 1/8" x 2 cm	0.06	0.60	u		Q6.25/18u
44	3-1	Dinamómetro sin escala	Varilla para soldar		D 1/8" x 17.75 cm	0.50	5.00	u		Q6.25/18u
44	4-2	Dinamómetro calibrado	Varilla para soldar		D 1/8" x 35.5 cm	1.00	10.00	u		Q6.25/18u
45	1-3	Disparador	Pintura color aluminio	-	1 galón/500	0.002	0.020	galón	0.050	Q70.40/galón
45	3-5	Soporte con tornillo	Pintura color aluminio	-	1 galón/1000	0.001	0.010	galón		Q70.40/galón
45	3-7	Pared rugosa	Pintura color aluminio	-	1 galón/1000	0.001	0.010	galón		Q70.40/galón
45	5-2	Dos Bumerán	Pintura color aluminio	-	1 galón/ 1000 pares	0.001	0.010	galón		Q70.40/galón
46	1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Prensa "C"	-	2"	1.00	10.00	u	10.00	Q12.40/u
47	2.3.6.7-1	Tablero universal	Bote de pintura blanca	-	1 galón /75 tableros	0.013	0.133	galón	0.13	Q70.40/galón
48	3-1	Dinamómetro sin escala	Remache	Metal	D5/32" X 3/8"	1.00	10.00	u	10.00	Q0.09/u
49	3-7	Pared rugosa	Lija para metales	-	2 x 10 (cm) #60	20.00	200.00	cm <sup>2</sup>	200.00	Q2.25/u
50	3-7	Pared rugosa	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 1000 piezas	0.001	0.010	galón	0.150	Q71.25/galón
50	4-1	Flotador	Bote cemento de contacto	-	1galón / 500	0.002	0.020	galón		Q71.25/galón
50	4-2	Dinamómetro calibrado	Bote cemento de contacto	-	1galón / 500	0.002	0.020	galón		Q71.25/galón
50	6-8	Sopores de hipodérmicas	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 200 pares	0.005	0.050	galón		Q71.25/galón
50	7-1	Dos repisas	Bote cemento de contacto	-	1 galón/ 200 pares	0.005	0.050	galón		Q71.25/galón
51	3-8	Juego de 2 cuerdas	Cuerda	Cáñamo	50 cm Longitud	50.00	500.00	cm	500.00	Q.75/m
52	6-2	Hipodérmica grande	Tubo de Loctite	-	1 tubo/ 25	0.04	0.40	u	0.80	Q12.5/galón
52	6-3	Hipodérmica pequeña	Tubo de Loctite	-	1 tubo/ 25	0.04	0.40	u		Q12.5/galón
53	1-3	Disparador	Plana	Hierro	3/16"x3/4"	11.80	118.00	cm	118.00	Q21.75/6m
<b>11. FERRETERIA "LA HERRADURA"</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
54	3-1	Dinamómetro sin escala	Alambre	Acerado	D0.5 mm x 1.45 m	2.21	22.10	g	44.20	Q66.00/lb
54	4-2	Dinamómetro calibrado	Alambre	Acerado	D0.5 mm x 1.45 m	2.21	22.10	g		Q66.00/lb
<b>12. LIBRERIA JIREH</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
55	1-3	Disparador	Transportador	Plástico	180 <sup>u</sup> Marca "Baco"	1.00	10.00	u	20.00	Q.5/u
55	3-2	Transportador con agujero	Transportador	Plástico	180 <sup>u</sup> Marca "Baco"	1.00	10.00	u		Q.5/u
56	1.2.3-1	Regla graduada	Regla graduada	Madera	30 cm	1.00	10.00	u	10.00	Q1.00/u
57	2-4	Cuatro fajas	Ligas elásticas	Hule	Comercial, ver muestra	4.00	40.00	u	50.00	Q.1/u
57	5-1	Lanzadera	Liga elástica	-	Comercial, ver muestra	1.00	10.00	u		Q.1/u
58	4-2	Dinamómetro calibrado	Hoja	Papel Bond	120 gramos 8 escalas/hoja	0.13	1.30	u	1.30	Q.10/u
59	5-2	Dos Bumerán	Paletas	Madera	11.6 x 1.2 (cm)	2.00	20.00	u	20.00	Q4/100u
60	6-6	Plastilina	Plastilina	-	Cilindro D2 x 3.5 (cm)	0.25	2.50	u	2.50	Q3.5/u
<b>13. MART</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
61	2-1	Sistema Motriz	Motorcito	-	-	1.00	10.00	u	10.00	Q37.5/u
62	2-1	Sistema Motriz	Switch	-	Para 2 contactos	1.00	10.00	u	10.00	Q3.85/u
63	2-1	Sistema Motriz	Portabaterías	Plástico	Para 2 baterías	1.00	10.00	u	10.00	Para 4 baterías Q3.20
64	2-1	Sistema Motriz	Alambre	cobre	10 conductores	10.00	100.00	cm	100.00	Q2.95/pie

14. METALES INDUSTRIALES										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
65	2-1	Sistema Motriz	Barra circular	Ertalón	D 40 (mm)	0.50	5.00	cm	20.00	Q1.81/cm
65	3.7-1	Polea	Barra cilíndrica	Ertalón	D 4 (cm)	1.50	15.00	cm		Q1.81/cm
66	2-2	Tres poleas dobles	Barra circular	Ertalón	D3" (80 mm)	6.00	60.00	cm	70.00	Q7.2/cm
66	2-3	Polea simple	Barra circular	Ertalón	D3" (80 mm)	1.00	10.00	cm		Q7.2/cm
67	2.3.6.7-2	Cinco pines	Barra cilíndrica	Bronce	D ½"	32.50	325.00	cm	705.00	Q.39/cm
67	3-1	Dinamómetro sin escala	Barra cilíndrica	Bronce	D ½"	5.00	50.00	cm		Q.39/cm
67	3-3	Dos sujetadores de masas	Barra cilíndrica	Bronce	D ½"	10.00	100.00	cm		Q.39/cm
67	3-6	Varilla cilíndrica	Barra cilíndrica	Bronce	D ½"	23.00	230.00	cm		Q.39/cm
68	3-1	Dinamómetro sin escala	Barra cilíndrica	Ertalón	D 5/8" (16 mm)	3.00	30.00	cm	30.00	Q.39/cm
69	3-1	Dinamómetro sin escala	Barra cilíndrica	Ertalón	D 27/64" (12 mm)	0.80	8.00	cm	16.00	Q0.39/cm
69	4-2	Dinamómetro calibrado	Barra cilíndrica	Ertalón	D27/64" (12 mm)	0.80	8.00	cm		Q0.39/cm
70	3-3	Dos sujetadores de masas	Barra cilíndrica	Bronce	D 1/2" (Fosforado)	2.00	20.00	cm	20.00	Q0.73/cm
71	3-4	Tres masas de 50 grs.	Barra cilíndrica	Bronce	D 1" (Fosforado)	4.50	45.00	cm	45.00	Q2.84/cm
72	4-1	Flotador	Barra cilíndrica	Bronce	D 5/8" (Fosforado)	2.00	20.00	cm	20.00	Q1.16/cm
73	4-1	Flotador	Barra cilíndrica	Ertalón	D3/4" (20 mm)	1.60	16.00	cm	46.00	Q0.46/cm
73	4-2	Dinamómetro calibrado	Barra cilíndrica	Ertalón	D3/4" (20 mm)	3.00	30.00	cm		Q0.46/cm
<b>15. RESORTES Y LLAVINES "PETAPA"</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
74	1-3	Disparador	Resorte	Acerado	D3/8", ver muestra	1.00	10.00	u	10.00	Q3.00/u
<b>16. VECESA</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
75	6-7	Dos esferas para válvulas	Munición	Metálicas	D 5/16"	2.00	20.00	u	30.00	Q1.2/50
75	1-1	Esfera metálica	Munición	Metálicas	D 5/16"	1.00	10.00	u		Q1.2/50
<b>17. EN LA SEXTA AVIENIDA ZONA 1</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
76	7-2	Cadena	Cadenas	Metal	6 unidades de 30 cm	6.00	60.00	u	60.00	Q 6.00/u
<b>18. PROSAIN</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
77	2-2	Tres poleas dobles	Cojinetes	-	D interior 10, D exterior 26 (mm)	3.00	30.00	u	40.00	Q18.1/u
77	2-3	Polea simple	Cojinetes	-	D interior 10, D exterior 26 (mm)	1.00	10.00	u		Q18.1/u
<b>19. EN GUARDA Y TERMINAL ZONA 9</b>										
Código material	Código	Producto	Artículo	Material	Descripción	Unidad			Total	Costo
78	6.7-1	Frasco con tapón de hule	Frasco	Vidrio	-	1.00	10.00	u	30.00	Q1.00/u
78	7-7	Dos frascos con tapa	Frascos con tapadera	Vidrio	-	2.00	20.00	u		Q1.00/u































## 6.2.4 Empaque

Al empacar el producto del Taller de Prototipos se puede usar la combinación: bolsa y caja. Las características de dichos empaques se muestran a continuación.

### 1) Bolsa

- ❑ Material: nailon.
- ❑ Color: transparente.
- ❑ Cierre: metálico
- ❑ Tamaño: varios
- ❑ Función: protección e identificación de varias unidades del mismo producto, si éste es pequeño, o sólo una unidad si éste es grande.
- ❑ Etiqueta con las siguientes especificaciones.
  - ❖ Material: papel Bond 120 gramos
  - ❖ Color: blanco
  - ❖ Revestimiento: barniz poliuretano
  - ❖ Adhesivo: cemento de contacto
  - ❖ Tamaño: según el tamaño de la bolsa con proporción de ancho y largo de 1:1.6
  - ❖ Formato: véase la tabla XXXI

**Tabla XXXI. Etiqueta para el empaque en bolsa de nylon**

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>TALLER DE PROTOTIPOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FISICA</b>	
<b>CODIGO</b>	
<b>CANTIDAD</b>	
<b>PEDIDO No.</b>	

## 2) Caja

- ❑ Material: cartón corrugado
- ❑ Color: café
- ❑ Cierre: cinta adhesiva
- ❑ Tamaño: varios
- ❑ Función: proteger e identificar varios productos empacados en bolsa
- ❑ Etiqueta: con las siguientes especificaciones.
  - ❖ Material: papel Bond 120 gramos
  - ❖ Color: blanco
  - ❖ Revestimiento: barniz poliuretano
  - ❖ Adhesivo: cemento de contacto
  - ❖ Tamaño: según el tamaño de la bolsa con proporción de ancho y largo de 1:1.6
  - ❖ Formato: véase tabla XXXII

**Tabla XXXII. Etiqueta para el empaque en caja de cartón**

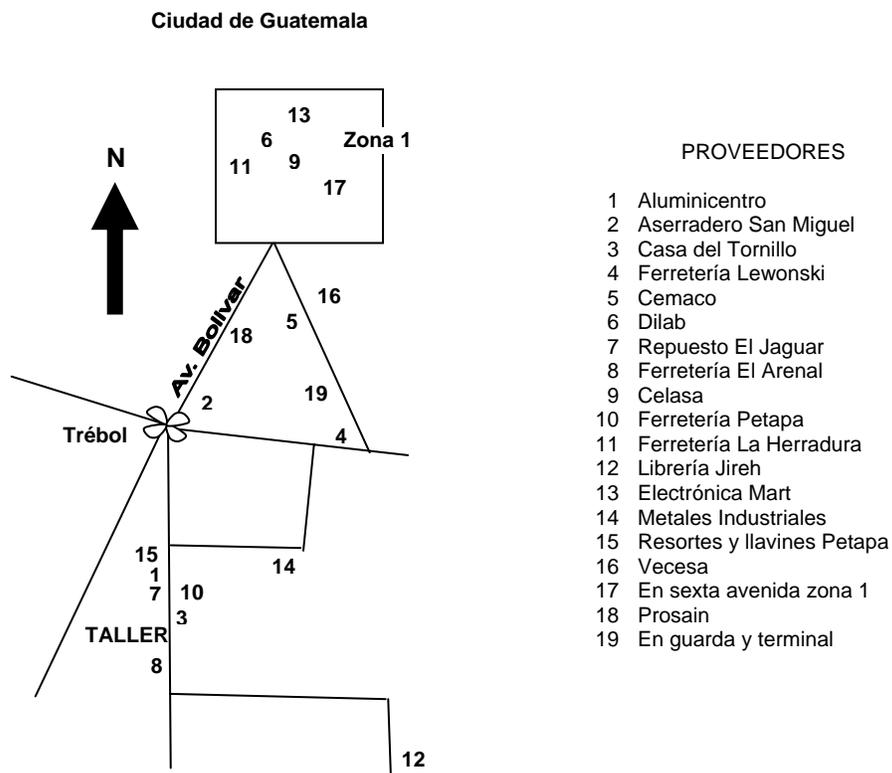
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA TALLER DE PROTOTIPOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FISICA	
<b>PEDIDO No.</b>	
<b>INSTITUCIÓN</b>	
<b>CAJA No.</b>	

## 6.2.5 Transportación

### a) Materiales

El Taller de Prototipos se encuentra ubicado en un lugar conveniente, ya que sus proveedores de materiales como ferreterías, aserraderos, etc. se encuentran en lugares cercanos dentro de la ciudad capital. Algunos proveedores dan el servicio de transportación, otros no. Para este último caso se puede confeccionar un mapa (véase figura 62) de modo que al contratar un transportista se pueda analizar una ruta óptima.

**Figura 62. Mapa esquemático con la ubicación de los proveedores de material para el equipo del catálogo presentado**



**b) Producto final**

Respecto al transporte del producto terminado, el cliente debe retirarlo de las instalaciones del taller. En lo que respecta a la distribución física de éste, el taller sólo participa proporcionando un producto empacado para su protección en el traslado.



## **7. FACTIBILIDAD DE UN TALLER DE PROTOTIPOS AUTOFINANCIABLE**

Aunque el taller actualmente tiene una asignación presupuestaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ésta no es suficiente para darle un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado a la maquinaria y adquirir accesorios y suministros. La solución a estos problemas está en que el taller invierta ingresos obtenidos por equipo elaborado, sin embargo, ¿puede el taller de prototipos ser autofinanciable?, el estudio de mercado y financiero revela información importante al respecto.

### **7.1 Estudio de mercado**

Se desea saber si el taller de prototipos debería constituirse en una dependencia autofinanciable ofreciendo a personas e instituciones equipo para laboratorios de física. Por ello, el objetivo de la investigación de mercado es establecer el mercado de equipo para laboratorios de física y el nivel actual de servicio del Taller de Prototipos.

### 7.1.1 Segmentación del mercado

El segmento del mercado al cual fue dirigido el estudio corresponde al mercado industrial de accesorios, específicamente colegios privados de la ciudad capital que imparten bachillerato con orientación técnica o científica. Para tener un conocimiento bastante apegado a la realidad, se recurrió a la base de datos de centros educativos que posee el Ministerio de Educación. Al seleccionar los colegios que corresponden al segmento del mercado en estudio, se llegó a un listado inicial de 180 colegios.

### 7.1.2 Cálculo del tamaño de la muestra

La proporción  $p$  de una muestra dada por  $p=x/n$ , donde  $x$  es el número de éxitos y  $n$  el número de ensayos, se utilizó como la estimación puntual de la proporción  $P$  de una población.

Se puede tener un nivel de confianza de  $(1-\alpha)\%$  de que el error entre  $P$  y  $p$  sea menor que  $e$ , cuando el tamaño de la muestra sea:

$$n = \frac{p \cdot q}{(e^2/z_{\alpha/2}^2) + (p \cdot q/N)}$$

En donde  $z_{\alpha/2}$  es el valor estándar para un determinado nivel de confianza. Se considera una muestra grande ( $n > 30$ ).

Se tiene que  $N$  es el tamaño de la población, para el cálculo de la muestra se utilizó el dato inicial de  $N= 180$ .

Se desea determinar  $p$  en el estudio, pero para determinar  $n$  se necesita  $p$  por lo que se optó por hacer una estimación de  $P$  y ese valor se toma para  $p$ . Se estima que es poco probable que los colegios tengan laboratorio por lo que se establece  $P = 0.2$  por lo que  $p = 0.2$  y dado que  $q = 1-p$   $q = 0.8$ .

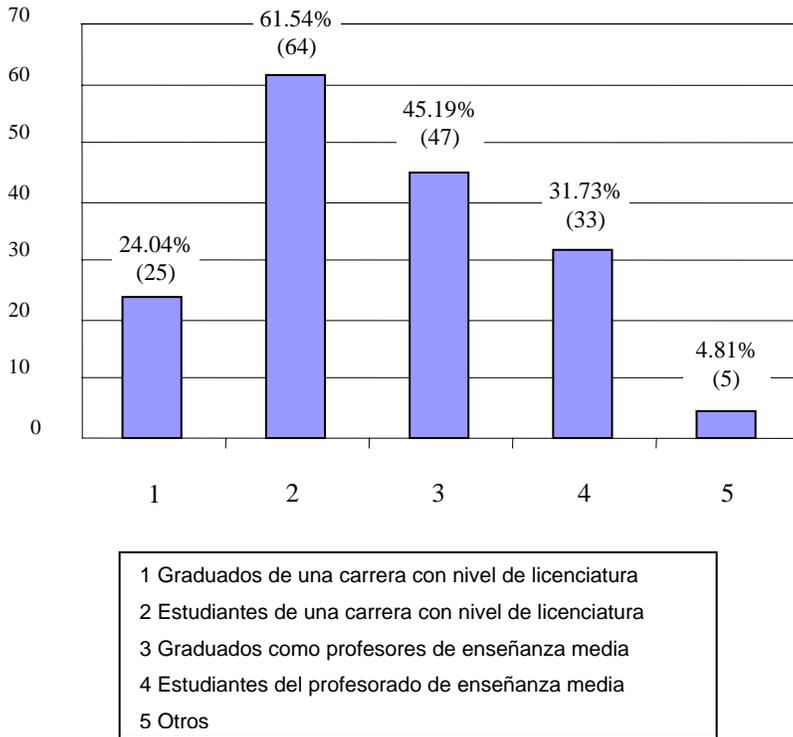
Se establece un error máximo  $e = 0.05$  (5%) y un nivel de confianza: 95% por lo que  $z_{\alpha/2} = 1.96$ . Se tiene por lo tanto que el tamaño de la muestra es:  $103.92 \approx \mathbf{104}$ .

Para la recolección de los datos se utilizó el método de la encuesta, y entre los métodos de encuesta utilizados estuvo la encuesta telefónica. En la tabla XXXVI del apéndice aparece el formato de la encuesta.

### **7.1.3 Necesidades de equipo docente de física**

Se puede observar en la figura 63 que en la mayoría de los colegios los docentes son estudiantes universitarios y un 47.19% de los colegios tienen profesores de enseñanza media. En los dos casos anteriores es de suponer que han tenido algún contacto con equipo para experimentación en física por lo que es una buena base sobre la cual implementar un laboratorio de física experimental en los colegios. Casi la cuarta parte de los colegios (24.04%) cuenta con profesionales universitarios en el área docente de física, por lo que éstos se pueden usar como mercado de prueba.

**Figura 63. Grado académico de los profesores de la población analizada**



Respecto al libro de texto, 81.73% respondió que sí lo utilizaba, 16.35% que no y en 1.92% de los casos la casilla quedó en blanco.

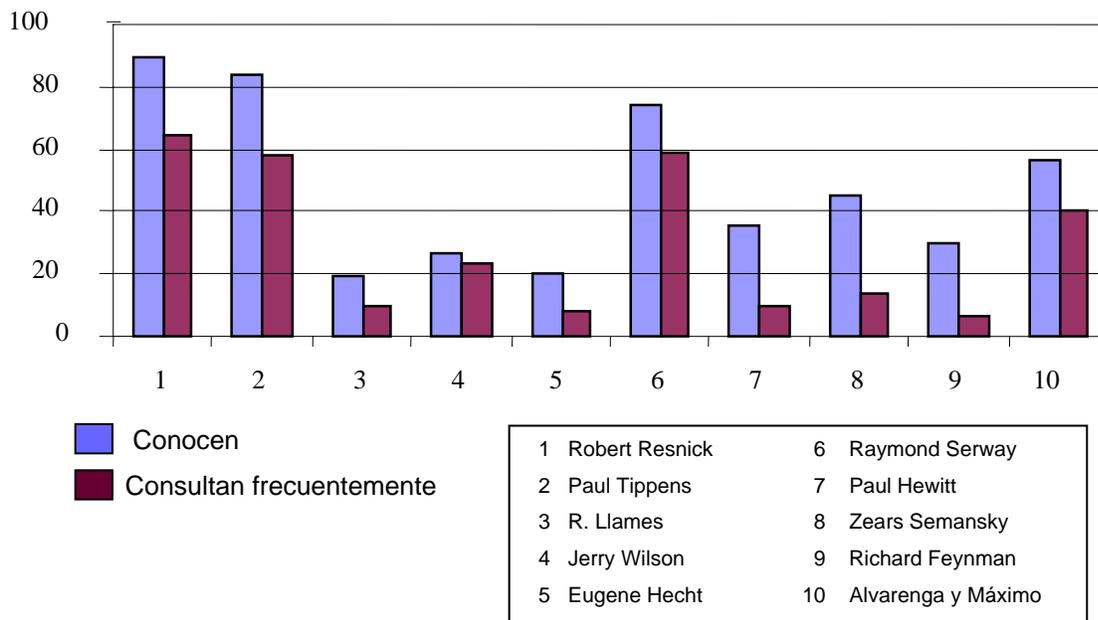
El libro de texto es un indicativo de los conceptos que el catedrático espera que tenga el estudiante y del grado de dificultad de los problemas que los estudiantes estarán en capacidad de resolver. Para nuestros fines, éstos indican qué clase de equipo necesitan los colegios de manera que los laboratorios estén adecuados a su nivel de enseñanza. Véase en la tabla XXXIII los libros que más se utilizan como libro de texto.

**Tabla XXXIII. Libro de texto de física en bachillerato**

<b>No.</b>	<b>Autor texto</b>	<b>Cantidad en la muestra</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Paul Tippens	19	22.35
2	Jerry Wilson	11	12.94
3	Samuel Fernández	9	10.59
4	Robert Resnick	7	8.24
5	Raymond Serway	7	8.24
6	Alvarenga y Máximo	6	7.06
7	Editorial Educativa	3	3.53
8	Eugene Hecht	2	2.35
9	Editorial Voluntad	2	2.35
10	Carlos y Enrique Cardona	2	2.35
11	Sitzewits	1	1.18
12	Leithold	1	1.18
13	Frank Blatt	1	1.18
14	Mario Sánchez	1	1.18
15	Instituto Campero	1	1.18
16	César Castillo	1	1.18
17	Jones y Childers (en inglés)	1	1.18
18	Iris de López	1	1.18
19	Roberto Arias	1	1.18
20	Editorial Santillana	1	1.18
21	Serie Schaum	1	1.18
22	Bautista Ballén	1	1.18
23	Kiel Gerd y otros (en alemán)	1	1.18
24	Elaborado por I.G.E.R	1	1.18
25	R. Llames	1	1.18
26	Casillas en blanco	2	2.35

Así mismo, los libros que los profesores de física conocen o consultan frecuentemente (Figura 64), dan una idea de la profundidad de sus conceptos, su capacidad para guiar los laboratorios experimentales y la seriedad con que imparten el curso. Tomando en cuenta la tabla XXXIII y la figura 64, si se quisiera usar algunos libros como base para la elaboración de equipo y manuales para laboratorios de física dirigidos a colegios, éstos podrían ser: Paul Tippens, Jerry Wilson, Samuel Fernández, Robert Resnick, Raymond Serway y Alvarenga & Máximo.

**Figura 64. Libros que conocen y consultan frecuentemente**



En cuanto a la temática, se sabe que en los colegios se abarca principalmente la cinemática y la dinámica. Como se puede ver en la figura 65, los temas 1 a 6 y el 9 se dan en más del 90% de los colegios, siendo vectores el tema que más se mencionó.



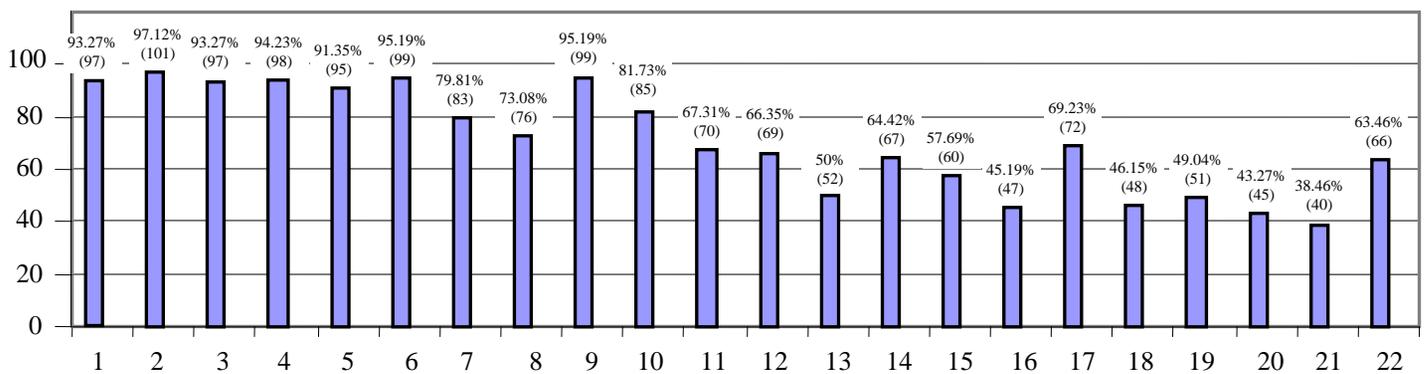
En algunos colegios, los primeros temas se dan en tercero básico y en bachillerato se empieza por ejemplo desde momentum lineal. En al menos una oportunidad se mencionó que en básico se presenta una física conceptual (quizás al estilo del libro de Paul Hewitt), dejando para los grados de bachillerato los mismos temas pero con el enfoque matemático para el que ya estarían preparados.

En los demás temas se puede observar una disminución en la frecuencia con que se imparten en los colegios. De los profesores que sí los imparten, en varias ocasiones dijeron de algunos de estos temas que sólo se tocaban levemente.

De modo que la investigación reveló que los temas en los que la mayoría estudiantes y profesores están mejor preparados para abordarlos en prácticas de laboratorio serían: Mediciones y Unidades, Vectores, Movimiento rectilíneo uniforme, Movimiento rectilíneo uniformemente variado, Movimiento en dos dimensiones, Movimiento circular, y Trabajo y energía. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que algunos colegios sí imparten los otros temas y por lo tanto podrían implementar los laboratorios de éstos.



**Figura 65. Temas que se imparten en la teoría del curso de física en bachillerato**

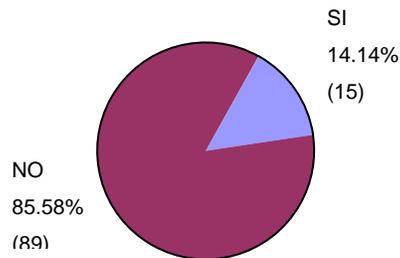


1 Mediciones, unidades	7 Momentum lineal	13 Momentum angular	19 Termodinámica
2 Vectores	8 Colisiones	14 Estática de los fluidos	20 Sonido
3 MRU	9 Trabajo y energía	15 Dinámica de los fluidos	21 Óptica
4 MRUV	10 Equilibrio	16 Oscilaciones	22 Electricidad
5 Movimiento en 2-D	11 Elasticidad	17 Gravitación	
6 Movimiento circular	12 Torque y M. de inercia	18 Mov. ondulatorio	



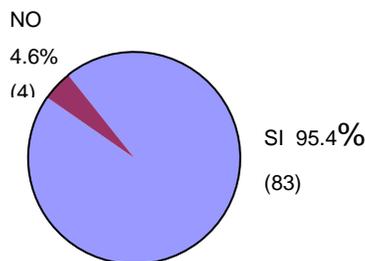
Hoy día, aproximadamente 1 de cada 7 colegios de la ciudad capital que imparte bachillerato con orientación técnica o científica tiene laboratorios experimentales de física (véase figura 66) y muchas veces es en el caso en que el colegio es “grande” y tiene profesionales universitarios.

**Figura 66. Colegios que tienen laboratorio experimental**



Se puede ver un gran potencial para implementar los laboratorios de física, puesto que de los colegios que no tienen (no se tomaron en cuenta las encuestas con las casillas en blanco), 95.4% (83 personas, uno por cada colegio) contestaron que sí creían que el colegio debería de implementarlo (véase figura 67).

**Figura 67. Docentes que creen que el colegio debería implementar el laboratorio**

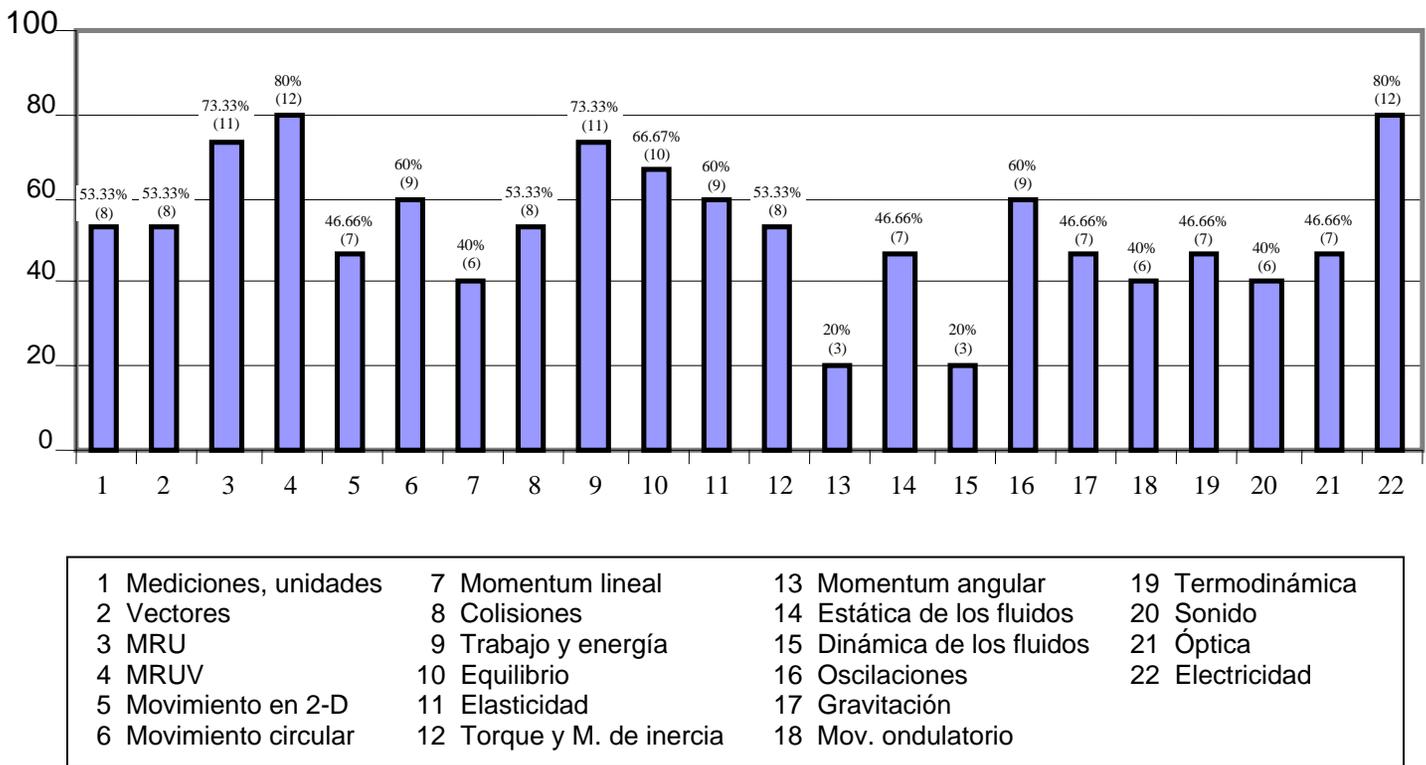


De los colegios que tienen equipo para experimentación, se puede observar en la figura 68 que aún así hay colegios que no tienen laboratorio para algunos temas.





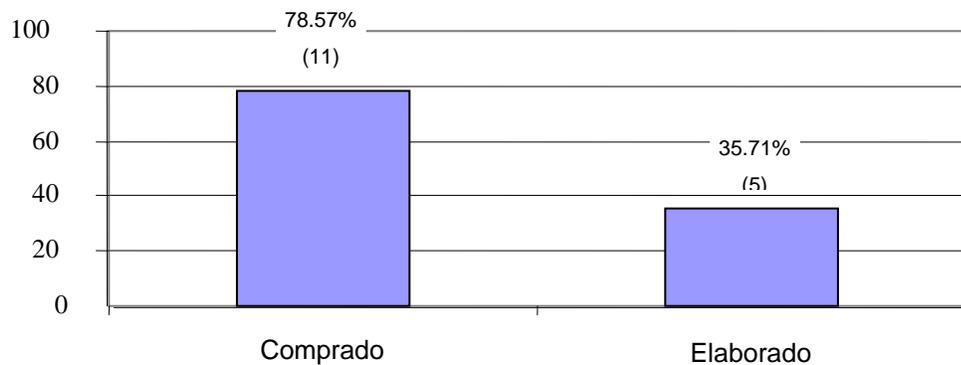
**Figura 68. Temas que se imparten en el laboratorio en los colegios que tienen equipo**





Además, de los colegios que tienen laboratorio (no se tomaron en cuenta las encuestas con las casillas en blanco), en la mayoría de los casos el equipo es comprado (véase figura 69).

**Figura 69. Situación del equipo de los colegios que tienen laboratorio**

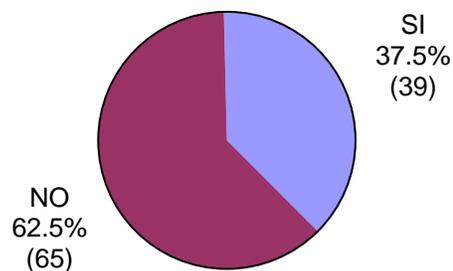


En otras palabras, pocos colegios de la población en estudio tienen laboratorios experimentales, y dentro del grupo que sí tiene, muchos colegios no tienen para todos los temas. Además en su mayoría el equipo es comprado, lo que revela la necesidad de un taller especializado. Casi la totalidad de los docentes de colegios donde no tienen laboratorio están de acuerdo en que el colegio donde laboran debería de implementarlo, lo cual podría motivar a las autoridades administrativas a invertir en el equipamiento.

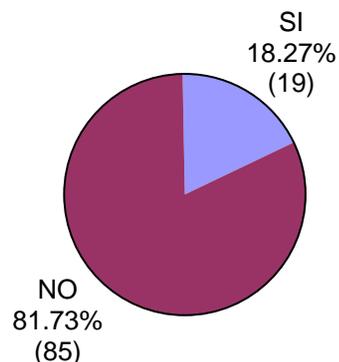
### 7.1.4 Nivel actual de servicio del taller de prototipos

El Taller de Prototipos fue inaugurado en 1997, lo que significa que a la fecha lleva unos 6 años prestando sus servicios como tal, a la Universidad de San Carlos de Guatemala, institutos nacionales, colegios privados y personas individuales. En lo relacionado con los colegios privados, el estudio indica que 37.5% de los colegios saben de la existencia del taller (véase figura 70). En el 18.27% de los colegios conocen el equipo que se produce en el taller ya sea por catálogo o personalmente (véase figura 71), y de los que lo han visto, al calificarlo desde el punto de vista didáctico ninguno lo consideró malo, más de la mitad lo consideró bueno y el 31.58% excelente (véase figura 72).

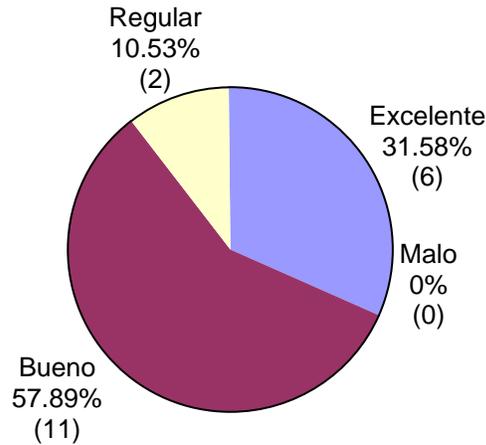
**Figura 70. Colegios en los que saben de la existencia del Taller de Prototipos**



**Figura 71. Colegios en los que conocen el equipo del Taller de Prototipos**

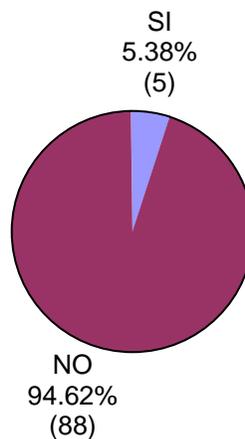


**Figura 72. Opinión del equipo elaborado en el taller desde el punto de vista didáctico por parte de los que lo conocen**



Se preguntó si el colegio donde laboran ya había adquirido equipo del Taller de Prototipos, y después de eliminar las respuestas en blanco (con lo que disminuye el nivel de confianza), se tiene una respuesta afirmativa en el 5.38% de los colegios. Consecuentemente, tenemos que el 94.62% de los colegios, una gran mayoría, no han adquirido equipo del taller (véase figura 73).

**Figura 73. Colegios que han adquirido equipo del Taller de Prototipos**



Se observa que la mayoría de los colegios privados de la ciudad capital que imparten bachillerato con orientación técnica o científica no conocen el Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física. Aproximadamente en una quinta parte de los colegios en estudio han visto el equipo ya sea personalmente o por catálogo, y en la mayoría de colegios que lo han visto lo consideran bueno desde el punto de vista didáctico. Además, el Taller de Prototipos, aunque en una pequeña proporción, ya se ha proyectado a la iniciativa privada al proveerles equipo para experimentación en física.

#### **7.1.5 Area geográfica a cubrir**

El mercado industrial de accesorios en estudio corresponde a colegios de la ciudad capital, sin embargo, el producto se puede ofrecer también a los lugares aledaños ya que algunos colegios han trasladado sus instalaciones a estos lugares.

#### **7.1.6 Punto de distribución**

El punto de distribución puede ser en la ubicación del Taller de Prototipos, Ciudad Universitaria, Zona 12.

#### **7.1.7 Precios**

La determinación del precio del equipo del Catálogo No. 2 se hizo basándose en una muestra del mercado. Se hicieron cotizaciones en 6 talleres diferentes sobre la fabricación de los productos sin incluir los materiales. Luego se tomó el valor más bajo de 3 valores y se sumó esta cantidad al monto de la cotización de materiales efectuado previamente y estos se tomaron como los precios a utilizar (véase tabla XXXIV).

**Tabla XXXIV Precios del catálogo No. 2**

CÓDIGO	EQUIPO	COSTO DE MATERIALES	CÓDIGO	EQUIPO	COSTO DE MATERIALES
<b>PRÁCTICA 1 LANZAMIENTO DE PROYECTILES</b>			<b>PRÁCTICA 4 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES</b>		
1-0	Equipo completo	<b>Q 85.08</b>	4-0	Equipo completo	<b>Q 128.80</b>
1-1	Esfera metálica	Q 0.03	4-1	Flotador	Q 16.94
1-2	Tope de madera	Q 36.43	4-2	Dinamómetro calibrado	Q 49.14
1-3	Disparador	Q 48.62	4-3	Probeta plástica de 250 ml.	Q 62.72
<b>PRÁCTICA 2 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME</b>			<b>PRÁCTICA 5 BUMERANG</b>		
1.2.3-1	Regla graduada	Q 1.00	5-0	Equipo completo	<b>Q 20.10</b>
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	5-1	Lanzadera	Q 17.68
2-0	Equipo completo	<b>Q 319.37</b>	5-2	Dos bumerang	Q 2.42
2-1	Sistema motriz	Q 73.16	<b>PRÁCTICA 6 LA PRENSA HIDRAULICA</b>		
2-2	Tres poleas dobles	Q 189.76	6-0	Equipo completo	<b>Q 51.80</b>
2-3	Polea simple	Q 56.05	6-1	Válvula tipo grifo	Q 11.46
2-4	Cuatro fajas	Q 0.40	6-2	Hipodérmica grande	Q 15.36
2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 242.00	6-3	Hipodérmica pequeña	Q 6.04
2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 72.68	6-4	Juego de mangueras	Q 1.92
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	6-5	Tope metálico	Q 4.68
1.2.3-1	Regla graduada, 30 cms.	Q 1.00	6-6	Masa de plastilina	Q 0.88
<b>PRÁCTICA 3 EQUILIBRIO</b>			6-7	Dos esferas para válvulas	Q 0.05
3-0	Equipo completo	<b>Q 178.83</b>	6-8	Soportes de hipodérmicas	Q 11.41
3-1	Dinamómetro sin escala	Q 29.59	2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 242.00
3-2	Transportador con agujero	Q 0.50	2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 72.68
3-3	Dos sujetadores de masa	Q 58.66	1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40
3-4	Tres masas de 50 grs.	Q 66.78	6.7-1	Frasco con tapón de hule	Q 28.66
3-5	Soporte con tornillo	Q 8.56	<b>PRÁCTICA 7 EL SIFON</b>		
3-6	Varilla cilíndrica	Q 11.97	7-0	Equipo completo	<b>Q 107.97</b>
3-7	Pared rugosa	Q 2.52	7-1	Dos repisas	Q 16.46
3-8	Juego de 2 cuerdas	Q 0.25	7-2	Cadena de 3.5 mts.	Q 38.50
2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 242.00	7-3	Pizeta	Q 26.76
2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 72.68	7-4	Manguera diámetro mediano	Q 1.53
1.2.3.6-1	Prensa tipo "C"	Q 12.40	7-5	Manguera diámetro pequeño	Q 3.12
1.2.3-1	Regla graduada, 30 cms.	Q 1.00	7-6	Sifón en forma de "S"	Q 15.60
3.7-1	Polea	Q 17.72	7-7	Dos frascos con tapa	Q 6.00
			2.3.6.7-1	Tablero universal	Q 242.00
			2.3.6.7-2	Cinco pines	Q 72.68
			3.7-1	Polea	Q 17.72
			6.7-1	Frasco con tapón de hule	Q 23.66

De manera que el equipo completo tendrá un precio de mercado de Q1,261.41, sin tomar los productos que se repiten. Con el fin de obtener una rentabilidad aceptable, se aumentó en un 30% al precio de mercado, obteniendo así el precio de oferta del taller de prototipos.

$$\text{Precio} = 1,261.41 \times 1.3 = 1639.83$$

### 7.1.8 Pronóstico de ventas

En las ventas realizadas a tres colegios, utilizando el Catálogo No. 1, se observó que cada uno hizo un pedido inicial de menos de tres equipos. La razón puede ser que deseen hacer algunas pruebas y observaciones personales antes de decidir en invertir más. Uno de los colegios, después del pedido inicial de tres juegos, hizo uno de nueve. Por lo que se puede esperar esta situación en los pedidos futuros.

Sin embargo, para que el estudiante haga un uso eficiente del equipo, el grupo de cada mesa de trabajo debe estar compuesto por una cantidad adecuada de estudiantes. Si se organizan grupos de 3 a 5 estudiantes cada uno, la adquisición de equipo en función de la población de las clases se determina de la siguiente manera:

Cantidad por pedido = Estudiante por clase / estudiantes por mesa

Ejemplo: Cantidad por pedido =  $10 / 5 = 2$

En la tabla XXXV se presentan los resultados de dichos cálculos

**Tabla XXXV Pronóstico de ventas en función de la población por clase**

<b>Estudiantes por clase</b>	<b>Cantidad por pedido (5 a 3 estudiantes/ mesa)</b>
10	2 - 3
20	4 - 6
30	6 - 10
40	8 - 13

## **7.2 Estudio financiero**

Para el efecto se utilizaron costos predeterminados, específicamente se utilizó el costeo directo.

### **7.2.1 Costeo directo**

En el costeo directo, los costos se dividen en variables y fijos y dado que es un costo predeterminado, estos se basan en estimaciones.

#### **7.2.1.1 Costos fijos**

Son aquellos que no varían con el volumen de producción. En el Taller de Prototipos se puede mencionar: la depreciación de maquinaria, los sueldos del personal, que no dependen del volumen de producción; la energía eléctrica (utilizada en la iluminación), útiles de escritorio y de limpieza.

Monto por depreciación mensual =  $(0.2 \times \text{Costo total de la maquinaria}) / 12$

Monto por depreciación mensual =  $(\text{Costo total de la maquinaria} / \text{vida útil}) / 12$

Costos fijos:

Depreciación: Q 1000.00

Energía eléctrica por iluminación: Q 200.00

Sueldos: Q 2500.00

Útiles de escritorio y limpieza: Q 50.00

### 7.2.1.2 Costos variables

Son aquellos cuyo monto está en función de la producción. En el Taller de Prototipos se tiene actualmente como costo variable la materia prima como: barras de aluminio, de bronce, tuercas, tornillos, cojinetes, etc. También la energía eléctrica utilizada en las máquinas.

Costos variables:

Materiales Q 692.92 (Viene de la sección 5.5)

Energía eléctrica por máquinas: Q 300.00

### 7.2.2 Punto de equilibrio

Los elementos utilizados para determinar el nivel de ventas necesario para que los ingresos igualen a los costos son: precio, costo variable y costo fijo.

Costo variable unitario: Q 992.92

Costo fijo: Q 3750

Precio unitario: Q1,639.83

Ganancia marginal por unidad = Precio – costo variable unitario

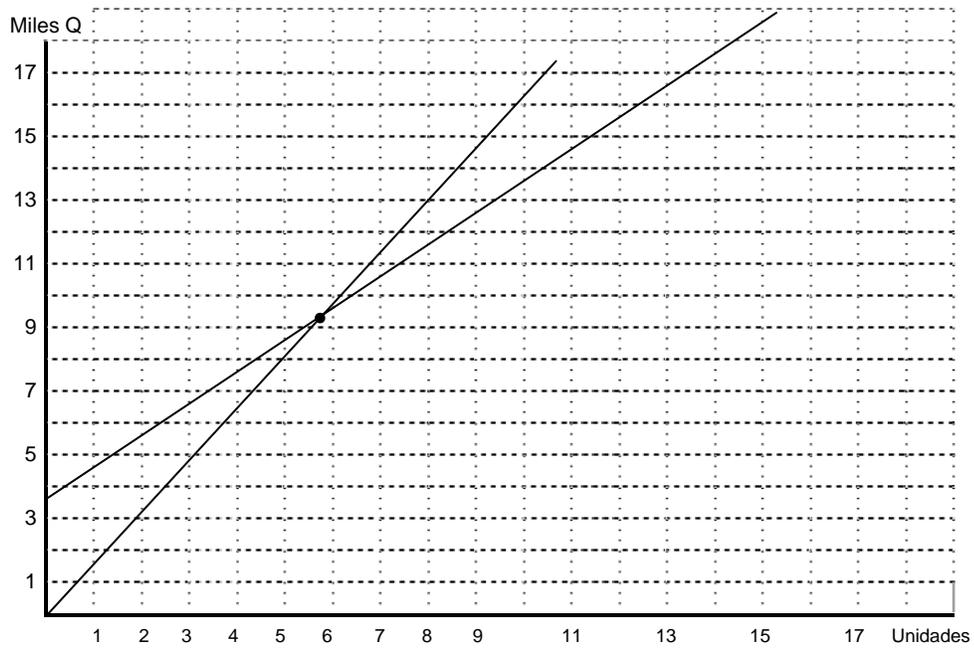
Ganancia marginal por unidad = Q1639.83 – Q992.92 = Q646.91

Punto de equilibrio = C.F / (P.V – C.V)

Punto de equilibrio = Q 3750 / ( Q 1,639.83 – Q 992.92) = 5.8≈ 6

En la figura 74 se representa el punto de equilibrio.

**Figura 74. El punto de equilibrio del equipo del Catálogo No. 2**



### 7.2.3 Rentabilidad

Las medidas de rentabilidad que se tomaron en cuenta son razones que relacionan la ganancia neta y las ventas, y la ganancia neta y la inversión.

$$\text{Ganancia neta} = \text{Ventas} - (\text{Costo fijo} + \text{costo variable})$$

Suponiendo que en un mes se vendan 30 juegos.

Ventas = 30 x Q 1,639.83 = Q 49,194.9

Costo variable = 30 x Q 992.92 = Q 29787.6

Costo fijo = Q 3750

Ganancia neta = 15,657.3

### **7.2.3.1 Rentabilidad sobre los ingresos**

Rentabilidad sobre los ingresos = (Ganancia neta / Ventas) x 100

Rentabilidad sobre los ingresos = (Q 15,657.3 / 49,194.9) x 100 = **31.83%**

### **7.2.3.2 Rentabilidad sobre la inversión**

Rentabilidad sobre la inversión =(Ganancia neta/(costos fijos + costos variables)) x 100

Rentabilidad sobre la inversión = (Q 15,657.3/ (Q 29787.6 + Q3750)) x 100  
= **46.69%**.

### **7.2.3.3 Tasa interna de retorno**

Se estiman los siguientes ingresos y egresos para un período de 10 años con ventas anuales de 330 juegos (30 juegos x 11 meses).

Se estima una inversión inicial por concepto de maquinaria y herramienta en Q 600,000.00. Dada una depreciación estimada de Q 1,000.00 mensuales, se tiene una depreciación en 10 años de Q12,000.00 por lo que el valor de rescate es de Q 480,000.00

Costo variable anual: Q 29787.6 x 11 = 327,663.60

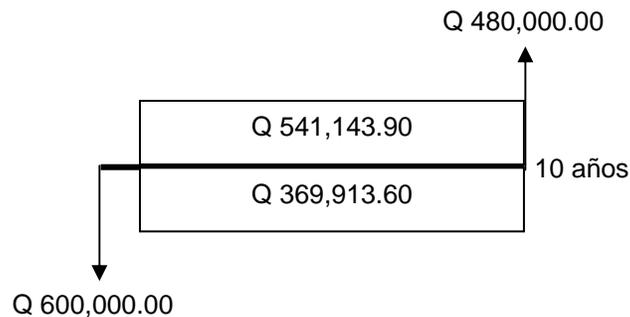
Costo fijo anual: Q 2750 x 11 = Q 30,250.00

Costo total anual: Q 357,913.60

Ingreso anual: 30 x Q 1639.83 x 11 = Q 541,143.9

En la figura 75 se presenta la gráfica respectiva del flujo de caja.

**Figura 75. Flujo de caja**



Dada una cantidad  $n$  de años y una tasa de interés  $i$ , si se desea pasar un valor futuro a un valor presente, se aplica la siguiente ecuación:  $P = F(1 + i)^{-n}$  o lo que es lo mismo  $P = F(P/F, i, n)$ <sup>75</sup>. Para pasar una anualidad a un valor presente se aplica la siguiente ecuación:  $P = A((1+i)^n - 1)/(i(1 + i)^n)$  o lo que es lo mismo  $P = A(P/A, i, n)$ <sup>76</sup>.

Para el cálculo de la tasa interna de retorno se plantea la ecuación del valor presente neto y se iguala a cero, luego a través de tanteos se determina el valor de  $i$  que hace que se cumpla la igualdad.

$$0 = -600,000.00 + 541,143.90 (P/A, i, 10) - 357,913.60 (P/A, i, 10) + 480,000.00 (P/F, i, 10)$$

$$0 = -600,000.00 + 183,230.30 (P/A, i, 10) + 480,000.00 (P/F, i, 10)$$

Se determinó que la tasa interna de retorno es 30.07%. Al comparar esta tasa con la tasa de interés que se obtiene al colocar el dinero en un ente financiero del país (la tasa promedio activa del sistema bancario para noviembre de 2003 es de 14.24%), se deduce que es factible un taller de prototipos autofinanciable.

### **7.3 Reversión**

Existiendo una rentabilidad es posible reinvertir las ganancias en equipo que el taller necesita, por ejemplo:

- Accesorios para taladro, entre ellos, brocas de diferentes medidas
- Compresor (adicional al que ya se tiene)
- Reparación de fresadora
- Impresora para computadora
- Suministros para lijadora

### **7.4 Año de práctica laboral y docente como alternativas para la autosostenibilidad del taller de prototipos**

El taller de prototipos podría ofrecer a estudiantes de las diferentes Escuelas de la facultad de Ingeniería la oportunidad de realizar su práctica laboral o docente. El taller se encuentra en un lugar conveniente para el estudiante universitario y el taller se beneficia al tener los servicios de mano de obra calificada sin costo.

En el área de metales, los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecánica Industrial pueden aplicar sus conocimientos de los cursos de Procesos de manufactura I y II y Dibujo mecánico. Los estudiantes de licenciatura en física pueden aplicar sus conocimientos de Física Básica, I,II,III y IV así como Tópicos selectos de física I y II, en la actividad de creación de prácticas y la promoción de equipo por medio de demostraciones.

Si las autoridades del Departamento de Física deciden utilizar esta opción para complementar el recurso humano del taller, se debe hacer del conocimiento tanto a estudiantes como a los encargados de la práctica laboral de las diferentes Escuelas de la oferta de las plazas, exponiendo la problemática que se necesita resolver.

El estudiante podrá efectuar sus actividades en el horario de labores del taller, estando bajo la asesoría y supervisión del coordinador del Taller de Prototipos, quien estará interesado en el cumplimiento del cronograma de trabajo.

Se debe acordar la forma en que será financiado el proyecto en caso se planifiquen gastos significativos en materiales, suministros, etc.



## CONCLUSIONES

1. El taller sí genera ideas, pero éstas no son propiciadas por un método, tampoco son regulares ni abundantes y no se presentan en un formato adecuado. En la actividad realizada en el taller se generaron varias ideas, entre ellas: un disparador para tiro con ángulo, un sistema de poleas y fajas con motor, un tablero multifuncional, un flotador con volumen variable, un lanzador de bumeranes, un sistema de bombeo de agua, etc.
2. En el taller no se tiene una meta de cantidad de equipo en determinado período de tiempo y cuando se tiene un proyecto éste no se planifica de manera adecuada con las herramientas existentes para ese fin. En el presente informe se detalló la forma de utilizar el diagrama de red y de tiempo para la planificación y control de proyectos de investigación y desarrollo en el taller de prototipos.
3. El taller no está habituado a elaborar diagramas de procesos por lo que no existe una descripción de los procesos de prototipos ya elaborados. Ahora el taller cuenta con diagramas de operaciones y formatos para la planificación de la producción y para girar órdenes de trabajo, los cuales servirán de muestra para futuros productos.

4. El taller carece de un programa de proyección hacia las instituciones educativas y de un documento en el que se muestre las especificaciones de los prototipos ya elaborados con el fin de que éstos puedan ser solicitados. Sin embargo, como parte de la actividad en el taller se efectuaron demostraciones del equipo a personal administrativo y docente a instituciones educativas. Se elaboró un catálogo conformado por siete equipos para laboratorio de física. Como resultado de la actividad promocional, fue requerido equipo y éste fue fabricado y entregado. Ahora se cuenta con formatos para la recepción de pedidos y un diseño para el empaque del producto.
  
5. El taller necesita una mayor asignación económica para poder darle un adecuado mantenimiento a la maquinaria. Esto se puede lograr con ingresos que el taller pudiera percibir por la elaboración de equipo a instituciones educativas. El estudio de mercado reveló una gran demanda de equipo de física ya que son pocos los colegios con orientación técnica y científica de la ciudad capital que tienen equipo de laboratorio y casi la totalidad de los docentes encuestados de los colegios que no tienen equipo, concuerdan de que el colegio debería de implementarlo. El estudio financiero muestra una buena rentabilidad sobre los ingresos para el equipo del Catálogo No. 2 por lo que el taller puede reinvertir los excedentes en maquinaria y equipo.

## RECOMENDACIONES

Al Jefe del Departamento de Física.

1. Conformar un comité del taller para la generación de ideas utilizando la técnica Brainstorm, de manera que éstas sean regulares y abundantes, presentándolas con el contenido sugerido en este documento.
2. Considerar como mercado de prueba de equipo para laboratorios de física, al grupo de colegios de la ciudad capital con orientación técnica y científica en los cuales sus catedráticos tengan un nivel de licenciatura. Esto, previo a convertir al taller de prototipos en una dependencia autofinanciable.

Al coordinador del taller de prototipos.

3. Establecer metas de cantidad de proyectos ejecutados por período de tiempo y que éstos sean administrados usando diagramas de red y de tiempo.
4. Elaborar un programa de actividades demostrativas que permitan al taller proyectarse a las instituciones educativas de Guatemala, elaborar nuevas versiones del Catálogo de Equipo para Laboratorios de Física y utilizar los formatos para la recepción de pedidos y el empaque presentados.

Al jefe del Taller de Prototipos.

5. Elaborar diagramas de procesos para cada nuevo prototipo, además, utilizar los diagramas de procesos y los formatos de planificación y de órdenes de trabajo presentados en este informe.

Al decano de la Facultad de Ingeniería.

6. Facilitar los procedimientos para la contabilización de los ingresos y egresos de un futuro Taller de Prototipos autofinanciable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Proyecto para el mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT, 2da. fase. Versión preliminar 1994 citado por Johannes Giesen y Oscar Castañeda, **Propuesta de un nuevo pensum de estudios para la licenciatura en física aplicada** (Guatemala: 1997), p. 4.
2. Proyecto para el mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT fase 2. **Informe de progreso VIII sobre el año 1995.** p. 4
3. Proyecto para el mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT. **Sexto seminario-taller de actualización en la enseñanza de la física, nivel medio diversificado.** (Guatemala, 1997), p. 51.
4. Proyecto para el mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT. Comunicado.
5. Proyecto para el mejoramiento de la enseñanza de la física USAC-UTRECHT. Prospecto informativo.
6. The identification of creative scientific talent, citado por Aída González y José Vicente Osorio. **Diagnóstico descriptivo de la creatividad.** (Guatemala:1985), p.7
7. Desarrollo del potencial creativo de los futuros ingenieros, citado por Aída González y José Vicente Osorio, **Diagnóstico descriptivo de la creatividad.** (Guatemala, 1985), p.8.
8. "Prototipo". **Diccionario enciclopédico ilustrado Océano uno.** 1991
9. **Aristos. Sinónimos, antónimos y parónimos.** (España: Editorial Ramón Sopena, 1986), p. 484.
10. Mendieta Alatorre, Angeles. **Técnicas de investigación documental.** (1ª. Edición; Guatemala, 1984), p. 54
11. Jensen, C y Mason, F. **Fundamentos de dibujo mecánico.** (2ª. Edición; México: Editorial McGraw-Hill), p. 1

12. Ibid., p. 20
13. Ibid., p. 97
14. Ibid., p. 16-19
15. Ibid., p. 45
16. Ibid., p. 47
17. Ibid., p. 49
18. Ibid., p. 48
19. Ibid., p. 51
20. Ibid., p. 52
21. Ibid., p. 29-30
22. Ibid., p. 150
23. Ibid., p. 65-69
24. From the Laboratory to the Pharmacy: Therapeutic Drug Development at Merck Sharp and Dohme reserch, citado por Francis Webster, **Maynard. Manual del ingeniero Industrial**. Volumen 2: 10.185 1996.
25. Taha, Hamdy, **Investigación de operaciones**. (5ª. Edición; México: Editorial Alfaomega, 1995) p. 525.
26. "Integrating PM and QM", citado por Francis Webster, **Maynard. Manual del ingeniero industrial**. Volumen 2: 10.156 1996.
27. "Investigación", **Diccionario enciclopédico ilustrado Océano uno**. 1991.
28. Particle accelerator reserch and development at Sandia national laboratories, citado por Francis Webster, **Maynard. Manual del ingeniero industrial**. Volumen 2: 10.185 1996.
29. Robins, Stephen, **Administración. Teoría y práctica**. (4ª. Edición; México: Editorial Prentice-Hall hispanoamericana, 1994) p. 267-269.

30. Webster, Francis. "Planeación y control de redes". **Maynard. Manual del ingeniero industrial**, Volumen 2: 10.173, 1996.
31. Van den Muyzenberg, Laurens. "Administración de proyectos", **Maynard. Manual del ingeniero industrial**. Volumen 1: 2.48, 1996.
32. Taha, Op. Cit., p. 526-535
33. Ibid., p. 540,551
34. Niebel, Benjamín, **Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos**. ( 9ª. Edición; México: Editorial Alfaomega, 1996) p. 29.
35. Raymond, George. "Procedimientos gráficos", **Maynard. Manual del ingeniero industrial**. Vol. 1: 3.5, 1996.
36. Niebel, Op. Cit., p. 30
37. Raymond Op. Cit., p. 3.5
38. Niebel, Op. Cit. , p. 34
39. Raymond, Op. Cit., 3.7
40. Niebel, Op. Cit., p. 42-43
41. Torres, Sergio. **Control de la producción**. (1ª. Edición; Guatemala: Editorial Palacios, 1998), p. 2.1.
42. Ibid., p. 2.16,20,21
43. Soto, Eduardo. **Manual de contabilidad de costos 1**. (3ª. Edición; Guatemala: Editorial EDKA, 1996), p. 8-9
44. Ibid., p. 13-15
45. Ibid., p. 17
46. Ibid., p. 41
47. Ibid., p. 67-68

48. Velásques Juárez, Carlos Rolando. Costos y rentabilidad de las unidades agropecuarias. Tesis Contador público y auditor. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 1982, p. 73-74.
49. Stanton, William. **Fundamentos de mercadotecnia.** (3ª. Edición; México: Editorial McGraw-Hill, 1985) p. 477-479
50. Ibid., p. 478
51. Ibid., p. 539
52. Ibid., p. 522
53. Ibid., p. 533-534
54. Ibid., p. 53
55. Ibid., p. 54
56. Ibid., p. 82
57. Ibid., p. 85
58. Ibid., p. 87
59. Ibid., p. 160
60. Ibid., p. 163
61. Ibid., p. 170
62. Hines, William y Montgomery, Douglas. **Probabilidad y estadística para ingeniería y administración.** (2ª. Edición; México: Compañía editorial continental. 1993), p. 283
63. Ibid., p. 316
64. Spiegel, Murray. **Teoría y problemas de probabilidad y estadística.**(1ª. Edición; México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998), p. 317.
65. Hines y Montgomery, Op. Cit., p. 297

66. Velásquez, Op. Cit., p. 83
67. Velásquez, Op. Cit., p. 91-92
68. Samuels Milson, Sidney Alexander. **Preparación y evaluación de proyectos de infraestructura.** (Guatemala:2000) p. 48
69. Marion, Haynes, **Administración de proyectos. Desde la idea hasta la implantación.** (1ª. Edición; México: Editorial Iberoamericana, 1992) p. 15.
70. Jehnsen, Op. Cit., p. 43
71. División de administración de personal. Unidad de clasificación de puestos. **Manual de definiciones y especificaciones de puestos. Nivel de servicios.**
72. Krar, Steve F. y otros. **Operación de máquinas herramientas.** (1ª. Edición; México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1985) pp. 72-75,154,208,210,317-318.
73. Westerkamp, Thomas. "Planeación y programación del mantenimiento". **Maynard. Manual del ingeniero industrial**, Volumen 2: 10.132, 1996.
74. Ibid., p. 10.134
75. Fleischer, G.A. "Ingeniería económica". **Maynard. Manual del ingeniero industrial**, Volumen 2: 9.5, 1996.
76. Ibid., p. 9.6



## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez García, Yuni Friné. Estudio de mercado sobre sistemas constructivos de paneles para oficinas. Tesis Ing. Industrial, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001.
2. Gutiérrez Silva, Mynor Cecilio. Montaje de una línea de producción de mermeladas en una fábrica nueva de productos alimenticios en Chichicastenango, El Quiché. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001.
3. Haynes, Marion. **Administración de proyectos, desde la idea hasta la implantación.** México: Editorial Iberoamericana, 1992.
4. Hernández Arriaza, Francisco Arturo. Guía teórico práctica de laboratorio del curso de control de la producción. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990.
5. Hines, William y Montgomery Douglas. **Probabilidad y estadística para ingeniería y administración.** 2ª. ed. México: Editorial Continental, 1993.
6. Hodson, William. **Maynard, manual del ingeniero industrial.** 4ª. ed. (Vol México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1996.
7. Jensen, C y Mason, F. **Fundamentos de dibujo mecánico.** 2ª. ed. México: Editorial McGraw-Hill. 1982.
8. Koenigsberger, Rodolfo. **Ingeniería eléctrica 2,** s.e, s.a
9. Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.** 9ª. ed. México: Editorial Alfaomega, 1996.
10. Soto, Eduardo. **Manual de contabilidad de costos 1.** 3ª. ed. Guatemala: Impresos EDKA, 1996.

11. Stanton, William. **Mercadotecnia**. 3<sup>a</sup>. ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1985.
12. Taha, Hamdy. **Investigación de operaciones**. 5<sup>a</sup>. ed. México: Editorial Alfaomega, 1995.
13. Tippens, Paul. **Física 1**. 2<sup>a</sup>. ed. México: Editorial McGraw-Hill interamericana, 1992.
14. Torres, Sergio. **Control de la producción**. Guatemala: Editorial Palacios, 1998.
15. Walpole, Ronald y Myers Raymond. **Probabilidad y estadística**. 3<sup>a</sup>. ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1992.

# APÉNDICE



## Tabla XXXVI. Formato de la encuesta

### ¿NECESITA EQUIPO DE LABORATORIO DE FÍSICA?

<b>Colegio:</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>Responsable del área de Física:</b>
-----------------	------------------	--

**1) Grado académico de sus profesores de Física de Bachillerato, marque 3 .**

Graduados de una carrera con nivel de Licenciatura	
Estudiantes de una carrera con nivel de Licenciatura	
Graduados como Profesores de Enseñanza Media	
Estudiantes del Profesorado de Enseñanza Media	
Otros	

**2)**

Por favor marque 3 para las respuestas con opciones: ¿Utilizan libro de texto? Si\_\_ No\_\_ Si utilizan, escriba el nombre del autor: \_\_\_\_\_

Por favor marque 3 si conoce o consulta los siguientes libros de Física:

Autor	Conoce	Consulta frecuentemente	Autor	Conoce	Consulta frecuentemente
Robert Resnick			Raymond Serway		
Paul Tippens			Paul Hewitt		
R. Llames			Zears Semanski		
Jerry Wilson			Richard Feynman		
Eugene Hecht			Alvarenga y Máximo		

**3)**

Por favor marque 3 si imparten el tema en el curso de Física:

Tema	Teoría	Laboratorio	Tema	Teoría	Laboratorio
Mediciones, Unidades			Torque y M. de Inercia		
Vectores			Momentum angular		
Movimiento rectilíneo uniforme			Estática de los fluidos		
Movimiento rectilíneo uniformemente variado			Dinámica de los fluidos		
Movimiento en 2-D			Oscilaciones		
Movimiento Circular			Gravitación		
Momentum Lineal			Movimiento ondulatorio		
Colisiones			Termodinámica		
Trabajo y Energía			Sonido		
Equilibrio			Optica		
Elasticidad			Electricidad		

Si no tienen laboratorio, ¿cree que el colegio debería de implementarlo? Si\_\_ No\_\_

**4)**

Si tienen laboratorio, por favor indique en las casillas siguientes cual es su situación:

	Comprado	Elaborado	Didácticos				Económicos				
			Excelente	Bueno	Regular	Malo	Excelente	Bueno	Regular	Malo	
<b>Equipo</b>											
<b>Guías</b>											

**5)**

¿Sabe que existe el Taller de Prototipos para la Enseñanza de la Física? Si\_\_ No\_\_

Si lo conoce ¿ya ha adquirido el colegio equipo o Guías de laboratorio del taller? Si\_\_ No\_\_

¿Ha visto usted el equipo y las Guías de laboratorio elaborados en el taller? Si\_\_ No\_\_

Si ha visto el equipo ¿de qué manera? Por catálogo \_\_\_\_\_ personalmente \_\_\_\_\_

En el caso de que haya visto el equipo y las guías, indique por favor cómo le pareció

	DIDACTICOS				ECONOMICOS			
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Excelente	Bueno	Regular	Malo
<b>Equipo</b>								
<b>Guías</b>								

