

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
DE LA FABRICACIÓN DIGITAL DENTRO DE LA
INDUSTRIA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS EN EL
SALVADOR**

PRESENTADO POR:
**LUIS EDUARDO CHÁVEZ CHÁVEZ
DAVID ALEJANDRO PÉREZ HIDALGO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2020.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

ING. GEORGETH RENÁN RODRÍGUEZ ARÉVALO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título:

**APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
DE LA FABRICACIÓN DIGITAL DENTRO DE LA
INDUSTRIA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS EN EL
SALVADOR**

Presentado por:

**LUIS EDUARDO CHÁVEZ CHÁVEZ
DAVID ALEJANDRO PÉREZ HIDALGO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JEREMIAS CABRERA REGALADO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2020

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JEREMIAS CABRERA REGALADO



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de graduación representa el fin de una aventura de 6 años, un reto que requirió esfuerzo y sacrificios de muchas personas a las que deseo agradecer por contribuir directamente en este logro personal.

Primeramente, Agradezco a Dios por su fidelidad y cuidado para con mi vida y mi familia, por permitirme concluir esta etapa y poner en mi camino a las personas que me ayudaron a llegar hasta el final.

Agradezco a mis Padres por su apoyo incondicional en todos los aspectos, por motivarme a no rendirme en los momentos más difíciles y por su preocupación permanente por mi educación. De igual manera, agradezco a mi tía Lety, mi tío Pedro, a la tía Sari, el tío Genaro y mis primos por adoptarme durante 5 de estos 6 años y velar por mi bienestar día a día, por apoyarme y darme ánimos en el momento oportuno.

Agradezco a todos aquellos compañeros de clases y de estudio que hicieron de esta aventura un cúmulo de experiencias inolvidables que me permitieron crear criterio. En la FIA, los compañeros van y vienen, algunos caen en batalla, otros empiezan a llevar materias propias de su carrera. Ahí estaba yo, a medio 4to ciclo de carrera, llevando la trilogía mortal (MAT415, FIR315 y MSO215) y sin un grupo de estudio definido. El momento más crítico de la carrera fue cuando llegue a necesitar un milagro en la temida "Solidos 2". Estaba haciendo cola para una revisión de un parcial y a punto de "dejarla morir" cuando un grupo de compañeros con los que coincidí desde el primer ciclo, compañeros sobrevivientes de la discusión de MAT115 con el Ing. Mirón, me echaron la mano, me animaron a seguir luchando, me convencieron que aún se podía salvar y me abrieron las puertas no solo de su grupo de estudio sino también de sus hogares. Un agradecimiento especial para estos compañeros, ahora grandes amigos, que hicieron posible el milagro: Julio, Hugo, Henry y Shak.

Agradezco a mis compañeros de carrera, pero en especial agradezco a David Pérez, mi compañero y gran amigo de mil batallas, quien me ha acompañado en cada uno de los retos académicos y de vida en estos últimos 4 años de carrera, llenos de noches de desvelo y arduo trabajo.

Por ultimo quiero agradecer al Ing. Jeremías Cabrera Regalado, asesor de este trabajo de graduación, por guiarnos y compartir una pequeña parte de sus conocimientos y experiencias para lograr nuestro objetivo.

*"El caballo se alista para el día de la batalla;
Mas Jehová es el que da la victoria"
Proverbios 21:31*

Luis Chavez

Agradecimientos

Hoy he llegado al final de aquel camino que decidí emprender el mes de febrero del 2014, un camino que ha estado lleno de alegrías, tristezas, victorias, derrotas, amigos y un sinfín de experiencias que han definido la persona que soy ahora.

Le agradezco principalmente a mis amados padres, por su amor constante e incondicional, por ese apoyo que día a día me mostraron. Por estar ahí en mis triunfos, cuidándome en la enfermedad y levantándome en mis momentos de caída. A mis hermanos que entre peleas y alegrías siempre están ahí llenando ese espacio tan importante en mi vida.

A mi familia, mis abuelas y abuelos, mis tías y mis primos. A todos ellos que han aportado su granito de arena para cumplir este sueño que no es solo mío sino también les pertenece a ellos.

Un enorme agradecimiento a todas aquellas personas que durante la carrera me ayudaron a escalar cada peldaño, docentes, personas desinteresadas que abrieron las puertas de sus empresas para poder desarrollar nuestros estudios y todos aquellos que dejaron su huella en mi formación.

Pero la universidad no es solo estudios, las relaciones personales son uno de los pilares fundamentales en la vida de una persona, por eso quiero dar las gracias a todos los amigos que ingresaron a mi vida durante la carrera. Mis amigos civiles: Julio, Henry, Shack, Gerson, Daniel. Mis amigos industriales: Fran, Daniel, El Chele, Georgi. Mi amigazo mecánico Hugo y mis amiguitas Claudia y Estelita.

A Mely Castellanos, por acompañarme en esta aventura, por sostenerme cuando estuve por caer, por darme alegría y buenos momentos. Todo mi amor para vos.

A mi compañero y amigo Luis Chávez, que en la recta final de la carrera estuvo conmigo en el frente de batalla tanto en la universidad como en la vida, el dúo invencible que superaba cada reto que se le presentaba. También un agradecimiento especial a sus padres que me acogieron en su hogar como uno más de los suyos, aligerando nuestra carga y apoyándonos en todo momento, eternas gracias.

A nuestro asesor, Ing. Jeremías Cabrera, por depositar en nosotros su confianza y conocimientos para hacer de este trabajo digno de un ingeniero industrial.

David Pérez

INTRODUCCIÓN	I
OBJETIVOS	II
I. OBJETIVO GENERAL.....	II
II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	II
ALCANCE Y LIMITACIONES	III
I. ALCANCE.....	III
II. LIMITACIONES	III
IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	IV
III. IMPORTANCIA	IV
IV. JUSTIFICACIÓN.....	V
CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL	1
I. MARCO CONCEPTUAL	1
A. GESTION DEL CONOCIMIENTO	1
1. DEFINICIÓN.....	1
2. TEORÍA DE TIPOS DE CONOCIMIENTO	1
3. ENFOQUES DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	2
B. GESTION POR COMPETENCIAS.....	3
1. COMPETENCIA LABORAL	3
2. IDENTIFICACIÓN DE LA COMPETENCIA.....	3
3. NORMALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA.....	4
4. FORMACIÓN BASADA EN LA COMPETENCIA	4
5. CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIA	4
6. APLICACIÓN DE LA GESTIÓN POR COMPETENCIA.....	4
7. PROGRAMAS DE FORMACIÓN PROFESIONAL	5
C. GESTION DEL CAMBIO Y GESTION DE LA INNOVACION	6
1. ESTRATEGIAS DE CAMBIO E INNOVACIÓN	6
2. GESTORES DEL CAMBIO.....	7
D. GESTION TECNOLÓGICA.....	8
E. INDUSTRIA 4.0.....	9
F. FABRICACION DIGITAL	10
1. PASOS DE LA FABRICACIÓN DIGITAL	10
2. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD).....	10
3. INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)	13
4. MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM).....	15
5. MANUFACTURA DEL PRODUCTO.....	17

G.	APLICACIONES INDUSTRIALES	21
1.	PROTOTIPADO RAPIDO	21
H.	PRINCIPALES PROCESOS DE FABRICACIÓN EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA.....	22
1.	EXTRUSIÓN	22
2.	PRODUCCIÓN DE HOJAS Y PELÍCULAS.....	23
3.	PRODUCCIÓN DE FIBRAS Y FILAMENTOS.....	24
4.	PROCESO DE RECUBRIMIENTO.....	26
5.	MOLDEO POR INYECCIÓN.....	26
a)	EL MOLDE.....	28
b)	DEFECTOS EN EL MOLDEO POR INYECCIÓN	29
6.	MOLDEO POR SOPLADO	30
a)	VARIANTES DEL PROCESO.....	30
7.	FLEXOGRAFÍA	31
8.	ROTOGRABADO.....	33
a)	PROCESO.....	33
b)	APLICACIÓN DE LA TINTA.....	33
II.	MARCO HISTÓRICO	35
A.	HISTORIA DE LA INDUSTRIA 4.0.....	35
B.	HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DIGITAL	36
C.	HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO.....	37
1.	LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN EL SALVADOR.....	37
D.	HISTORIA DE INSAFORP.....	38
III.	MARCO CONTEXTUAL	41
A.	INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR.....	41
B.	INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN EL SALVADOR.....	43
C.	CLASIFICACIÓN CIIU	45
D.	FABRICACIÓN DIGITAL EN LA EDUCACIÓN EN EL SALVADOR	45
1.	LABORATORIO DE NANOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA	45
2.	ESCUELA AMERICANA.....	46
3.	CENTRO DE INNOVACIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL Y MANUFACTURA, UNIVERSIDAD DON BOSCO.....	47
4.	LABORATORIO DE IMPRESIÓN DIGITAL, UTEC	47
5.	FIA LAB, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	48

E.	DISPONIBILIDAD DE CAPACITACIÓN EN EL SALVADOR SOBRE TEMAS RELACIONADOS A LA FABRICACIÓN DIGITAL	49
F.	INSAFORP.....	49
1.	CONSEJO DIRECTIVO	50
2.	RECURSOS FINANCIEROS.....	51
G.	FONDEPRO	51
1.	REQUISITOS PARA APLICAR AL FONDO.....	52
IV.	MARCO LEGAL.....	53
A.	LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	53
1.	DISPOSICIONES GENERALES.....	53
2.	INVENCIONES.....	53
3.	MODELOS DE UTILIDAD.....	54
4.	DISEÑOS INDUSTRIALES.....	55
5.	VIOLACIÓN Y DEFENSA DE LOS DERECHOS.....	55
	CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO.....	57
I.	MÉTODO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	57
A.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	57
B.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	58
a)	TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN LOS DATOS EMPLEADOS	58
b)	TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN EL CONOCIMIENTO QUE SE TIENE DEL OBJETO DE ESTUDIO	58
c)	TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN EL GRADO DE MANIPULACIÓN DE VARIABLES.....	59
2.	SELECCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN A DESARROLLAR	61
3.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	62
C.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	63
1.	ENTREVISTA.....	63
a)	ENTREVISTAS ABIERTAS.....	63
b)	ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS	63
2.	ENCUESTA.....	63
3.	OBSERVACIÓN.....	64
a)	PREPARACIÓN PARA LA OBSERVACIÓN	65
b)	CONDUCCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	65
c)	SECUELA DE LA OBSERVACIÓN.....	65

4.	CHECKLIST	65
D.	SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
E.	DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	67
1.	ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EL ÁREA DE FLEXOGRAFÍA	67
2.	ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EMPAQUES RÍGIDOS	68
3.	ENTREVISTA PARA PERSONAL OPERATIVO EN EL RUBRO DE EMPAQUES RÍGIDOS.....	69
4.	CHECKLIST PARA VISITA A KONTEIN.....	71
II.	DEFINICIÓN DE POBLACIÓN OBJETIVO	72
A.	DEFINICION DEL UNIVERSO	72
B.	EMPRESAS QUE CONFORMAN EL UNIVERSO	72
C.	POBLACIÓN OBJETIVO	76
D.	DELIMITACION DE LA POBLACION.....	76
III.	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA	77
A.	DETERMINACION DEL METODO DE MUESTREO.....	77
B.	MÉTODOS DE MUESTREO NO PROBABILISTICOS.....	78
C.	SELECCIÓN DE METODO DE MUESTREO.....	78
D.	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.....	78
E.	KONTEIN, UNA DIVISION DE SIGMA SA DE CV	79
IV.	SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	80
V.	TABULACIÓN DE DATOS RECOLECTADOS.....	82
A.	DATOS RECOLECTADOS CON ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EL ÁREA DE FLEXOGRAFÍA	82
B.	DATOS RECOLECTADOS CON ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EMPAQUES RÍGIDOS	83
C.	DATOS RECOLECTADOS ENTREVISTA PARA PERSONAL OPERATIVO EN EL RUBRO DE EMPAQUES RÍGIDOS	85
VI.	COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS.	87
VII.	ESTADO DEL ARTE DE LA APLICACIÓN DE FABRICACION DIGITAL EN EL RUBRO DE PRODUCTOS PLASTICOS	89
A.	CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS PLASTICOS.....	89
B.	LINEA BASE: EMPRESA KONTEIN.....	89
C.	IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL	90
D.	ÁREA DE OPORTUNIDAD.....	91
E.	ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	92
F.	INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL.....	93

G.	PRODUCCION.....	96
	CAPÍTULO III: CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO.....	97
I.	METODOLOGÍA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO	97
II.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	98
A.	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	98
B.	ANALISIS DEL PROBLEMA	98
III.	CRITERIOS DE DISEÑO	99
IV.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	100
A.	DETALLE DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	100
V.	SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN	102
A.	CRITERIOS DE SELECCIÓN	102
B.	ESCALA DE CALIFICACIÓN	103
C.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	104
VI.	ESPECIFICACIONES DE LA SOLUCIÓN.....	104
A.	COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN.....	104
B.	ESQUEMATIZACIÓN DE COMPONENTES DE INSTRUCCIONES	107
	CAPITULO IV: DISEÑO DETALLADO	108
I.	METODO DEL DISEÑO.....	108
II.	DEFINICION DE CRITERIOS DE DISEÑO.....	110
A.	POSTULADO FUNDAMENTAL	110
B.	VENTAJAS COMPETITIVAS	110
C.	CONTENIDO DE LA SOLUCIÓN	110
D.	ROLES INDISPENSABLES DEL PROCESO	110
E.	DISEÑO DE MOLDES.....	110
F.	PERIODO DE INDUCCIÓN.....	110
G.	OFERTA DE CAPACITACIÓN	111
H.	ADAPTABILIDAD.....	111
I.	APLICACIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL.....	111
III.	CARACTERIZACION DEL PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN	112
A.	DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE PIFAD	113
B.	ALCANCE DEL PIFAD	114
IV.	LIDERAZGO Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES	115
A.	ROLES ORGANIZACIONALES DEL PIFAD	115
1.	ROLES ADMINISTRATIVOS.....	115
a)	ROLES INTERPERSONALES.....	115

b)	ROLES DE TOMA DE DECISIONES	116
c)	ROLES INFORMATIVOS.....	116
d)	ROLES OPERATIVOS.....	117
B.	ESTRUCTURA DE RESPONSABLES.....	117
C.	PERFILES DE RESPONSABLES DEL PIFAD	118
1.	GERENTE DEL PIFAD	119
2.	LÍDER DEL PIFAD	120
3.	GESTOR DE PROCESOS	121
V.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE GESTION DEL PIFAD.....	122
A.	DIAGRAMA DE PROCESO.....	122
B.	FICHA DE PROCESO	122
C.	DIAGRAMA DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL PIFAD	124
D.	FICHA DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN.....	125
VI.	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....	128
VII.	DISEÑO DE MODULOS DE INSTRUCCION	156
A.	DESARROLLO INSTRUCCIONAL Y CURRICULAR SISTEMÁTICO (SCID).....	156
B.	ANÁLISIS OCUPACIONAL	157
C.	ANÁLISIS FUNCIONAL	157
1.	DACUM - AMOD	158
D.	MAPA FUNCIONAL	159
E.	MAPA DACUM – AMOD.....	161
F.	ESTRUCTURA TÉCNICA PARA EL DISEÑO CURRICULAR DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN PROFESIONAL POR COMPETENCIAS	161
G.	MODULO DE INSTRUCCIÓN: DISEÑO CAD	166
1.	FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION.....	166
2.	FICHA DE REGISTRO ANALITICA.....	169
4.	FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO.....	173
5.	FICHA DE DISEÑO CURRICULAR.....	174
H.	MODULO DE INSTRUCCIÓN: ANALISIS CAE	175
1.	FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION.....	175
2.	FICHA DE REGISTRO ANALITICA.....	177
3.	FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO.....	180
4.	FICHA DE DISEÑO CURRICULAR.....	181

I.	MODULO DE INSTRUCCIÓN: DISEÑO CAM.....	182
1.	FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION.....	182
2.	FICHA DE REGISTRO ANALITICA.....	184
3.	FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO.....	186
4.	FICHA DE DISEÑO CURRICULAR.....	187
J.	MODULO DE INSTRUCCIÓN: MANUFACTURA CNC.....	188
1.	FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION.....	188
2.	FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION.....	189
3.	FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO.....	191
4.	FICHA DE DISEÑO CURRICULAR.....	192
VIII.	PERFIL DE COMPETENCIA: TÉCNICO EN FABRICACIÓN DIGITAL DE MOLDES ..	194
IX.	PERFIL DE USUARIO PARA EL PIFAD.....	197
X.	GESTION DE RIESGOS DEL PIFAD.....	198
XI.	METODOLOGIA AMEF	198
XII.	AMEF DISEÑO	201
XIII.	AMEF EJECUCION	202
XIV.	INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PROGRAMA.....	205
A.	CARACTERÍSTICAS DE LOS KPI.....	205
B.	KPI PARA EL PIFAD	205
XV.	GUIA DE APLICACIÓN DEL PIFAD	207
A.	CASOS DE APLICACION	207
B.	CONSIDERACIONES DE APLICACIÓN	207
1.	RESPONSABLES	207
2.	MAQUINARIA, EQUIPO Y SOFTWARE.....	208
a)	EMPRESAS FABRICANTES DE MAQUINARIA CNC.....	208
b)	DISTRIBUIDORES DE MAQUINARIA CNC EN EL SALVADOR Y CENTROAMÉRICA	209
c)	SELECCIÓN DE SOFTWARE	209
3.	INSTRUCTORES.....	210
a)	INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA FABRICACIÓN DIGITAL.....	210
4.	SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO.....	211
a)	PIFAD	211
b)	MAquinaria, equipo y software.....	211

CAPITULO V: EVALUACIONES	212
I. EVALUACION ECONOMICA.....	212
A. METODO DE EVALUACION.....	212
B. ESTRATEGIA DE FINANCIAMIENTO.....	213
1. FONDEPRO.....	213
2. INSAFORP.....	213
C. EVALUACION DEL PIFAD EN LA IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL 214	
1. COSTOS DE INVERSION PARA LA IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL 214	
2. COSTOS DE INVERSION DEL PIFAD.....	216
D. COMPARACION DE COSTOS.....	218
3. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION DEL PIFAD.....	218
a) CURVA DE APRENDIZAJE DE LA APLICACIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL... 218	
b) CURVA DE APRENDIZAJE DE FABRICACIÓN DIGITAL DE MOLDES.....	220
c) COMPARACIÓN DE CURVAS DE APRENDIZAJE.....	220
d) COMPARACIÓN DE ESCENARIOS.....	222
e) PROYECCIÓN DE BENEFICIOS.....	223
E. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	226
1. FLUJOS DE EFECTIVO Y VAN DE ESCENARIOS.....	227
F. EVALUACIONES ECONOMICAS.....	234
1. TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR).....	234
a) TASA LIBRE DE RIESGO.....	234
2. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	235
3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	236
4. BENEFICIO – COSTO.....	238
G. EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION CAE.....	239
1. COSTOS DE IMPLEMENTACION DE CAE.....	239
2. BENEFICIOS DE IMPLEMENTACION DE CAE.....	240
a) APLICACIÓN Y TIPOS BENEFICIOS.....	240
b) SIMULACION DE CASO.....	240
3. EVALUACIONES ECONOMICAS.....	243
a) Beneficio – Costo.....	243
II. EVALUACION DE BENEFICIOS NO ECONÓMICOS.....	244
A. BENEFICIO ORGANIZACIONAL.....	244

B. BENEFICIO TECNOLÓGICO.....	245
CAPITULO VI: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	246
I. ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO.....	246
A. DESCRIPCIÓN DE ENTREGABLES Y PAQUETES DE TRABAJO	246
B. DICCIONARIO DE EDT.....	248
C. PRECEDENCIAS.....	251
D. DIAGRAMA DE GANTT.....	252
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	255
I. CONCLUSIONES.....	255
II. RECOMENDACIONES	257
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	258
ANEXOS	260
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	
Ilustración 1: Circulo de conversión del conocimiento de un organización	1
Ilustración 2: Componentes de la gestión por competencias	5
Ilustración 3: Pasos de la Fabricación Digital	10
Ilustración 4: Interfaz del software CAD Fusion 360.....	11
Ilustración 5: Proceso de diseño	12
Ilustración 6: Análisis aerodinámico generado por computadora.....	14
Ilustración 7: Manufactura Asistida por Computadora.....	16
Ilustración 8:Proceso de FDM	18
Ilustración 9: Sinterizado Selectivo por Láser	19
Ilustración 10: Estereolitografía	20
Ilustración 11: Fabricación de prototipos de moldes.....	21
Ilustración 12: Extrusión de plásticos	23
Ilustración 13: Troquel para extrusión de hojas y películas.....	24
Ilustración 14: Hilado fundido de filamentos continuos.....	25
Ilustración 15: Proceso de recubrimiento plano	26
Ilustración 16: Unidad de moldeo por inyección	27
Ilustración 17: Ciclo de moldeo por inyección	27
Ilustración 18: Detalle de un molde de dos placas	29
Ilustración 19: Proceso de moldeo por inyección-soplado	30
Ilustración 20: Proceso de moldeo por extrusión-soplado.....	31
Ilustración 21: Proceso de flexografía	32
Ilustración 22: Proceso de rotograbado	34
Ilustración 23: Evolución de la Industria.....	36
Ilustración 24: Tasa de Crecimiento de la Producción de la Actividad de Productos de Caucho y Plástico.....	44
Ilustración 25: Principales Productos de Exportación del Sector Plástico, Año 2017.....	45
Ilustración 26: Laboratorio de Nanotecnología UFG.....	46
Ilustración 27: Laboratorio STEAM, Escuela Americana.....	46
Ilustración 28: CIDIM, UDB.....	47

Ilustración 29: 3D Lab, UTEC.....	48
Ilustración 30: FIA-LAB, UES	48
Ilustración 31: Método de investigación del diagnóstico.....	57
Ilustración 32: Logo SigmaQ	79
Ilustración 33: Productos de Kontein.....	79
Ilustración 34: Etapas de la implementación de la Fabricación Digital en una empresa	91
Ilustración 35: Proceso de diseño	97
Ilustración 36: Método de selección de la solución:.....	102
Ilustración 37: Método de diseño.....	109
Ilustración 38: Composición del PIFAD.....	112
Ilustración 39 : Roles interpersonales del PIFAD	115
Ilustración 40: Roles de toma de decisiones del PIFAD	116
Ilustración 41: Roles informativos del PIFAD.....	116
Ilustración 42: Roles operativos del PIFAD.....	117
Ilustración 43: Estructura de responsables del PIFAD	117
Ilustración 44: Diagrama SIPOC	122
Ilustración 45: Elementos básicos de una ficha de proceso.....	123
Ilustración 46: Diagrama SIPOC del Proceso de Gestión del PIFAD	124
Ilustración 47 Estructura de procesos del PIFAD:	127
Ilustración 48: Esquema general de un mapa funcional.....	158
Ilustración 49: Modelo DACUM-AMOD	159
Ilustración 50: Mapa funcional.....	160
Ilustración 51: Mapa DACUM-AMOD.....	161
Ilustración 52: Evaluación de la implementación de CAE	213
Ilustración 53: Curva de Aprendizaje	219
Ilustración 54: Simulación de mejora de moldes.....	241
Ilustración 55: Estructura desglosada de trabajo.....	246
Ilustración 56: Escáner 3D propiedad de la empresa Kontein	262
Ilustración 57:Impresora 3D propiedad de la empresa Kontein	263
Ilustración 58: Centro de maquinado CNC propiedad de la empresa Kontein	264

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Exportaciones del Sector Plástico 2010-2017 (En millones de dólares).....	V
Gráfico 2: : Crecimiento y participación de la industria manufacturera de El Salvador, 1990-2015	41
Gráfico 3: Composición del PIB por rama de actividad de El Salvador, 1990-2015.....	42
Gráfico 4: Valor de las exportaciones para el año 2018.....	42
Gráfico 5:: Comparación de las exportaciones según divisiones de la CIIU Rev. 4	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Capacitaciones solicitadas a INSAFORP por parte del rubro de plásticos relacionadas con fabricación digital	49
Tabla 2: Selección de tipo de investigación	61
Tabla 3: Fuentes de información primaria.....	62
Tabla 4: Fuentes de información secundaria	62

Tabla 5: Selección de Técnicas de Recolección de Datos.....	66
Tabla 6: Diseño de entrevista a experto en el área de flexografía	68
Tabla 7: Diseño de la entrevista a experto en empaques rígidos	69
Tabla 8: Diseño de entrevista para personal operativos en empaque rígido	70
Tabla 9: Checklist para visita a Kontein	71
Tabla 10 - Universo de Empresas de Productos plásticos de El Salvador	75
Tabla 11 - Población de Empresas con procesos de Inyección, soplado y estiramiento de PET	76
Tabla 12: Elección de método de muestreo.....	78
Tabla 13 Tabulación de resultados obtenidos de entrevista 1	83
Tabla 14: Datos recolectados en entrevista con experto en empaques rígidos	84
Tabla 15 Tabulación de resultados obtenidos de entrevista B2	86
Tabla 16: Comprobación de hipótesis.....	88
Tabla 17: Requerimientos de mano de obra.....	94
Tabla 18: Oferta de capacitación.....	94
Tabla 19: Detalle de las alternativas de solución.....	102
Tabla 20: Escala de calificación para selección de alternativa de solución	103
Tabla 21: Matriz de selección multicriterio	104
Tabla 22: Descripción de las fases de PIFAD.....	114
Tabla 23: Ficha del proceso de instrucción.....	125
Tabla 24: Ficha de proceso de instrucción	126
Tabla 25: Desarrollo Instruccional y Curricular Sistemático	156
Tabla 26: AMEF de diseño	201
Tabla 27: AMEF de ejecución	204
Tabla 28: KPI's del PIFAD	206
Tabla 29: Calculo de TIR	237
Tabla 30: Comparación de beneficio organizacional	244
Tabla 31: Comparación de beneficio tecnológico	245
Tabla 32: Diccionario de EDT.....	250
Tabla 33: Tabla de precedencias	252

INTRODUCCIÓN

El alto crecimiento de los avances tecnológicos en los últimos años ha provocado la transición de lo analógico a lo digital. La era digital de hoy en día tiene su base en tecnologías como el internet, la conexión inalámbrica, microprocesadores, entre otras, las cuales han significado un cambio sustancial en el comportamiento de todos los elementos de la sociedad. Las personas comunes han adoptado estas tecnologías buscando mejorar su estilo de vida y suplir nuevas necesidades. La industria en general había adoptado la tecnología para fines superficiales sin explotar el potencial que esta ofrecía para revolucionar y generar un salto importante en sus actividades.

La industria 4.0 nace a partir de una revolución tecnológica basada en la aplicación de las tecnologías muy ambiciosa. Esta nueva revolución tiene como uno de sus pilares a la fabricación digital. Este tipo de fabricación significa una manera fácil de simplificar la elaboración de objetos complicados por medio de impresión 3D a diferencia de los métodos tradicionales.

La fabricación digital a nivel mundial se está adoptando en diversos campos industriales de países desarrollados como la fabricación de zapatos, industria textil, industria automotriz, entre otros. Este tipo de fabricación está evolucionando y cada vez se desarrollan más aplicaciones que buscan generar competitividad a las empresas que la adoptan correctamente.

En el Salvador la brecha tecnológica con respecto a los países desarrollados ha permitido impulsar académicamente los conceptos de este tipo de fabricación, mas no desarrollarla en el ámbito industrial debido al poco conocimiento de esta y de sus beneficios.

La industria de productos plásticos es una de las más importantes en El Salvador en cuanto a exportaciones y aportación al PIB del país. Se cree que es un rubro donde la aplicación de la fabricación digital podría significar un aumento de competitividad y aprovechando de áreas de oportunidad de crecimiento.

Este documento comprende un estudio que busca presentar el estado del arte de la fabricación digital en la industria de productos plásticos de El Salvador e identificar las necesidades en cuanto a la gestión del conocimiento de la fabricación digital Basándose en información recopilada de personas expertas que han estado al frente de importantes empresas del rubro y a través de visitas a las mismas para conocer de primera mano el nivel tecnológico actual. De igual forma se pretende establecer el grado de capacitación del personal que se dedica al desempeño de tareas relacionadas con la fabricación digital. Con la información recolectada se busca diseñar una solución que facilite a las empresas de la industria obtener ventajas competitivas al implementar este tipo de fabricación,

OBJETIVOS

I. OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta de aplicación de la Gestión del Conocimiento mediante un programa de instrucción en conocimientos y habilidades técnicas diseño, análisis y manufactura asistida por computadora que permita la implementación de la fabricación digital en las empresas de la industria de productos plásticos.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los marcos: conceptual, contextual, histórico y legal que permitan tener una perspectiva clara de los elementos que componen el estudio.
- Describir el estado del arte de la fabricación digital en la industria de productos plásticos de El Salvador basado en el análisis e interpretación de información primaria y secundaria
- Identificar necesidades relacionadas con la gestión del conocimiento de la fabricación digital para la facilitación de su implementación en las empresas de la industria.
- Detallar el diseño del Programa de Instrucción de Fabricación Digital.
- Crear el perfil de competencia del Técnico en fabricación digital de moldes y los módulos de instrucción necesarios.
- Evaluar económicamente la factibilidad del Programa de Instrucción de Fabricación Digital en la implementación de fabricación digital en una empresa.
- Evaluar económicamente la factibilidad de usar el Programa de Instrucción de Fabricación Digital para la implementación de CAE en una empresa que ya este aplicando fabricación digital.
- Definir un plan de implementación del Programa de Fabricación Digital

ALCANCE Y LIMITACIONES

I. ALCANCE

- El programa de instrucción sobre fabricación digital está orientado a las empresas que utilizan procesos de moldeo por inyección y soplado.
- El diseño está fundamentado en una empresa considerada como piloto, con la cual se genera una línea base y se determina el estado del arte.
- El programa de instrucción no comprende la adquisición de la maquinaria ni pruebas piloto sobre fabricación digital,
- El programa de instrucción únicamente comprende los conocimientos técnicos para la implementación de la fabricación digital. Los conocimientos gerenciales no están contemplados.
- El programa no comprende el desarrollo de material didáctico para el desarrollo del programa de instrucción.
- El programa está diseñado para resolver la problemática de la empresa considerada como piloto, sin embargo, se puede utilizar para toda empresa que tenga interés en aplicar Fabricación Digital en sus procesos.
- No se presenta ningún ejemplo de aplicación debido a que se formulará una solución específica para la industria de los productos plásticos en El Salvador.

II. LIMITACIONES

- La representatividad de los datos depende de la disposición y apertura de las empresas del rubro de plásticos a proporcionar la información necesaria para el desarrollo del trabajo de graduación.
- La información estadística del rubro de productos plásticos es en su mayoría de carácter macroeconómica que data del año 2015.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

III. IMPORTANCIA

Una de las principales funciones del ingeniero industrial en las empresas productivas es la mejora de la productividad y la competitividad a través de una serie de estrategias derivadas de las técnicas que este profesional ha adquirido y dominado a lo largo de su formación. La mejora de los procesos de manufactura es una de las vías con mayor impacto para la consecución de este objetivo. El desarrollo tecnológico actual hace casi obligatorio que la industria salvadoreña busque maneras de mejorar sus procesos, no solo para mejorar sus condiciones de producción, también para generar las condiciones de calidad necesarias para que sus productos tengan estándares de calidad internacionales y poder incursionar en otros mercados además del nacional.

Cada vez es más notable que la innovación se ha convertido en una necesidad para sobrevivir en el mundo competitivo de los negocios. La tecnología ha ido cambiando no solo el estilo de vida de las personas, sino que también la estrategia para hacer negocios. La innovación no es invención, sino que es la aplicación de estrategias que mejoran productos, servicios, procesos y sistemas para satisfacer una necesidad de mercado y a la vez incrementar la competitividad y productividad de las empresas. Con innovación las empresas pueden crear nuevos productos y servicios para competir en el mercado actual sin importar el giro del negocio. Hoy en día quien no invierte en tecnología está destinado a fracasar pues se ha convertido en un recurso de uso obligatorio para obtener ventajas ante su competencia. Las empresas que no aplican las nuevas tecnologías para sus negocios no solo están sacrificando su productividad, están arriesgando su bienestar.

CASO KODAK

La centenaria empresa estadounidense dominó el mercado de películas fotográficas durante prácticamente todo el siglo XX. Fue precursor de grandes avances técnicos en cámaras fotográficas, y acercó el mundo de la imagen a los usuarios corrientes.

Pese a que Kodak fue uno de los primeros fabricantes de cámaras digitales, no apostó por ese formato hasta que fue demasiado tarde, temiendo que la ausencia de carrete en estas nuevas cámaras perjudicara su negocio de película fotográfica. Esa tardanza en adaptarse propició la oportunidad para que compañías como Sony, Nikon o Canon, se hicieran con una gran cuota del mercado digital, algo de lo que Kodak nunca pudo recuperarse. Pese a varios intentos para reflotar la compañía, en 2012 se declaró en concurso de acreedores y actualmente lucha por no desaparecer definitivamente.

FABRICACIÓN DIGITAL EN EL SALVADOR

Ante la necesidad de nuevas habilidades requeridas en los perfiles profesionales para afrontar los cambios tecnológicos venideros, algunas entidades como la Universidad de El Salvador están saliendo al paso de los cambios mediante iniciativas como el Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela de Ingeniería Industrial, que pretende desarrollar nuevas habilidades en los estudiantes para mejorar su empleabilidad ante las empresas salvadoreñas. De igual forma otras

casas de estudios superiores también se encuentran ejecutando iniciativas similares con el fin de formar profesionales capaces de afrontar los cambios tecnológicos futuros.

El diagnóstico y propuestas de estrategias de uso de la fabricación digital en el rubro de productos plásticos en El Salvador busca determinar el grado de avance tecnológico implementado en las empresas del rubro, beneficiando directamente a las mismas con propuestas de uso orientadas a la mejora de sus procesos y como consecuencia lograr un aumento en la productividad. Actualmente el sector presenta una balanza comercial negativa, lo que significa que las importaciones superan a las exportaciones, es importante revertir dicha situación logrando que los productos sean atractivos para los mercados exteriores tanto en calidad como en precio

IV. JUSTIFICACIÓN

El rubro de los productos plásticos es una industria en crecimiento, sus índices de crecimiento siempre se mantienen en números positivos, a pesar de las tendencias actuales sobre la eliminación de productos plásticos debido a su alto periodo de degradación, las empresas salvadoreñas poseen una filosofía comprometida con el medio ambiente, implementando políticas de reciclaje de productos y materias primas para reducir al máximo sus desperdicios.

Las cifras de exportaciones manejadas por este rubro son importantes, situándose como el quinto rubro en materia de exportación en el país, según las estadísticas del Banco Central de Reserva.

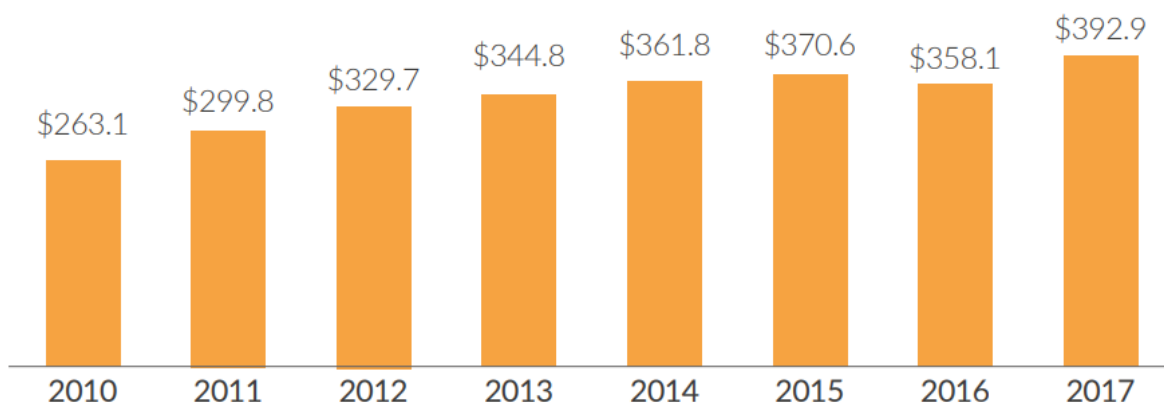


Gráfico 1: Exportaciones del Sector Plástico 2010-2017 (En millones de dólares)

Fuente: Ranking de Exportadores Industriales / 2018

En el año 2017, el 19.9% de las exportaciones del sector plástico estuvo compuesta por los esbozos de envases para bebidas. En segundo lugar, estuvieron los empaques plásticos con una participación de 18.9% y las bolsas plásticas con 17.4%.

El sector plástico generó 8,346 puestos de trabajo en el mes de noviembre 2017, una disminución de 443 puestos menos que en 2016. A pesar de ello, este sector representa el 4.4% del empleo generado por la industria manufacturera en su totalidad en dicho periodo. Por el alto nivel de conocimiento técnico y calificado que implican las actividades de esta rama industrial, el salario promedio nominal es uno de los más altos de la industria, con un valor por US\$606.60 en noviembre 2017, un incremento de 9% con respecto al periodo anterior.

El sector plástico presentó un mayor financiamiento de parte de los bancos comerciales llegando a obtener US\$145.3 millones en montos otorgados, un crecimiento de 20.2%, equivalentes a US\$24.4 millones más con respecto a 2016. En cuanto al saldo adeudado, el sector registró US\$115.1 millones, lo que marcó un incremento de 23.5%, equivalentes a US\$21.9 millones más que lo adeudado en 2016.

El hecho de que la mayoría de los productos disponibles en el mercado necesiten de empaques o envases a base de plástico hace que la productividad de este sector impacte directamente en la economía de los salvadoreños, mejorar la productividad del rubro tendría un impacto positivo tanto para los relacionados con el rubro, como para todas aquellas empresas que consumen sus productos.

CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL

I. MARCO CONCEPTUAL

A. GESTION DEL CONOCIMIENTO

1. DEFINICIÓN

La Gestión del Conocimiento es el proceso por el cual una organización, facilita la trasmisión de informaciones y habilidades a sus empleados, de una manera sistemática y eficiente. Según De Arteché (2011) la Gestión del Conocimiento es el conjunto de procesos y sistemas que permiten al capital intelectual de una organización incrementar de forma significativa la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente en el menor espacio y tiempo posibles. También se puede definir como el proceso de identificar, agrupar, ordenar y compartir continuamente conocimiento de todo tipo para satisfacer necesidades presentes y futuras, para identificar y explotar recursos de conocimiento tanto existentes como adquiridos y para desarrollar nuevas oportunidades (Sáez Vacas et al., 2003).

2. TEORÍA DE TIPOS DE CONOCIMIENTO

Los autores Nonaka y Takeuchi (1995) distinguen que el conocimiento organizativo se clasifica en tácito y explícito, "el conocimiento tácito es aquel que reside en la mente de los individuos y se caracteriza por ser difícil de codificar, formalizar y transmitir. En cambio, el conocimiento explícito es aquel transmisible mediante lenguaje formal y sistemático".



Ilustración 1: Circulo de conversión del conocimiento de un organización

Los autores en su modelo explican que ambos tipos de conocimiento interactúan socialmente en lo que ellos denominan conversión de conocimiento, existen cuatro formas de convertir el conocimiento:

1. **Socialización:** Momento donde los individuos comparten experiencias cara a cara, se da mediante la interacción social de la transferencia de conocimiento tácito
2. **Externalización:** se ubica entre el conocimiento tácito y explícito, consiste en tareas como escribir documentos, conceptualizar y realizar imágenes, es cristalizar el conocimiento.
3. **Combinación:** es un proceso de interacción entre dos o más conocimientos explícitos, consiste en organizar e integrar conocimiento, una tarea clásica de esta forma se da cuando se crean proyectos.
4. **Internalización:** Es un proceso individual y colectivo donde la persona recibe el conocimiento y lo aplica a una situación real, es un espiral continuo se pasa de un conocimiento explícito a uno tácito, se evalúa la información, se realizan cambios en la solución y se hacen consultas.

3. ENFOQUES DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

La Gestión del Conocimiento en una empresa va más allá de la transformación e internalización del conocimiento propio. Sino también provee mecanismos para la adquisición de nuevos conocimientos que surgen con la evolución de la información y la tecnología disponible. En este sentido el conocimiento puede administrarse desde 3 enfoques principales:

Enfoque Humano:

Las personas tienen el papel de portadores y aplicadores del conocimiento tácito, siendo este el conocimiento clave para medir la competitividad de las empresas. Generalmente cuando un experto abandona la empresa y sus conocimientos tácitos no han sido convertidos a conocimiento explícito, el know-how se pierde.

Desde este enfoque, diseñar y aplicar una Gestión por Competencias surge como una herramienta útil para poder gestionar el conocimiento. Si definimos las competencias como el conjunto de conocimientos (saber), habilidades y destrezas (saber hacer), actitudes (saber estar) y motivaciones (querer hacer) que tienen las personas y que le predisponen para realizar sus actividades con un buen nivel de desempeño.

Enfoque Organizacional:

Desde esta perspectiva, para una adecuada Gestión del Conocimiento se hace necesario el estudio de los factores organizacionales (liderazgo, cultura, clima y diseño organizativo) que condicionan el aprendizaje. Bajo este enfoque, la Gestión del conocimiento se orienta hacia tareas relacionadas con el diseño de las denominadas organizaciones que aprenden. Deben crearse estructuras flexibles que faciliten la transferencia de conocimientos, ya que las burocratizadas son un impedimento. Es necesaria una cultura organizacional, y un clima o ambiente de trabajo, que incrementen la confianza entre sus miembros y el intercambio de ideas, que fomente la integración de las unidades, el trabajo en equipo y que sea tolerante con los errores.

La Gestión del Cambio y la Gestión del Conocimiento son herramienta que permiten a las empresas a explorar nuevas oportunidades de desarrollo organizacional, tanto para el aprendizaje de nuevos conocimientos como para la conversión eficiente de los que ya se poseen.

Enfoque Tecnológico:

Los avances tecnológicos permiten a las empresas realizar con mayor facilidad y precisión procesos claves en su operatividad. La tecnología puede significar la adopción de métodos más eficientes que generan la necesidad adoptar nuevos conocimientos o el desarrollo de herramientas tecnológicas que ayuden a la conversión de los conocimientos de la empresa.

Desde este enfoque, la Gestión de la Tecnología implica conocer el mercado, las tendencias tecnológicas y la capacidad de los competidores; adquirir de la forma más favorable tanto las tecnologías que convenga desarrollar internamente, como las que se vayan a contratar en el exterior, garantizando su financiación; supervisar adecuadamente su desarrollo y reaccionar ante imprevistos; evaluar sus resultados, proteger debidamente la tecnología generada y obtener los mayores resultados de su explotación.

La Gestión Tecnológica se convierte en una adecuada herramienta para la Gestión del conocimiento, dado que nos ofrece pautas para las decisiones empresariales relacionadas con las inversiones y usos de los recursos tecnológicos que pueden resultarnos útiles para la creación y transmisión de los conocimientos.

B. GESTION POR COMPETENCIAS

1. COMPETENCIA LABORAL

La Gestión por Competencias es un modelo de gerenciamiento que permite evaluar las competencias específicas que requiere un puesto de trabajo de la persona que lo desempeña, evaluar las competencias del personal con respecto a las requeridas por el puesto que desempeña, determinar brechas de formación del personal y favorecer el desarrollo de competencias tendientes a mejorar aún más su desempeño.

Una competencia laboral es el conjunto de conocimientos (saber), habilidades y destrezas (saber hacer), actitudes (saber estar) y motivaciones (querer hacer) que tienen las personas y que le permiten para realizar una actividad laboral.

Las empresas requieren que las personas apliquen conocimientos en el desarrollo de sus labores, este conocimiento necesita ser gestionado por medio de la Gestión por Competencias y puede encontrarse en 4 niveles distintos:

2. IDENTIFICACIÓN DE LA COMPETENCIA

El conocimiento requerido para el desarrollo de funciones y actividades laborales en una organización se gestiona inicialmente por medio de la identificación de la competencia laboral correspondiente. La adopción de nuevos procesos organizativos genera también la necesidad de personal competente para su ejecución.

3. NORMALIZACIÓN DE LA COMPETENCIA

La normalización comprende el establecimiento de parámetros y criterios de desempeño del personal. Se denomina Norma Competencia Laboral (NCL) a los instrumentos que definen la competitividad laboral en términos del conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que son aplicados al desempeño de una función productiva, a partir de los requerimientos de calidad esperados por el sector productivo. Las NCL dan base para regular las competencias laborales y representen un punto de referencia para la evaluación del conocimiento interno de las organizaciones y dirigir el desarrollo de estas por medio de la formación profesional.

4. FORMACIÓN BASADA EN LA COMPETENCIA

La formación profesional permite a las organizaciones adoptar y transferir el conocimiento a través del desarrollo de acciones formativas para que el personal aprenda una competencia y la pueda desempeñar para lograr los objetivos de la organización. La formación basada en competencias requiere que la competencia sea estandarizada o normalizada para que las acciones formativas estén orientadas a desarrollar la competencia y cumplir los objetivos de aprendizaje.

5. CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIA

Algunas competencias de carácter técnico pueden ser certificadas por institutos educativos, organizaciones internacionales o empresas específicas. La certificación es una evaluación definida por la organización certificadora donde se busca extender un comprobante a la persona en relación a si es competente o no. La evaluación de certificación tiene como referencia los criterios de desempeño de la NCL.

6. APLICACIÓN DE LA GESTIÓN POR COMPETENCIA

La aplicación de la gestión por competencia considera diferentes componentes, algunos de ellos siendo requisitos de otros. Aunque la gestión por competencia abarque componentes relacionados al reclutamiento y selección de personal, estos no están relacionados a la gestión del conocimiento interno de la organización propiamente. El siguiente diagrama representa la relación de los componentes y su nivel de especialización:



Ilustración 2: Componentes de la gestión por competencias

El diagrama muestra los componentes para la aplicación de la gestión por competencias ubicándolos en orden ascendente en cuanto al nivel de complejidad que representa su implementación y el orden en que estos se aplican en la organización. En este sentido el componente más elemental es la identificación de las necesidades de personal para realizar actividades y funciones terminando con el desarrollo de planes de carrera que comprende planes de formación profesional constante del personal para su superación dentro de la organización, beneficiándola con el aumento de capital de conocimiento.

7. PROGRAMAS DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Las organizaciones necesitan mantener su conocimiento actualizado para lograr el logro de sus objetivos de una manera eficiente. El conocimiento de la organización corresponde al conocimiento propio de cada una de las personas que la conforman, lo que significa que los trabajadores deben de formarse constantemente. Los programas de formación profesional permiten a las organizaciones reducir la brecha de conocimiento identificada mediante el desarrollo de competencias laborales.

Los programas de formación profesional se clasifican por el tipo de competencia que desarrollan en:

- **Programas de Capacitación:**

Este tipo de programa se enfoca en desarrollar competencias gerenciales, es decir, aquellas competencias orientadas a la gestión de las funciones principales de la organización. Este tipo de programas de formación es utilizado mayormente como refuerzo para las competencias del personal de mandos medios, además es utilizado por aquellas organizaciones que implementan planes de desarrollo de carrera para formar competencias en el personal operativo y que así puedan desempeñarse en puestos de gerencia o de mayor responsabilidad

- **Programas de Instrucción:**

Los programas de instrucción se enfocan en desarrollar competencias técnicas operativas, es decir, competencias orientadas a la aplicación de técnicas que permiten el desarrollo de tareas específicas. Este tipo de programa es utilizado como formación capital humano especializado, inducción de personal para el desarrollo de tareas operativas y adopción de nuevas tecnologías.

C. GESTION DEL CAMBIO Y GESTION DE LA INNOVACION

1. ESTRATEGIAS DE CAMBIO E INNOVACIÓN

El entorno cambia a un ritmo continuo y acelerado y, a pesar de ello, las empresas deben mantenerse útiles y rentables si quieren sobrevivir. Aquellas organizaciones que no siguen el ritmo del cambio quedan ineludiblemente descolgadas. Se hace necesaria una revolución en profundidad de la empresa, con tal de conferirle la sensibilidad y flexibilidad que necesita. (Guillén, 2012)

- Sensibilidad para apreciar las nuevas exigencias de los clientes y la sociedad, como también las oportunidades de reducción de costos.
- Flexibilidad para responder a estas exigencias y oportunidades a tiempo.

Las organizaciones empiezan a darse cuenta de que una división departamental rígida deriva fácilmente en la elusión de responsabilidades e impide afrontar una mejora de los procesos de la empresa en profundidad. ¿Qué se debe hacer frente al reto del cambio? ¿Abandonar delante de las amenazas que comporta o, al contrario, creemos que hay buenas oportunidades para luchar y vencer? Sólo hay una respuesta. El inmovilismo en un mercado cambiante significa desaparecer. Y, si se decide luchar, ¿cómo debe hacerse? Nuestros clientes nos indican las opciones básicas:

- Aumentar el valor (atacar).
- Reducir el coste (defender).

Sólo se vende lo que es valorado por el cliente y se ofrece con un servicio satisfactorio. Pero, en un mercado competitivo, no basta con satisfacer las expectativas del cliente. Debe hacerse con el mínimo de recursos y para ello deben controlarse los costos en su origen. Hacerlo después es más gravoso y, a veces, de efectos irreparables. La conjunción de ambas opciones es el único camino que asegura el éxito y la supervivencia en el mundo empresarial: el beneficio. Se pueden nombrar dos grandes estrategias que conducen al objetivo propuesto:

- **Innovación:** Provee del «factor diferencial» que permite alcanzar rápidamente nuevos niveles competitivos.
- **Mejora:** Promueve incrementos continuos de los niveles alcanzados con la innovación, aportando una posición competitiva superior, a la empresa que la práctica.

Pero, debido a que la innovación acostumbra a ser un fenómeno puntual, costoso y de resultados espectaculares, la mejora debe ser continua, sus resultados tardan más en hacerse patentes y su coste acostumbra a ser bastante más reducido.

Si ambas estrategias son necesarias y complementarias, ¿por qué las empresas acostumbran a prescindir de la estrategia de mejora?

La diferencia radica en:

- Los resultados de la innovación acostumbran a provenir de un avance tecnológico que puede financiarse o adquirirse.
- Los resultados de la mejora proceden de un proceso estructurado en el cual participan todas las personas.

Pasos que conducen a las personas a descubrir qué papel juegan en la mejora:

- **Sensibilizar:** Para que sientan la necesidad de mejora y tengan energía para superar la resistencia al cambio.
- **Formar:** Para que posean los conocimientos que les permitan saber qué hacer y las habilidades para saberlo hacer.
- **Actuar:** Para que realicen experiencias con éxito que conduzcan a un resultado y estimulen a aceptar nuevos retos.
- **Reconocer:** Para motivar hacia nuevas metas.
- **Evaluar:** Para cuantificar resultados.

Todo esto con un enfoque de arriba hacia abajo, para que el esfuerzo sea proporcional a la responsabilidad y reduzca la resistencia al cambio. Para que los factores mencionados arraiguen en una empresa deberán utilizarse un conjunto de actividades llevadas a cabo de forma:

- **Secuencial:** Porque en cada paso se suceden fases de compromiso, soporte y acción.
- **Cíclica:** Porque cada acción refuerza el compromiso y soporte para otras posteriores.
- **Continua:** Porque sólo así llega a todos y traduce la ventaja competitiva en nuevos beneficios.

“Puesto que la mejora es una estrategia para aumentar la competitividad que afecta a todas las actividades, es una responsabilidad fundamental de la dirección.”

2. GESTORES DEL CAMBIO

Los empresarios y sus colaboradores deben desarrollar sus capacidades en un proceso continuo de adaptación y transformación de sus empresas. Para gestionar positivamente y con eficacia los procesos de adaptación y transformación, los directivos deben alcanzar altos niveles de eficiencia en sus cualidades de gestión, en su capacidad para tomar decisiones, en sus niveles de productividad y en su eficiencia personal.

- Los cambios son cada vez más numerosos.

En la actualidad nada escapa a este proceso de cambio, ni siquiera las instituciones más sólidas y representativas en cualquier sector de la sociedad.

- Los cambios se producen cada vez con más velocidad.

De un día para otro, organizaciones sectores e instituciones que antes requerían años para cambiar, lo hacen, provocando cambios profundos en el mundo empresarial. Por ello, los dueños

y directivos deben asumir el control de los cambios que se producirán en sus empresas. No se trata de reaccionar lentamente a los cambios del entorno, sino de actuar de forma proactiva que les permita controlar, liderar e incluso provocar los cambios.

- Conocer las razones por las que su empresa debe cambiar.
- Conocer lo mejor posible en qué áreas debe cambiar la empresa.
- Asumir el liderazgo en los cambios.
- Planificar y disponer de directrices de acción que les permitan implantar y dar coherencia al proceso del cambio.

La innovación es la herramienta y el medio por el que se aprovecha el cambio como una oportunidad para emprender un negocio diferente. Los empresarios innovadores deben investigar las fuentes de la innovación, los cambios y síntomas de las oportunidades para tener éxito e innovar.

D. GESTION TECNOLÓGICA

La tecnología actualmente crece y evoluciona a gran velocidad, generando una necesidad en los negocios de gestionar los avances que implicarían una mejora en las actividades realizadas para cumplir con los objetivos empresariales.

La gestión tecnológica requiere que se cumplan funciones críticas como;

- Integrar la tecnología a la organización.
- Incorporar nuevas tecnologías.
- Transferir tecnología.
- Desarrollar proyectos interdisciplinarios e interorganizacionales.
- Potenciar la innovación tecnológica.
- Dar solución a los problemas que plantean los mercados.
- Realizar estudios prospectivos sobre la evolución de las tecnologías.
- Definir la posición respecto a las tendencias tecnológicas.
- Superar problemas de comunicación.
- Integrar y motivar al personal creativo e innovador
- Manejar centros y equipos de investigación y desarrollo.

Se denomina paquete tecnológico al conjunto integrado de conocimientos tecnológicos, técnicas y know how necesarios para la producción de bienes y servicios. Se distingue entre tecnología blanda y tecnología dura.

La tecnología blanda son los conocimientos aplicados al direccionamiento de la organización, a las formas y metodologías empleadas por la compañía para realizar sus operaciones y a la administración de recursos con el fin de obtener un producto o servicio que colme las expectativas de los clientes.

Por su parte, la tecnología dura hace referencia a los conocimientos aplicados y relacionados con la práctica productiva a fin de obtener un producto o servicio que satisfaga las expectativas

de los clientes. Son los por elementos tangibles, como maquinaria, equipos, insumos y productos, así como el know how de producción.

E. INDUSTRIA 4.0

El sector industrial es una de las fuentes más importantes de riqueza de los países. Es, además, un sector dinámico en el que se adoptan de forma natural las nuevas tendencias tecnológicas. La evolución que se experimenta actualmente tiene una profunda base tecnológica, aunque no se puede identificar con el desarrollo de una tecnología concreta, sino que se debe al elevado grado de madurez que alcanzan diversas tecnologías, cada una de las cuales puede tener por separado un efecto limitado, pero cuya convergencia puede impulsar un nuevo modelo de producción.

Se trata, además, de tecnologías que pertenecen a ámbitos muy diferentes, que pueden ser agrupadas en cuatro grupos:

- **Nuevas tecnologías de fabricación:** En este aspecto merece la pena destacar los avances en la automatización de actividades con nuevos robots y el desarrollo de nuevas tecnologías de fabricación que permiten la producción personalizada a precios aceptables gracias a las impresoras 3D, las cortadoras láser de bajo coste o máquinas CNC. Aunque la automatización tiene un importante efecto, ya que permite una mayor flexibilización de la producción, lo realmente diferencial para el concepto de fabricación digital que se desarrolla en este monográfico es el segundo aspecto: la aparición de tecnologías de bajo coste para la fabricación personalizada de productos.
- **Nube:** La digitalización de los productos físicos hace que la nube pueda desempeñar un papel importante en todo su proceso de gestión. Así, será posible diseñar, almacenar la información e incluso fabricar de forma distribuida utilizando la nube como elemento de unión.
- **Electrónica personalizada:** Iniciativas como Arduino o Raspberry Pi han abierto el mundo de la electrónica a la población no especialista en este tema. Gracias a este tipo de tecnologías, muchas personas ajenas hasta hace poco a este campo están empezando a realizar desarrollos que incorporan electrónica.
- **IoT** (siglas del inglés Internet of Things, o Internet de las cosas): Una consecuencia de la facilidad de incluir electrónica en los dispositivos es incorporar también conectividad y, de esta manera, conseguir que los objetos actúen y se comuniquen en ciertos eventos o circunstancias. Estas tecnologías tienen en común el papel central de la digitalización, lo que permitirá la aplicación en el entorno industrial de algunos de los conceptos que hasta ahora solo estaban disponibles en el mundo software.

No obstante, si las tecnologías se pueden considerar el elemento habilitador de esta evolución, el verdadero cambio procede de su unión con otras tendencias de carácter más social que fomentan un modelo más colaborativo y de innovación abierta:

Open hardware: Consiste en replicar el concepto open source en otros ámbitos más allá del software. Lo esperable es que este concepto suponga un aumento muy importante de la colaboración y de la innovación abierta.

- **Crowdfunding:** Uno de los puntos centrales para que esta tendencia fructifique es la aparición de un ecosistema de emprendedores que permita que este movimiento se materialice. En este sentido, y de acuerdo con la filosofía colaborativa, los modelos

de crowdfunding pueden suponer una fuente de financiación alternativa a los medios tradicionales, a la vez que permiten la creación de comunidades alrededor de los proyectos.

F. FABRICACION DIGITAL

1. PASOS DE LA FABRICACIÓN DIGITAL

La fabricación digital es el conjunto de procesos integrados mediante los cuales se elabora un producto a partir del diseño y modelado del objeto en softwares CAD, el análisis de este en un programa CAE, la simulación del proceso de fabricación en paquetes CAM y la manufactura del producto por medio de algún equipo capaz de interpretar las instrucciones generadas por los diferentes programas de manufacturas asistida por computadora (330ohms, 2017).

Previo a la fabricación digital debe existir una idea o concepto de lo que se desea materializar, esto comprende la definición de las características, funciones e incluso un boceto del producto para dar paso a la primera etapa del proceso.

Las etapas de la fabricación digital se presentan en la siguiente ilustración:



Ilustración 3: Pasos de la Fabricación Digital
Fuente: Presentación sobre Industria 4.0, FIA LAB, EII, FIA-UES

2. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

El diseño asistido por computadora, conocido por sus siglas en inglés CAD (Computer Aided Design), es el proceso de creación de representaciones gráficas empleando herramientas informáticas específicas que permiten la realización de dibujos y planos. Estas herramientas se pueden trabajar con dibujos y representaciones en dos dimensiones (2D) y también con los objetos representados en tres dimensiones (3D) (Rojas Lazo & Rojas Rojas, 2006).

Actualmente los softwares CAD presentan las siguientes potencialidades:

- Capacidad de diseño 3D en forma rápida y en aplicaciones directas (visualización, renderización, secciones, vistas auxiliares, etc.).
- Ensamble de piezas (Unión de piezas bajo ciertas condiciones de posición).
- Desarrollo de piezas y sistemas virtuales.
- Diseño compartido a través de internet.
- Ingeniería inversa (Obtener un modelo CAD a partir del escaneado tridimensional de una pieza real).
- Uso de librerías virtuales con componentes normalizados.

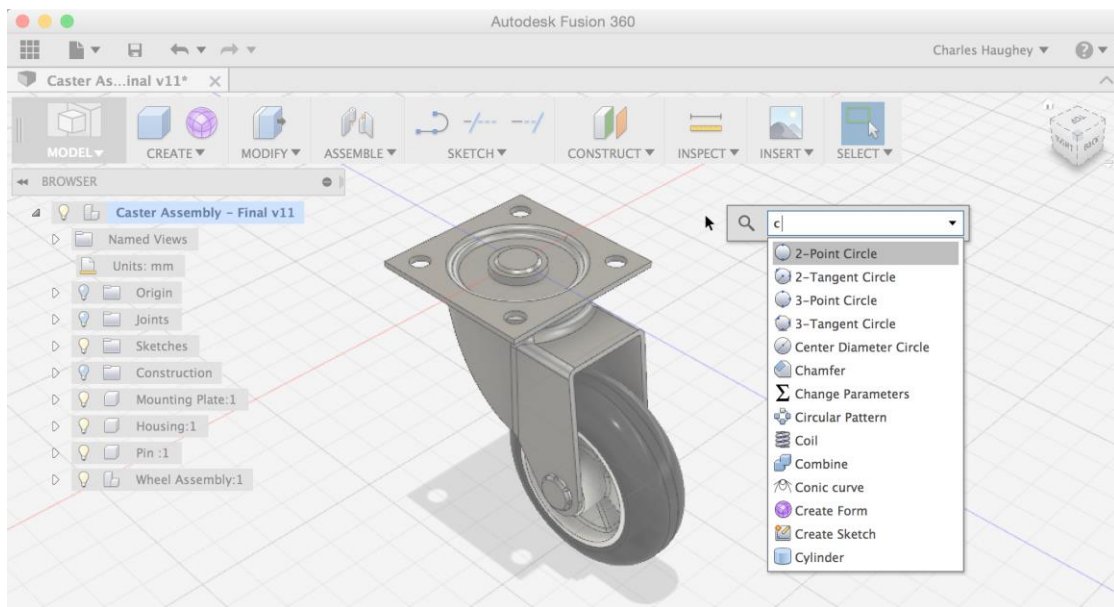


Ilustración 4: Interfaz del software CAD Fusion 360

Fuente: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/new-ways-to-access-commands-in-fusion-360/>

La incorporación de la computadora es en la producción el elemento puente que está permitiendo lograr la automatización integral de los procesos industriales, así como una integración tecnológica de sus áreas. Es así que los softwares profesionales están tendiendo a integrarse bajo un gran sistema CAD/ CAM/CAE que ha puesto de relieve la importancia de automatizar informáticamente cualquier proceso industrial desde el diseño hasta la fabricación. Esta informatización incidirá de forma directa sobre el proceso de varias formas:

- Reducción de tiempos (time to market) y mayor sencillez en la etapa de diseño.
- Seguridad de un correcto funcionamiento debido a un simulado del prototipo.
- Fácil integración en una cadena de fabricación y mejora en la gestión del proyecto.
- Obtención de un producto económico, de óptima calidad y menor tiempo.

El avance de la ingeniería se viene dando fundamentalmente por los nuevos y/o mejora de los materiales, equipos y herramientas de trabajo, descubrimiento y aplicación de nuevos conceptos. Estos avances han sido favorecidos por el desarrollo de las tecnologías CAD (Rojas Lazo & Rojas Rojas, 2006).

Proceso de Diseño de Ingeniería

El diseño en ingeniería es el proceso de concebir ideas en el desarrollo de la solución de un problema tecnológico, para lo cual usa conocimientos, recursos y productos existentes para satisfacer una necesidad o resolver un problema.

El diseño puede dividirse en dos grandes categorías: diseño de productos y diseño de sistemas o procesos. A medida que se desarrolla el diseño de un producto o proceso, el equipo de diseño aplica principios de ingeniería, toma en cuenta las restricciones de presupuesto, funcionalidad, legales, psicológicos y sociales para lo cual requiere información de áreas como las necesidades y requerimientos del cliente, materiales, capital, energía, requerimientos de tiempo, habilidades humanas, etc.

Las gráficas son importantes en el proceso de diseño, se utiliza para visualizar soluciones posibles y documentar las ideas, incluyen el dibujo de las piezas, curvaturas, descripciones de color, información con respecto al logotipo, colocación de ilustraciones e instrucciones de fabricación, etc.

El diseño de un objeto debe realizarse respetando normas nacionales e internacionales como: ANSI (American National Standards Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers), ISO (Internacional Standards Organization), STEP (Standard for the Exchange of Product Data), HTML (Hyper Text Markup Language), etc (Rojas Lazo & Rojas Rojas, 2006).

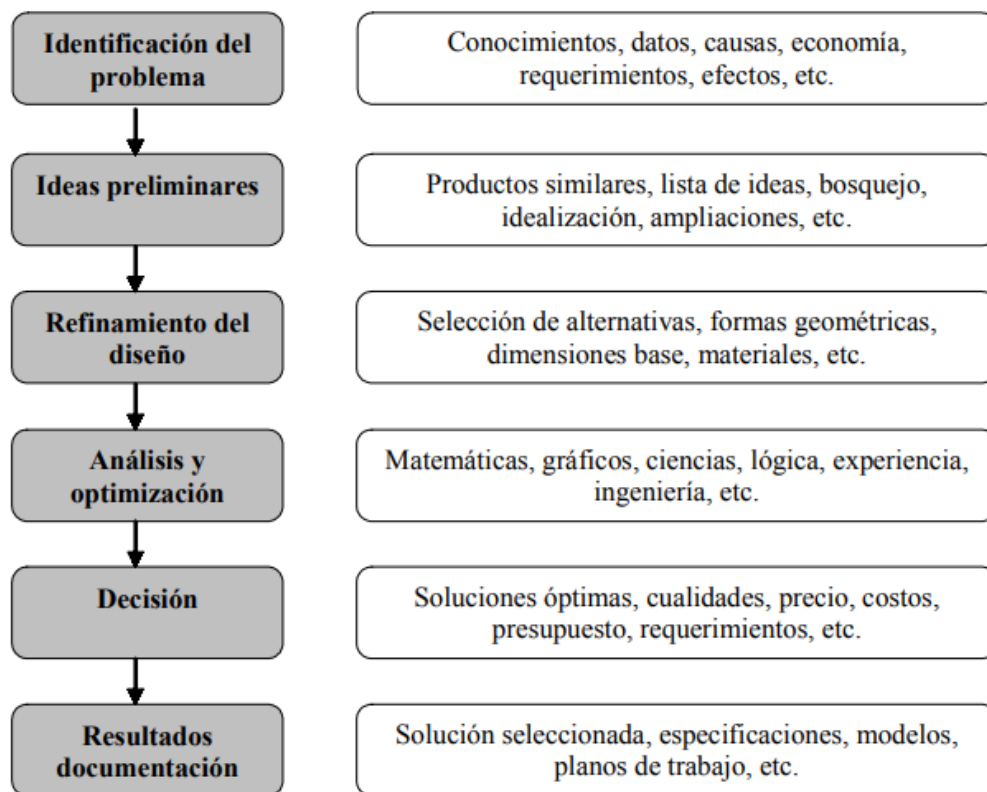


Ilustración 5: Proceso de diseño

Fuente: Diseño Asistido por Computador, Oswaldo Rojas Lazo

El modelado es el proceso de representación de ideas abstractas, palabras y formas a través del empleo ordenado de texto e imágenes simplificadas con el objeto de generar un prototipo digital y comunicar, documentar, analizar y visualizar el proceso de diseño.

Los modelos tridimensionales paramétricos creados en un sistema de CAD son:

- **Modelo de alambre “wireframe”**: (información geométrica de entrada, usada para la representación de los vértices y aristas).
- **De superficie** (visualización y trabajos superficiales, usados en control numérico).
- **Sólidos** (análisis de ingeniería, se le asignan propiedades, son usados en el análisis con elementos finitos).

El modelo debe representar lo mejor posible la realidad, y luego aplicar métodos matemáticos para darle la forma y disposición adecuada para poder obtener resultados numéricos. El diseñador debe determinar si el modelo de computadora satisface o no el criterio de diseño, y debe ser capaz de leer el dibujo, comprender su forma, tamaño e información relativa a su fabricación.

3. INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)

Los softwares CAE se usan posteriormente a la obtención del modelo en un programa CAD. La Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering (CAE), es una herramienta que ayuda a las empresas en el desarrollo y perfeccionamiento de productos. Con ayuda de una computadora, los profesionales pueden realizar diferentes análisis como: análisis estáticos, dinámicos, de fluidos, térmicos, electromagnéticos y acústicos entre otros, que proporcionan beneficios como la reducción del tiempo en la elaboración de proyectos, aumento de la productividad, facilidad en la detección de fallas y ayuda en la identificación de soluciones.

Con ayuda de la ingeniería asistida por computadora, los profesionales de la ingeniería pueden crear prototipos virtuales de los productos. La geometría de un producto es inicialmente elaborada en un software de Computer-Aided Design (CAD). Esta geometría es importada para un sistema CAE. Una vez dentro de los sistemas, los modelos pasan por diferentes procedimientos: pre-procesamiento, procesamiento y post-procesamiento. Durante la primera etapa, son definidas las características como materiales, restricciones e interacción con elementos externos, fuerzas aplicadas, temperaturas, entre otras (ESSS, 2014).



Ilustración 6: Análisis aerodinámico generado por computadora
Fuente: SolidWorks

La fase de procesamiento es la etapa en la que la computadora realiza los cálculos y genera los archivos donde se almacenarán los resultados que después serán analizados en la fase de post procesamiento. Durante esta última etapa, los datos son analizados utilizando herramientas de visualización y diagnóstico, de manera que los profesionales de la ingeniería pueden validar, según normas internacionales, el comportamiento del modelo y tomar la decisión de si aprobar o si deben hacerse alteraciones en el proyecto.

Las herramientas de CAE pueden ser utilizadas con diferentes fines: ayuda en la elaboración de proyectos, en el análisis de evaluación de producto, en la prueba de las posibles mejoras, análisis de falla, en la adecuación y optimización de productos y equipos, entre otros. Las técnicas de Análisis asistido por computadora pueden desarrollarse a través de diferentes métodos, los más comunes son Análisis por Elementos Finitos (FEA) y Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). El análisis por elementos finitos es una técnica de resolución numérica basada en la consideración de que un cuerpo o componente cualquiera puede ser particularizado, en un conjunto de pequeños componentes, denominados elementos, que tienen una geometría simple y comportamiento físico conocido. Generalmente este método se aplica a campos como la mecánica de sólidos, mecánica de fluidos y electromagnetismo.

La dinámica de fluidos computacional simula procesos químicos y físicos que representan flujos. Los softwares de CFD pueden estudiar sistemas y fenómenos con fluidos de características diferentes ya sea solos o en combinación tales como agua, aceite, aire, petróleo, entre otros, con estos se puede determinar las concentraciones, velocidades, presiones, temperaturas, propiedades de régimen (turbulencia), reacciones químicas, combustión, etc.

Ventajas

Las herramientas de ingeniería asistida por computadora pueden ser utilizadas por diferentes industrias como: construcción civil, metalmecánica, turbomáquinas, aeroespacial, automovilística, aeronáutica, petróleo y gas, naval, off shore, electrónica, entre otros, y proporcionan beneficios en el desarrollo de productos tales como:

- Mayor eficiencia y calidad, gracias a que permite prever posibles errores y corregirlos antes de la fase de prototipo y fabricación.
- Reducción de costos, ya que la simulación es más barata que el desarrollo de prototipos.
- Permite realizar cambios en los proyectos rápidamente.
- Disminuye el tiempo empleado en el desarrollo de producto.
- Reduce la cantidad de prototipos de prueba y en ocasiones hasta los elimina.
- Ayuda en la verificación del producto en cuanto a funcionalidad, ensambles y diseño, permitiendo la revalidación cada vez que sea necesario.
- Aumento de la competitividad.

4. MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM)

La fabricación asistida por computadora, también conocida por las siglas en inglés CAM (computer-aided manufacturing), implica el uso de computadoras y tecnología de cómputo para ayudar en la fase directa de manufactura de un producto, es un puente entre el Diseño Asistido por Computadora CAD y el lenguaje de programación de las máquinas herramientas con una intervención mínima del operario.

Debido a sus ventajas, se suele combinar el diseño y la fabricación asistidos por computadora en los sistemas CAD/CAM. Esta combinación permite la transferencia de información desde la etapa de diseño a la etapa de fabricación de un producto, sin necesidad de volver a capturar manualmente los datos geométricos de la pieza. La base de datos que se desarrolla durante el CAD es procesada por el CAM, para obtener los datos y las instrucciones necesarias para operar y controlar la maquinaria de producción, el equipo de manejo de material y las pruebas e inspecciones automatizadas para establecer la calidad del producto.

Una función de CAD/CAM importante en operaciones de mecanizado es la posibilidad de describir la trayectoria de la herramienta para diversas operaciones, como por ejemplo torneado, fresado y taladrado con control numérico. Las instrucciones o programas se generan en computadora, y pueden modificar el programador para optimizar la trayectoria de las herramientas. El ingeniero o el técnico pueden entonces mostrar y comprobar visualmente si la trayectoria tiene posibles colisiones con prensas, soportes u otros objetos.

En cualquier momento es posible modificar la trayectoria de la herramienta para tener en cuenta otras formas de piezas que se vayan a mecanizar. También, los sistemas CAD/CAM son capaces de codificar y clasificar las piezas que tengan formas semejantes en grupos, mediante codificación alfanumérica.

Algunos ejemplos de CAM son: el fresado programado por control numérico, la realización de agujeros en circuitos automáticamente por un robot, y la soldadura automática de componentes SMD en una planta de montaje.

El surgimiento del CAD/CAM ha tenido un gran impacto en la manufactura al normalizar el desarrollo de los productos y reducir los esfuerzos en el diseño, pruebas y trabajo con prototipos. Esto ha hecho posible reducir los costos de forma importante, y mejorar la productividad.

Usos

Algunas de las aplicaciones características de la fabricación asistida por computadora son las siguientes:

- Control numérico computarizado y robots industriales
- Diseño de matrices y moldes para fundición en los que, por ejemplo, se reprograman tolerancias de contracción (pieza II). Diseño de herramientas y soportes, y electrodos para electroerosión.
- Calidad e inspección; por ejemplo, máquinas de medición por coordenadas programadas en una estación de trabajo CAD/CAM.
- Planeación y calendarización de proceso.
- Distribución de planta.

Ejemplos de este tipo de software son: CAMWorks, CATIA, Fikus Visualcam, GibbsCAM, SprutCAM, Unigraphics, WorkNC, etc (Wikipedia, 2018).

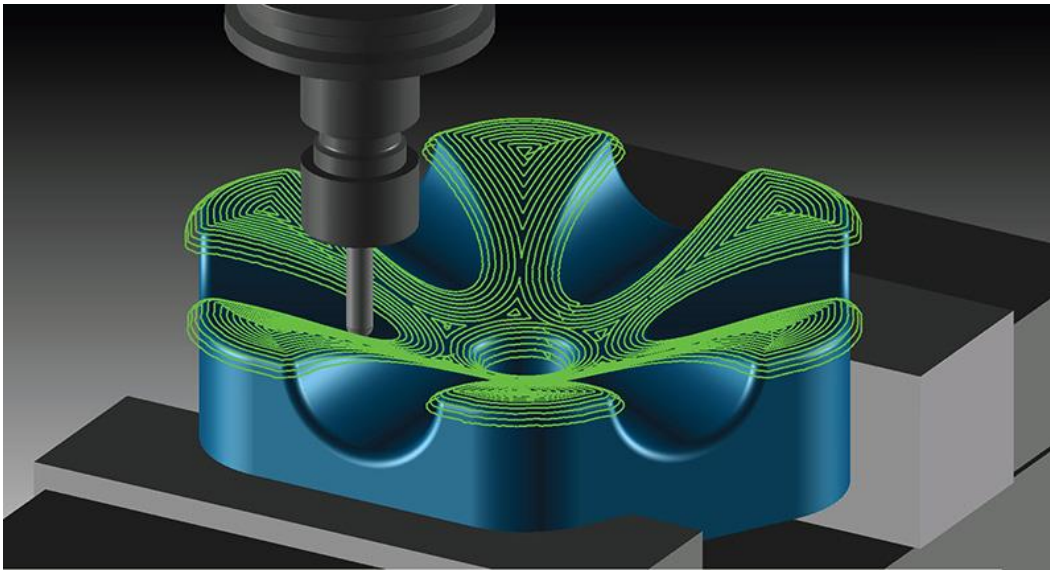


Ilustración 7: Manufactura Asistida por Computadora
Fuente: <http://www.mfgnewsweb.com>

CÓDIGO G

El G-Code (o código G, en español) es el nombre de un lenguaje de descripción de operaciones para máquinas de control numérico por ordenador (CNC) que puede ser usado también como lenguaje de programación para controlar estos dispositivos para simplificar operaciones utilizando, por ejemplo, bucles.

El G-Code es el lenguaje más utilizado en la fabricación por computadora. Aunque existen ampliaciones e implementaciones de algunos fabricantes, así como estándares alternativos al internacional en algunos países, es más que probable que cualquier máquina de control numérico moderna sepa interpretar el G-Code básico.

El G-Code describe el movimiento y las diferentes operaciones que la máquina CNC debe realizar para la fabricación del objeto que se describe. Actualmente el G-Code se ha popularizado mucho gracias a la impresión 3D, en ese uso el G-Code especifica dónde posicionar el extrusor, en horizontal y vertical, cuánto calentarlo y cómo disponer el filamento entre otras cosas. Las impresoras 3D suelen ser sistemas de 3 ejes: X, Y (plano) y Z (altura) Los sistemas de 4 o 5 ejes añaden información sobre giros de los cabezales de fabricación, y están presentes, por ejemplo, en tornos y fresadoras CNC.

Los programas de fabricación asistida por ordenador (CAM) suelen generar directamente documentos con las instrucciones G-Code para controlar los sistemas de fabricación (mecanizado, tradicionalmente) es decir, documentos G-Code. Los programas genéricos de modelado tridimensional no siempre tienen prevista esta opción por lo que se utiliza un formato intermedio (el más común es el STL) que puede ser leído por aplicaciones específicas que generan el G-Code para la fabricación. Este proceso se llama comúnmente slice (Ventura, 2014).

5. MANUFACTURA DEL PRODUCTO

Este punto contempla el uso de las tecnologías de fabricación digital que en sí son los equipos con lo que se pueden elaborar las piezas tales como las máquinas de control numérico CNC - tornos, fresadoras, routers, cortadoras láser, impresoras 3D y robots. En los softwares CAM se obtienen los archivos con las instrucciones que interpretarán los equipos para la fabricación de la pieza, los cuales son llamados “Código G”, los cuales son generados para ser interpretados por las máquinas CNC. Por otro lado, los equipos de corte láser cuentan con su software que funge como intermediario para interpretar los diseños vectorizados elaborados en el software CAD e igualmente las impresoras 3D también cuentan con sus propios softwares y éstos permiten importar directamente el modelo tridimensional generado en el software CAD (330ohms, 2017).

Actualmente existen 3 tipos de procesos de fabricación importantes, los cuales se adaptan grandemente a los criterios de la fabricación digital, los procesos son:

- Sistemas de Impresión 3D
- Mecanizado por Arranque de Material
- Corte Láser

SISTEMAS DE IMPRESIÓN 3D

La impresión 3D, es una nueva tecnología de modelado y creación de piezas, que es posible debido a la invención de una serie de “impresoras”. Estos artefactos trabajan con ciertos materiales, mayormente derivados del plástico, cuya misión es superponer capas y capas hasta lograr la forma previamente diseñada.

FDM (Modelado por Deposición Fundida)

Esta técnica es considerada a menudo el método existente más sencillo. La tecnología de modelado por deposición fundida o FDM se basa en 3 elementos principales: una placa/cama de impresión en la que se imprime la pieza, una bobina de filamento que sirve como material de impresión y una cabeza de extrusión también llamada extrusor. En resumen, el filamento es succionado y fundido por el extrusor de la impresora 3D, que deposita el material de forma precisa capa por capa sobre la cama de impresión.

Las impresoras 3D que utilizan la tecnología FDM crean piezas capa por capa de abajo a arriba calentando y extruyendo el filamento termoplástico. El proceso es sencillo:

1. **Procesado previo:** El software de preparación de bandeja lamina y coloca un archivo CAD 3D. A continuación, calcula la trayectoria para extrudir el material termoplástico y cualquier material de soporte necesario.
2. **Producción:** La impresora 3D calienta el material termoplástico hasta que alcanza un estado semilíquido y lo deposita en gotas ultrafinas a lo largo de la trayectoria de

extrusión. En los casos en los que se precisa un soporte o apoyo, la impresora 3D deposita un material eliminable que hace las veces de andamiaje.

3. **Posprocesado:** El usuario retira el material de soporte o lo disuelve en agua y detergente y, a continuación, la pieza ya se puede utilizar (FIA LAB, 2018).

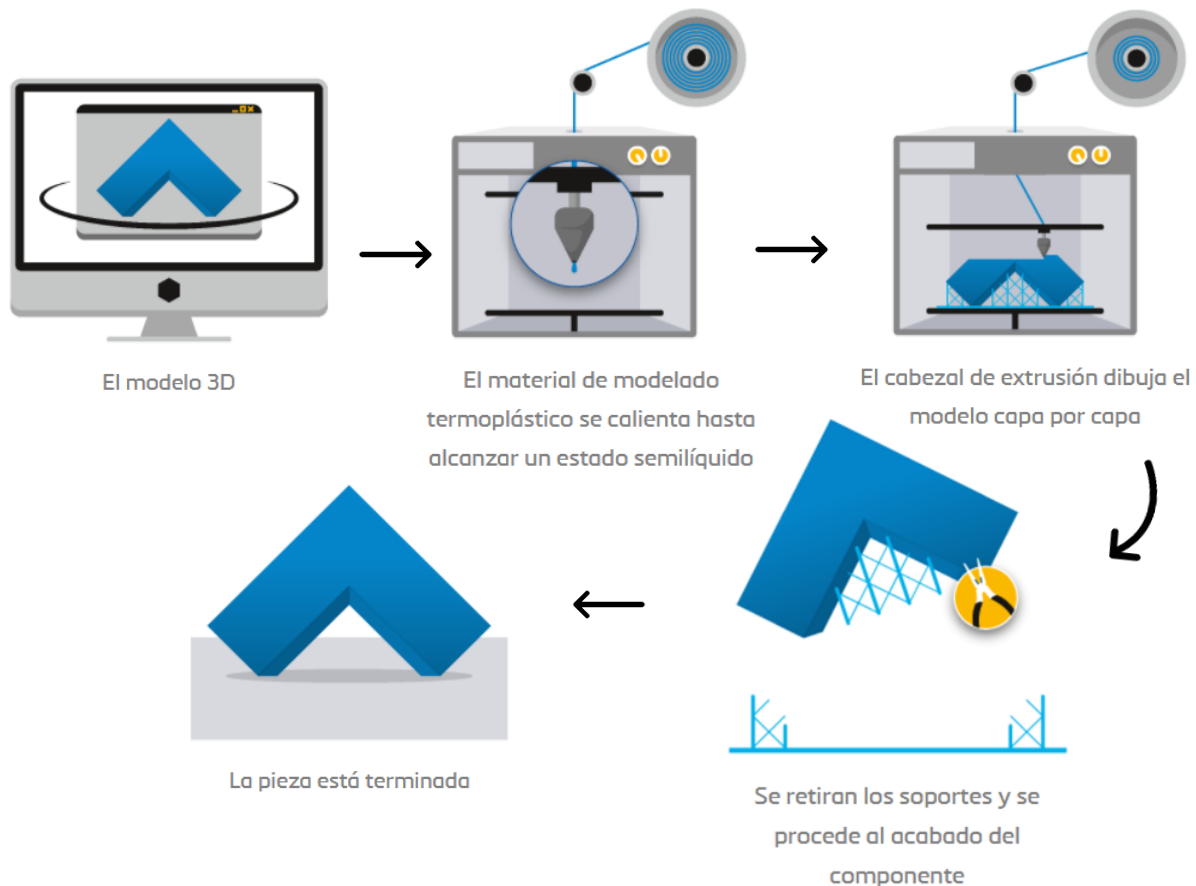


Ilustración 8: Proceso de FDM
Fuente: materialise.com

SLS (Sinterizado Selectivo por Láser)

El sinterizado¹ selectivo por láser (en inglés, Selective laser sintering, o SLS) es una técnica de adición de prototipado rápido en el cual se deposita una capa de polvo, de unas décimas de milímetro, en una cuba que se ha calentado a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente un láser CO₂ sinteriza el polvo en los puntos seleccionados (causando que las partículas se fusionen y solidifiquen).

¹ **Sinterizado:** Es un proceso de fabricación de piezas sólidas moldeadas, consiste en compactar a alta presión varios polvos metálicos y/o cerámicas mezcladas homogéneamente y, una vez compactadas, realizar un tratamiento térmico, a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, obteniéndose una pieza consolidada y compacta.

Es un proceso continuo de gran flexibilidad que permite la conversión de una gran variedad de materiales. Por ejemplo, finos de mineral de hierro, polvos recolectados en filtros y otros materiales que contienen hierro, etc.

Se utiliza para pequeños volúmenes de piezas que requieran ser funcionales.

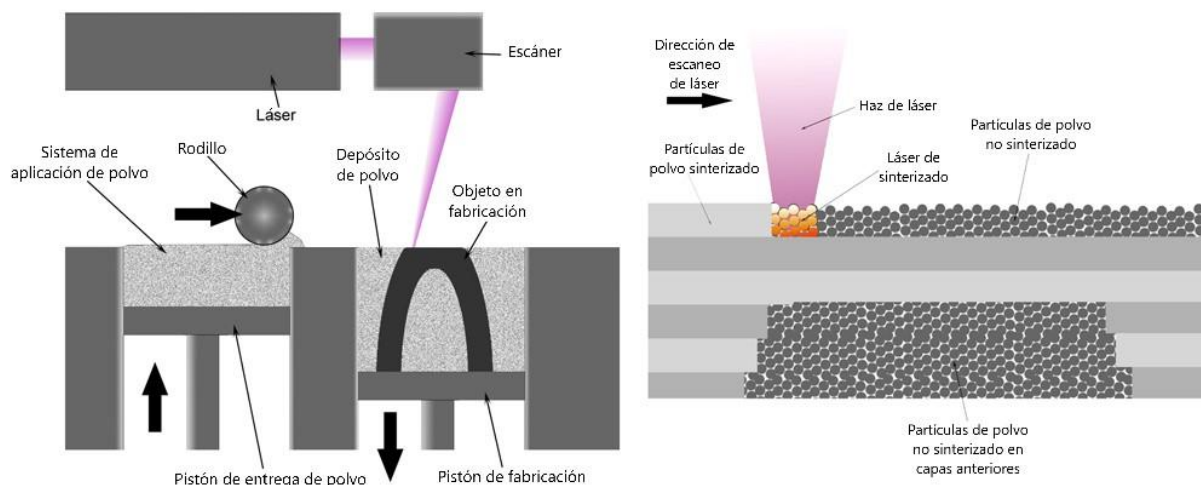


Ilustración 9: Sinterizado Selectivo por Láser

Fuente: livescience.com

La producción de objetos mediante SLS requiere el uso de un láser de alta potencia (por ejemplo, un láser de CO₂) para fundir pequeñas partículas de plástico, metal, cerámica o cristal en una forma tridimensional deseada.

El láser funde de forma selectiva material en forma de polvo en una cubeta mediante el barrido de finas capas transversales que van, así, generando el objeto tridimensional. La información dimensional de la pieza a imprimir proviene de un archivo informático que ha sido generado o previamente escaneado. Una vez que la sección transversal, o capa, se van formando, la cubeta de polvo desciende una distancia equivalente al espesor de la capa formada, y una nueva capa de material base es añadida a la superficie. El proceso es así repetido tantas veces como capas se necesiten fundir hasta crear el objeto tridimensional

Las piezas terminadas tendrán una densidad que depende de la potencia pico del láser más que de su duración, los equipos SLS usan un láser de pulso. El equipo SLS precalienta el material polvo base en la cubeta a una temperatura ligeramente inferior a la de fusión de dicho material. De esta forma hace que la fusión del material por calentamiento sea más sencilla.

SLA (Estereolitografía)

La estereolitografía es un proceso de realización rápida de prototipos que utiliza la estratificación para la construcción de un modelo de diseño. La tecnología utiliza resinas líquidas fotopoliméricas² que se solidifican cuando expuestas a la luz ultravioleta. Un programa informático traduce un modelo CAD 3D en formato electrónico "STL" utilizado por las máquinas estereolitográficas, organizando la información en capas. Un láser de rayo ultravioleta traza cada

² Mezcla de ésteres de ácido metacrílico, ésteres de ácido acrílico, foto iniciador, pigmentos de propiedad y un conjunto de aditivos

sección del modelo CAD sobre la superficie de una cuba de resina fotopolimérica, materializando así el modelo CAD de la parte, capa a capa.

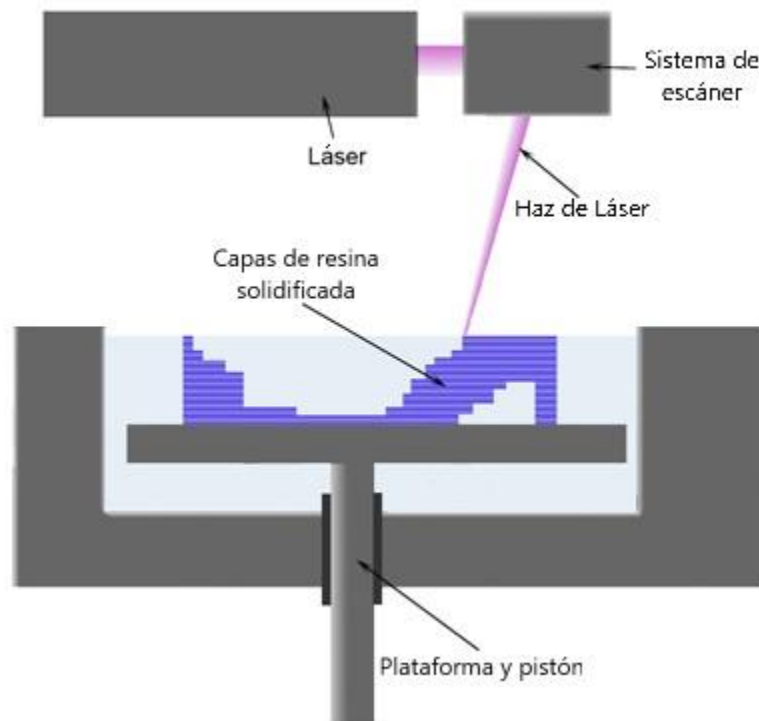


Ilustración 10: Estereolitografía
Fuente: <https://www.tth.com/3d-printing/sla-prototyping/>

MECANIZADO POR ARRANQUE DE MATERIAL

A grandes rasgos, el mecanizado CNC permite hacer prácticamente todo lo que antes se hacía de manera manual: colocar de la broca en el eje, activarlo, colocar la pieza a mecanizar en la máquina, mecanizarla y apagar el eje. Una vez se configura la máquina herramienta por CNC y se pone a funcionar, requiere de poca intervención de los operarios. Incluso se puede automatizar el proceso de carga de las piezas.

Cualquier máquina herramienta de mecanizado CNC permite programar dos o más direcciones de movimiento (ejes, que pueden ser lineales -a lo largo de una línea recta- o giratorios -a lo largo de una trayectoria circular-). Los nombres de ejes lineales comunes son X, Y y Z. Los nombres de ejes rotatorios comunes son A, B y C. Cuantos más ejes tiene la máquina, más compleja es. En el taladrado, los tres ejes lineales posicionarían la herramienta sobre el orificio a mecanizar en la pieza en los ejes X e Y y mecanizarían el orificio con el tercer eje Z.

A pesar de que la función fundamental que tienen todas las máquinas de mecanizado CNC es controlar el movimiento de acuerdo con ejes, lo que realmente da el valor a cada máquina no es mover la pieza en dos o más ejes, sino los accesorios programables que lleva, que les hacen multiplicar sus funciones (Planes, 2017).

G. APLICACIONES INDUSTRIALES

1. PROTOTIPADO RAPIDO

El prototipado rápido es un proceso mediante el cual creamos objetos con características similares a otros (forma, resistencia mecánica, color) para poder testear nuestro producto antes de sacarlo al mercado de forma fácil y barata.

Su uso suele ser industrial y antes de hacer varias tiradas de productos. Crear un prototipo, por ejemplo, de una pieza metálica para que encaje en un utillaje suele costar unos cientos de euros y horas en el taller. Con el prototipado 3D podemos tener nuestro prototipo listo el mismo día y a menos de la mitad de precio.

Sus aplicaciones son diversas, desde prótesis en medicina o el sector dental, piezas de grande tirada de coches, producción de objetos para marketing o incluso para la fabricación y testeo de piezas en el sector aeroespacial.

Lo mejor de todo es que hoy en día existen tecnologías de fabricación flexible que aúnan el prototipado rápido y las series cortas. Es decir, que usando algunas de las técnicas de las que vamos a hablar en este artículo podrás producir desde el primer prototipo 3D a las primeras tiradas de testeo, producción y comercialización de tu producto. Eligiendo bien las tecnologías de fabricación y el con un diseño 3D de producto adaptado puedes saltarte el costoso paso de prototipado a producción.



Ilustración 11: Fabricación de prototipos de moldes

H. PRINCIPALES PROCESOS DE FABRICACIÓN EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA

Los plásticos pueden conformarse en una variedad amplia de productos, tales como piezas moldeadas, secciones extruidas, películas y hojas, recubrimientos para aislar alambres eléctricos y fibras para textiles. Además, es frecuente que los plásticos sean el ingrediente principal de otros materiales, como pinturas y barnices, adhesivos y varios compuestos de matriz de polímero.

La relevancia comercial y tecnológica de estos procesos para dar forma se deriva de la creciente importancia de los materiales que se procesan. Durante los últimos 50 años, las aplicaciones de los plásticos se han incrementado a una tasa mucho más rápida que la de los metales o los cerámicos. La realidad es que muchas piezas que antes se hacían de metales, hoy se elaboran con plásticos y compuestos de plástico. Lo mismo ha ocurrido con el vidrio; los contenedores de plástico han sustituido ampliamente a las botellas de vidrio y jarras en el empaque de productos. El volumen total de los polímeros (plásticos y cauchos) excede hoy día el de los metales. Es posible identificar varias razones por las que los procesos para dar forma a los plásticos son importantes:

- La variedad de los procesos de formado y la facilidad con que se procesan los polímeros permiten una diversidad casi ilimitada de formas geométricas de las piezas por formar.
- Muchas piezas de plástico se forman por moldeo, que es un proceso de forma neta; por lo general no se necesita una conformación adicional.
- Aunque generalmente se requiere calentamiento para conformar los plásticos, se necesita menos energía que para los metales porque las temperaturas de procesamiento son mucho menores.
- Debido a que en el procesamiento se emplean temperaturas menores, el manejo del producto se simplifica durante la producción.
- Debido a que muchos métodos para procesar plástico son operaciones de un solo paso (por ejemplo, moldeo), la cantidad de manejo del producto que se requiere se reduce de manera sustancial en comparación con los metales.
- No se requiere dar a los plásticos acabados con pintura o recubrimientos (excepto en circunstancias inusuales). (Groover, 2007)

1. EXTRUSIÓN

La extrusión es uno de los procesos fundamentales para dar forma a los metales y cerámicos, así como a los polímeros. La extrusión es un proceso de compresión en el que se fuerza al material a fluir a través de un orificio practicado en un troquel a fin de obtener un producto largo y continuo, cuya sección transversal adquiere la forma determinada por la del orificio. Como proceso para dar forma a polímeros, se emplea mucho para termoplásticos y elastómeros para producir en masa artículos tales como tubería, ductos, mangueras y formas estructurales (tales como molduras para ventanas y puertas), hojas y película, filamentos continuos, así como recubrimientos para alambres y cables eléctricos. Para estos tipos de productos, la extrusión se lleva a cabo como proceso continuo; el extruido (producto extruido) se corta después con las longitudes deseadas.

En la extrusión de polímeros, se alimenta material en forma de pellets o polvo hacia dentro de un barril de extrusión, donde se calienta y funde y se le fuerza para que fluya a través de la abertura de un troquel por medio de un tornillo rotatorio. Los dos componentes principales del extrusor son el barril y el tornillo. El troquel no es un componente del extrusor; es una herramienta especial que debe fabricarse para el perfil particular que se va a producir.

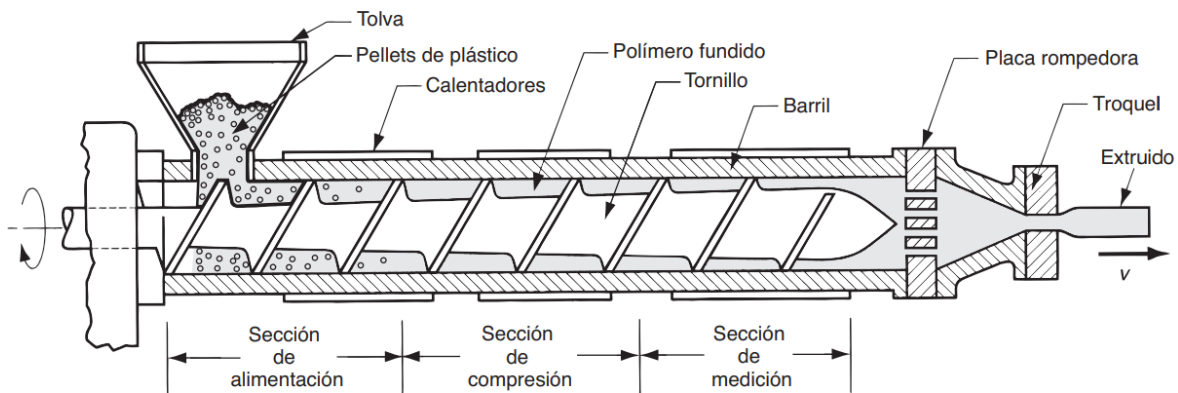


Ilustración 12: Extrusión de plásticos

En el extremo del barril opuesto al troquel se localiza una tolva que contiene el material que se alimenta. Los pellets se alimentan por gravedad al tornillo rotatorio, cuya rosca mueve al material a lo largo del barril. Se utilizan calentadores eléctricos para fundir al inicio los pellets sólidos; después, la mezcla y el trabajo mecánico del material generará calor adicional, lo que mantiene fundido al material. En ciertos casos, se suministra calor suficiente a través de la mezcla y acción cortante de modo que no se requiere calor externo. En realidad, en ciertos casos el barril debe enfriarse desde el exterior a fin de impedir el sobrecalentamiento del polímero. El material se hace avanzar a lo largo del barril hacia la abertura del troquel, por medio de la acción del tornillo extrusor, que gira a unas 60 rev/min. El tornillo tiene varias funciones y se divide en secciones que son:

- **Sección de alimentación:** En la que el material se mueve del puerto de la tolva y recibe precalentamiento.
- **Sección de compresión:** En la que el polímero se transforma para adquirir consistencia líquida, se extrae del fundido el aire atrapado entre los pellets y se comprime el material.
- **Sección de medición:** En la que se homogeniza al fundido y se genera presión suficiente para bombearlo a través de la abertura del troquel.

2. PRODUCCIÓN DE HOJAS Y PELÍCULAS

Las hojas (láminas) y películas de termoplástico se producen por medio de varios procesos; los más importantes son dos métodos que se basan en la extrusión. El término hoja se refiere a material cuyo espesor es de 0.5 mm (0.020 in) de alrededor de 12.5 mm (0.5 in), y se usa para productos como recubrimientos para ventanas y materiales para termoformados. El término película se refiere a espesores por debajo de 0.5 mm (0.020 in). Las películas delgadas se usan para empacar (material para envolver productos) bolsas para abarrotos y basura); las aplicaciones de película más gruesa incluyen cubiertas y forros (cubiertas para albercas y para canales de irrigación).

Extrusión de hoja y película con troquel de rendija: Se producen hojas y películas de espesores diversos por medio de extrusión convencional, con el uso de una rendija angosta como abertura del troquel. Ésta puede medir hasta 3 m (10 ft) de ancho y ser tan angosta como 0.4 mm (0.015 in). Éste incluye un colector que distribuye el polímero en forma lateral antes de que fluya a través de la rendija (el orificio del troquel). Una de las dificultades de este método de

extrusión es la uniformidad del espesor a todo lo ancho del material. Esto se debe al cambio drástico de forma que experimenta el polímero fundido durante su flujo a través del troquel, y a las variaciones de la temperatura y presión en éste. Por lo general, las aristas de la película deben recortarse debido al engrosamiento que ahí ocurre. Para ayudar a compensar estas variaciones, los troqueles incluyen bordes ajustables que permiten que el ancho de la rendija se modifique.

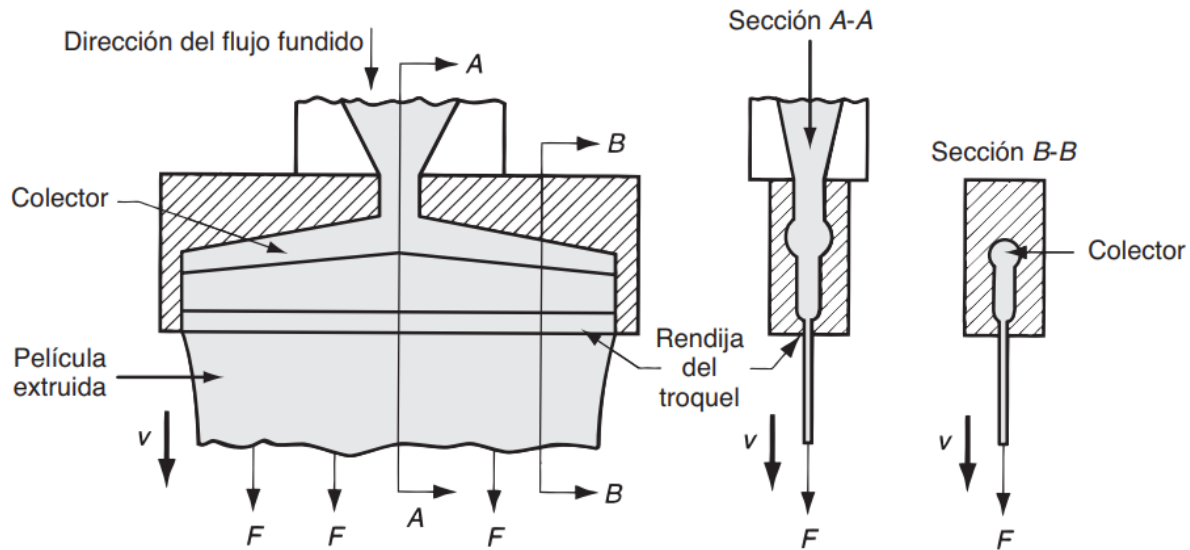


Ilustración 13: Troquel para extrusión de hojas y películas

3. PRODUCCIÓN DE FIBRAS Y FILAMENTOS

La aplicación más importante de las fibras y filamentos se da en los textiles. Su uso como materiales de refuerzo de los plásticos (compuestos) es una aplicación que va en aumento, pero aún es pequeña en comparación con los textiles. Una fibra se define como una banda larga y delgada de material cuya longitud es al menos 100 veces mayor que la dimensión de su sección transversal. Un filamento es una fibra de longitud continua. Las fibras son naturales o sintéticas. Las sintéticas constituyen alrededor de 75% del mercado de fibras actual, de las que el poliéster es la más importante, seguido por nylon, acrílico y rayón. Las fibras naturales constituyen cerca de 25% del total producido, con el algodón en el lugar más importante, por mucho (la producción de lana es significativamente menor que la de algodón).

El término hilado agrupa los métodos que se emplean para obtener y tejer las fibras naturales en hilos o hebras. En la producción de fibras sintéticas, el término se refiere al proceso de extruir un polímero fundido o solución a través de una hilera (troquel con muchos agujeros pequeños) para hacer los filamentos, los que luego se extraen y enrollan en una bobina. Hay tres principales variantes en la torsión de fibras sintéticas, dependiendo del polímero que se procese: 1) hilado fundido, 2) hilado seco y 3) hilado húmedo.

El **hilado fundido** se emplea cuando el polímero de inicio se procesa mejor si se calienta hasta fundirlo y se bombea a través de la hilera, en forma muy parecida a la extrusión convencional. Una hilera común mide 6 mm (0.25 in) de espesor y contiene aproximadamente 50 agujeros con diámetro de 0.25 mm (0.010 in); los agujeros están abocardados³, de modo que la abertura

³ **Abocardar:** Hacer la boca de un tubo o un agujero más ancha

resultante tiene una razón L/D de sólo 5/1 o menos. Los filamentos que salen del troquel se jalan y en forma simultánea se enfrían con aire antes de ponerlos juntos y enrollarlos en la bobina. Mientras el polímero aún se encuentra fundido, tiene lugar una extensión y adelgazamiento significativos del filamento, de modo que el diámetro final del que se enrolla en la bobina puede ser de sólo 1/10 del tamaño que se extruye. El hilado fundido se utiliza para el poliéster y naylor; toda vez que éstas son las fibras sintéticas más importantes; el hilado fundido es el más importante de los tres procesos para elaborar fibras sintéticas. En el **hilado seco**, el polímero de inicio está en solución, y el solvente se separa por evaporación. El extruido se jala a través de una cámara caliente que elimina el solvente; por otro lado, la secuencia es similar a la anterior. Las fibras de acetato de celulosa y acrílico se producen con este proceso. En el **hilado húmedo**, el polímero también está en solución, sólo que el solvente no es volátil. Para separar al polímero, debe pasarse al extruido a través de un producto químico líquido que coagula o precipita al polímero en bandas coherentes que luego se colocan en bobinas. Este método se emplea para producir rayón (fibras de celulosa regeneradas).

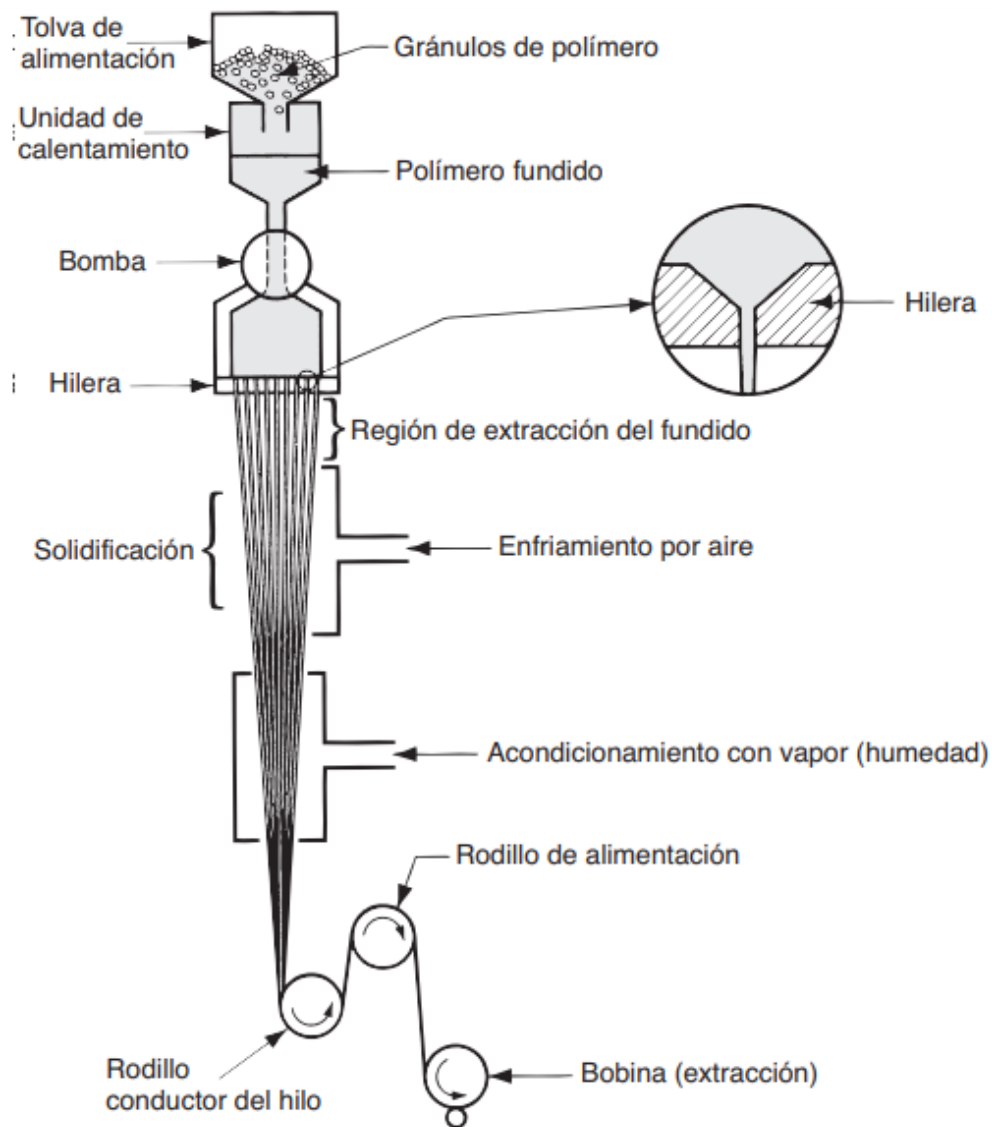


Ilustración 14: Hilado fundido de filamentos continuos

4. PROCESO DE RECUBRIMIENTO

El recubrimiento con plástico (o caucho) involucra la aplicación de una capa del polímero dado sobre un material que es el sustrato. Se observan tres categorías: 1) recubrimiento de alambre y cable; 2) recubrimiento plano, que involucra recubrir una película plana; y 3) recubrimiento de contorno, que cubre un objeto tridimensional.

El **recubrimiento plano** se emplea para cubrir telas, papel, tableros y hojas de metal; estos artículos son productos principales para ciertos plásticos. Los polímeros importantes incluyen polietileno y polipropileno, con aplicaciones menores para el nylon, PVC y poliéster. En la mayoría de casos, el recubrimiento mide sólo de 0.01 a 0.05 mm (0.0005 a 0.002 in) de espesor.

El **recubrimiento de contorno** de objetos tridimensionales se lleva a cabo por inmersión o rociado. La inmersión consiste en sumergir el objeto en un baño apropiado de polímero o solución fundidos, seguido de enfriamiento o secado.

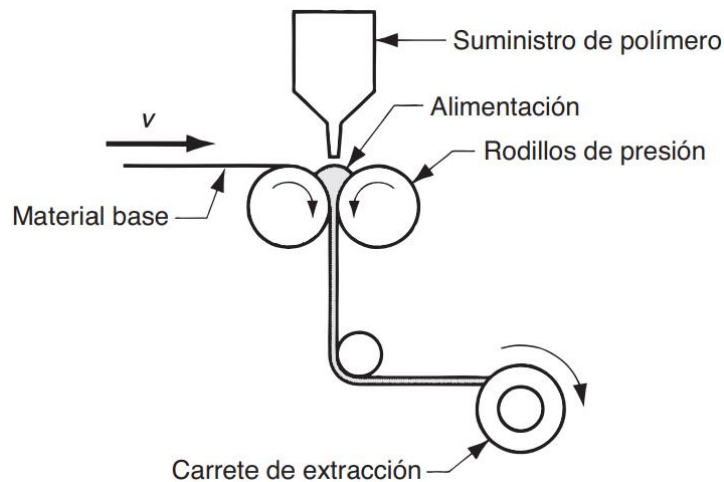


Ilustración 15: Proceso de recubrimiento plano

5. MOLDEO POR INYECCIÓN

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma es idéntica a la de la pieza que se desea obtener y para su tamaño se aplica un factor de contracción el cual se agrega en las medidas de la cavidad para que al enfriarse la pieza moldeada se logren las dimensiones deseadas. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

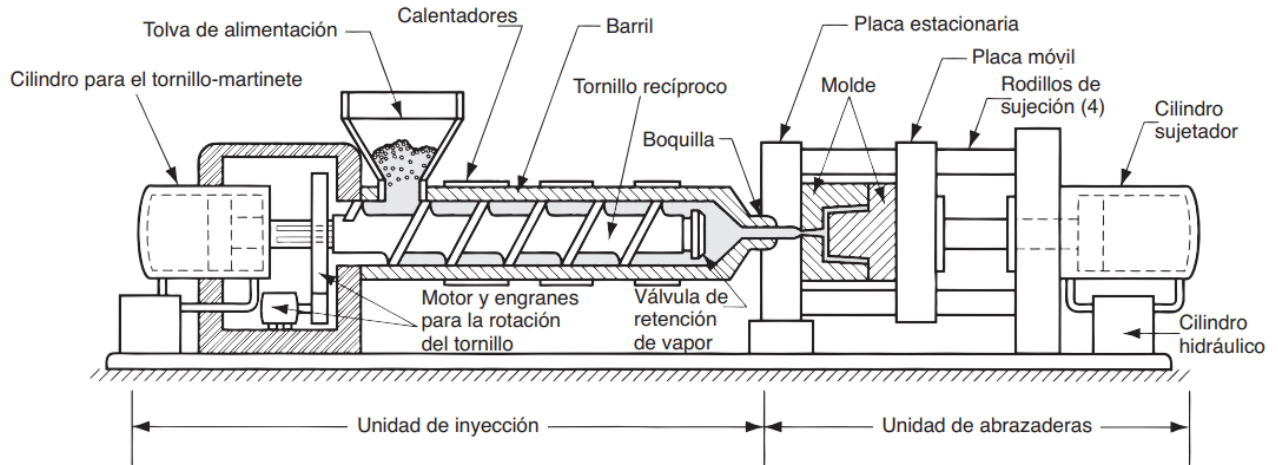


Ilustración 16: Unidad de moldeo por inyección

El ciclo para el moldeo por inyección de un polímero termoplástico procede en la siguiente secuencia. La acción comienza con el molde abierto y la máquina lista para comenzar un nuevo moldeo: 1) el molde se cierra y se sujeta. 2) Se inyecta un disparo de fundido a alta presión hacia la cavidad del molde, el cual se ha puesto a la temperatura y viscosidad correctas por medio de calor y trabajo mecánico del tornillo. El plástico se enfría y comienza a solidificarse cuando se encuentra con la superficie fría del molde. Se mantiene la presión del martinete a fin de comprimir más fundido en la cavidad para compensar la contracción durante el enfriamiento. 3) El tornillo gira y se retrae con la válvula de retención de vapor abierta para permitir que polímero nuevo fluya hacia la parte delantera del barril. Entre tanto, el polímero en el molde se ha solidificado por completo. 4) El molde se abre, y la pieza se expulsa y retira.

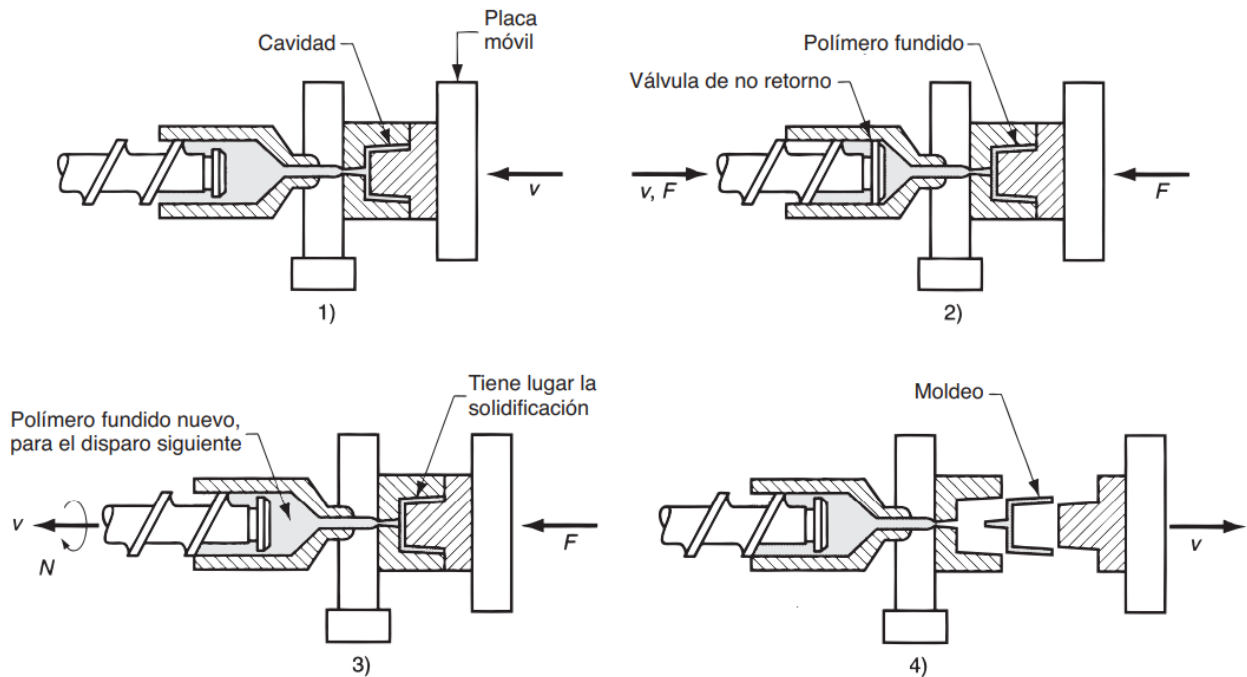


Ilustración 17: Ciclo de moldeo por inyección

A) EL MOLDE

Es la herramienta especial en el moldeo por inyección; está diseñado sobre medida y se fabrica para la pieza específica que se ha de producir. Cuando termina la corrida de producción de esa pieza, el molde se reemplaza por otro para la pieza siguiente.

Molde de dos placas: Consiste en dos mitades unidas a las dos placas de la unidad de abrazaderas de la máquina moldeadora. Cuando la unidad de abrazaderas se abre, también lo hacen las dos mitades del molde. El rasgo más notorio del molde es la cavidad, que por lo general se forma con la extracción de metal de las superficies que se corresponden de las dos mitades. Los moldes pueden tener una cavidad o varias, a fin de producir más de una pieza en un solo disparo. Las superficies de separación son aquéllas donde el molde se abre para retirar la(s) pieza(s). Además de la cavidad, hay otros rasgos del molde que desempeñan funciones indispensables durante el ciclo del moldeo. Un molde debe tener canal de distribución por el que fluya el polímero fundido, de la boquilla del barril de inyección a la cavidad del molde. El canal distribuidor consiste en 1) un **bebedero**, que va de la boquilla al molde; 2) **vaciadores**, que van de la toma a la cavidad (o cavidades); y 3) **puertas**, que restringen el flujo del plástico hacia la cavidad. Hay una o más puertas para cada cavidad del molde.

Es necesario un sistema de eyección para expulsar la pieza moldeada de la cavidad en el extremo del ciclo de moldeo. Por lo general, son los pasadores eyectores construidos en la mitad móvil del molde los que llevan a cabo esta función. La cavidad está dividida entre las dos mitades del molde de tal forma que la contracción natural del moldeo ocasiona que la pieza se adhiera a la mitad móvil. Cuando el molde se abre, los pasadores eyectores empujan la pieza fuera de la cavidad del molde.

Se requiere un sistema de enfriamiento para el molde. Éste consiste en una bomba externa conectada a pasajes en el molde, a través de los cuales circula agua para eliminar calor del plástico caliente.

Debe evacuarse aire de la cavidad del molde conforme el polímero avanza. A través de los claros pequeños de los pasadores eyectores del molde pasa gran cantidad de aire. Además, es frecuente que se maquinen conductos de aire estrechos en la superficie de separación; de alrededor de 0.03 mm (0.001 in) de profundidad y 12 a 25 mm (0.5 a 1.0 in) de ancho, estos canales permiten que el aire escape hacia el exterior, pero son demasiado pequeños para que el polímero fundido viscoso fluya a través de ellos.

En resumen, un molde consiste en 1) una o más cavidades que determinan la forma de la pieza, 2) canales de distribución a través de los cuales el polímero fundido fluye a las cavidades, 3) un sistema de eyección para la remoción de la pieza, 4) un sistema de enfriamiento y 5) conductos para permitir la evacuación del aire de las cavidades.

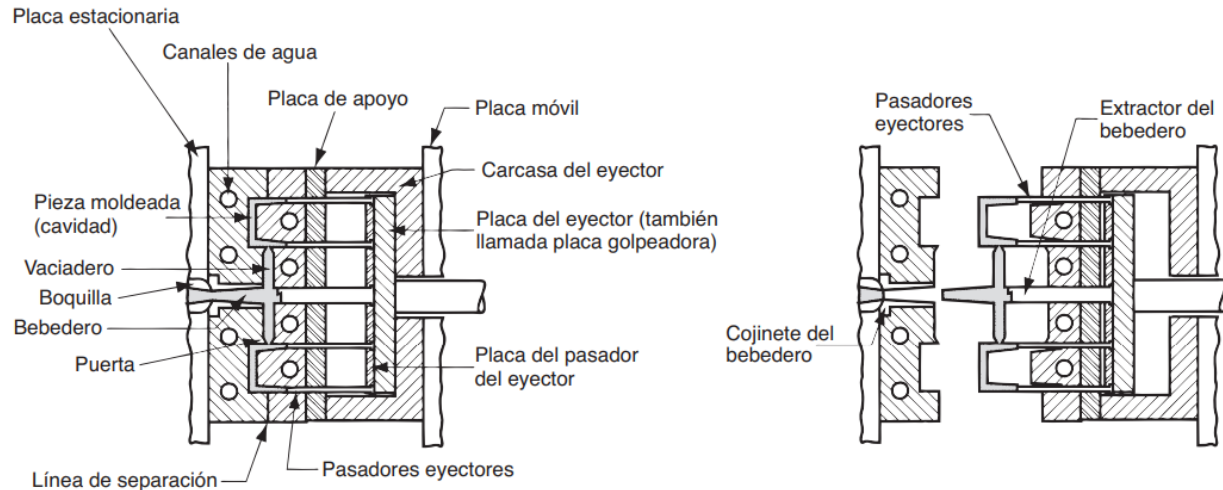


Ilustración 18: Detalle de un molde de dos placas

B) DEFECTOS EN EL MOLDEO POR INYECCIÓN

El moldeo por inyección es un proceso complicado, y son muchas las cosas que pueden salir mal. A continuación, se mencionan defectos comunes de las piezas moldeadas por inyección:

- **Disparos cortos:** Igual que en el fundido, un disparo corto es un moldeo que se solidifica antes de que la cavidad se llene por completo. El defecto se corrige si se incrementa la temperatura y/o la presión. El defecto también surge por el uso de una máquina con capacidad de disparo insuficiente, caso en el que es necesario un aparato más grande.
- **Rebabas:** Las salpicaduras ocurren cuando el polímero fundido se escurre por la superficie de separación, entre las placas del molde; también sucede alrededor de los pasadores de inyección. Por lo general, el defecto lo ocasionan 1) conductos y claros demasiado grandes en el molde, 2) presión de inyección demasiado alta en comparación con la fuerza de sujeción, 3) temperatura de fusión demasiado elevada o 4) tamaño excesivo del disparo.
- **Marcas de hundimiento y vacíos:** Éstos son defectos que por lo general se relacionan con secciones moldeadas gruesas. Una marca de hundimiento ocurre cuando la superficie exterior del molde se solidifica, pero la contracción del material del interior hace que la capa se reduzca por debajo del perfil que se planeaba. Un vacío es ocasionado por el mismo fenómeno básico; sin embargo, el material de la superficie conserva su forma y la contracción se manifiesta como un vacío interno debido a fuerzas de tensión grandes sobre el polímero que aún está fundido. Estos defectos se eliminan con el incremento de la presión de compactación posterior a la inyección. Una mejor solución consiste en diseñar la pieza para tener espesor uniforme de la sección, y utilizar secciones más delgadas.
- **Líneas de soldadura:** Las líneas de soldadura ocurren cuando el polímero fundido fluye alrededor de un núcleo o de otro detalle convexo en la cavidad del molde, y se encuentra desde direcciones opuestas; la frontera así formada se denomina línea de soldadura, y tiene propiedades mecánicas inferiores a las del resto de la pieza. Las formas de eliminar este defecto son las temperaturas de fundición más altas, presiones de inyección mayores, ubicaciones alternativas de la puerta de la pieza y mejores conductos.

6. MOLDEO POR SOPLADO

El moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma.

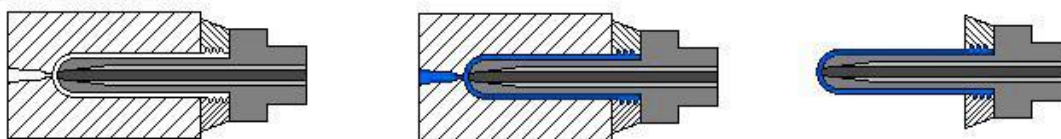
Este proceso se utiliza habitualmente para envases y contenedores, como botellas, garrafas sin asa, garrafas con asa hueca, bidones, etc. También pueden fabricarse piezas relativamente grandes, como toboganes o tanques de grandes dimensiones, sin embargo, si el número de piezas no es muy elevado empieza a ser recomendable el moldeo rotacional, pues la inversión a realizar es bastante menor.

A) VARIANTES DEL PROCESO

MOLDEO POR INYECCIÓN-SOPLADO

El moldeo por inyección-soplado consiste en la obtención de una preforma del polímero a procesar, similar a un tubo de ensayo, la cual posteriormente se calienta y se introduce en el molde que alberga la geometría deseada, en ocasiones se hace un estiramiento de la preforma inyectada, después se inyecta aire, con lo que se consigue la expansión del material y la forma final de la pieza y por último se procede a su extracción. En muchas ocasiones es necesario modificar el espesor de la preforma, ya sea para conseguir una pieza con diferentes espesores o para lograr un espesor uniforme en toda la pieza, pues en la fase de soplado no se deforman por igual todas las zonas del material. La ventaja de usar preformas consiste en que estas se pueden inyectar y almacenar, producir diferentes colores y tamaños, los cuales pueden hacerse en lugares distintos a donde se realizará el soplado. Las preformas son estables y pueden ser sopladas a velocidad alta según la demanda requerida.

Inyección de la preforma



Soplado de la preforma

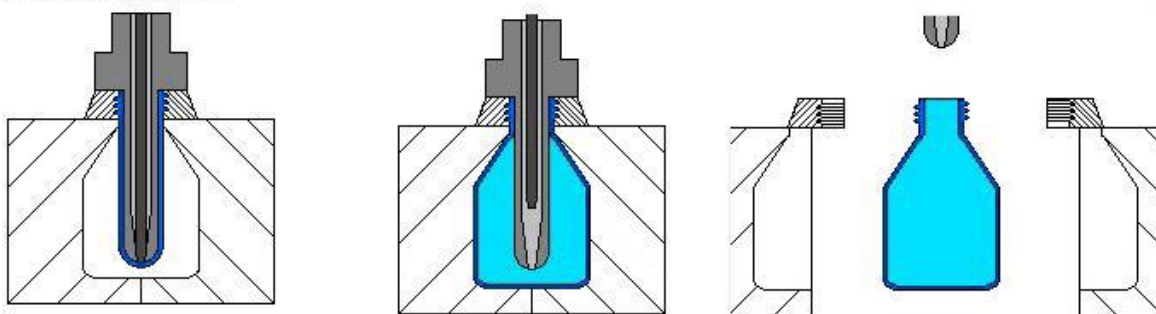


Ilustración 19: Proceso de moldeo por inyección-soplado

MOLDEO POR EXTRUSIÓN-SOPLADO

El moldeo por extrusión soplado es un proceso de soplado en el que la preforma es una manga tubular, conformada por extrusión, llamada párison, el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza se procede con termoplasticos.

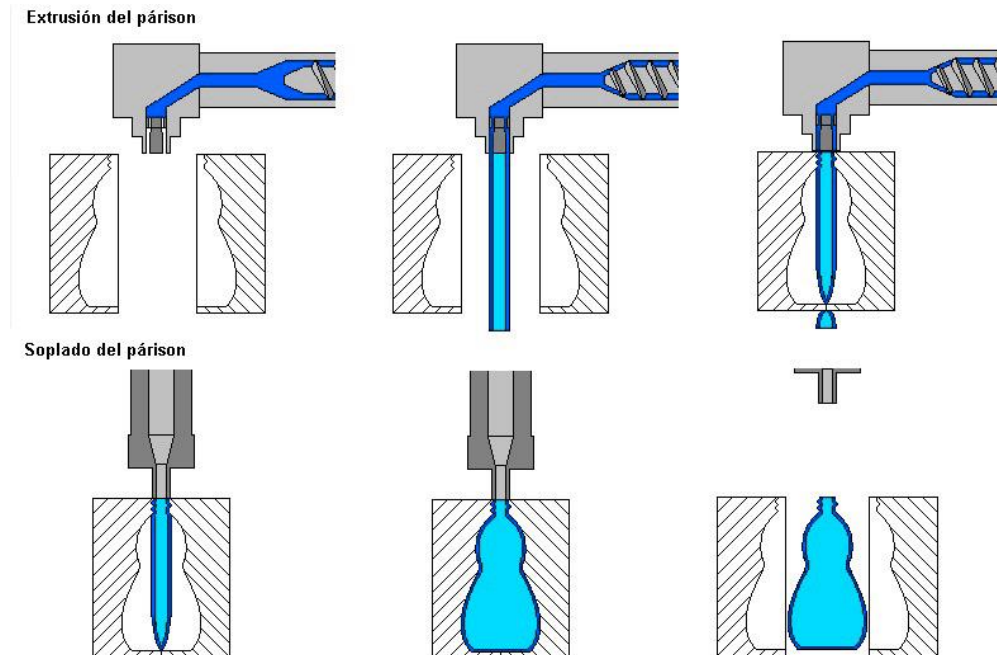


Ilustración 20: Proceso de moldeo por extrusión-soplado

7. FLEXOGRAFÍA

La impresión flexográfica es un método que utiliza una plancha en relieve flexible para imprimir sobre el sustrato, el cual puede ser de un material de pasta de madera, sintético o laminado. Estos sustratos pueden ser:

- Películas plásticas de poliéster, OPP, nailon, metalizados, PE, PP entre otras muchas ...
- Papeles
- Cartón
- Textiles no tejidos
- Cartón para cajas estucado o no estucado

Las máquinas de flexografía actuales utilizan planchas de impresión de fotopolímero que contienen una imagen en relieve de la impresión requerida. Se aplica tinta a las áreas elevadas de la plancha mediante un rodillo de anilox y a continuación se transfiere al sustrato.

En una máquina de flexografía moderna, cada unidad de impresión está formada por:

- **Rodillo de anilox:** un cilindro de metal y o cerámica de muy alta precisión que se graba mediante láser con miniceldas de un ángulo, tramado de línea y volumen determinados para ofrecer la exactitud requerida para la impresión.
- **Sistema de rasqueta con cámara:** un dispositivo que suministra una cantidad medida de tinta en las celdas del rodillo de anilox.

- **Cilindro portaplancha:** sobre el cual se monta la plancha de impresión.
- **Cilindro de impresión:** una manga en la que se apoya el sustrato a medida que la plancha de impresión lo presiona.
- **Sistema de entintado:** el depósito que guarda la tinta, la bomba de tinta y las líneas de retorno de tinta además de otros elementos para garantizar el mantenimiento del suministro y la viscosidad de la tinta.

Entre las unidades de impresión pueden instalarse secadores, de forma que los colores siguientes puedan aplicarse al sustrato sin mezclarse con los impresos anteriormente. Estos secadores pueden utilizar aire caliente, (infrarrojos o) luz ultravioleta o infrarroja, en función de la aplicación.

Durante el proceso de impresión, se bombea la tinta al interior de la cámara de tinta del sistema de rasquetas. Dos cuchillas situadas dentro de la cámara de tinta, la cuchilla de barrera y la rasqueta, sellan ambos extremos y confinan la tinta en la cámara mientras está en contacto con el rodillo de anilox.

A medida que el rodillo de anilox gira, las celdas en contacto con el sistema de rasquetas recogen la tinta y a continuación, cualquier exceso de la superficie se elimina cuando el rodillo pasa por debajo de la rasqueta. Cuando el anilox gira, su superficie entra en contacto con las áreas elevadas de las planchas de impresión montadas sobre el cilindro portaplancha, transfiriendo así la tinta. A continuación, la plancha de impresión gira y transfiere la imagen al sustrato.

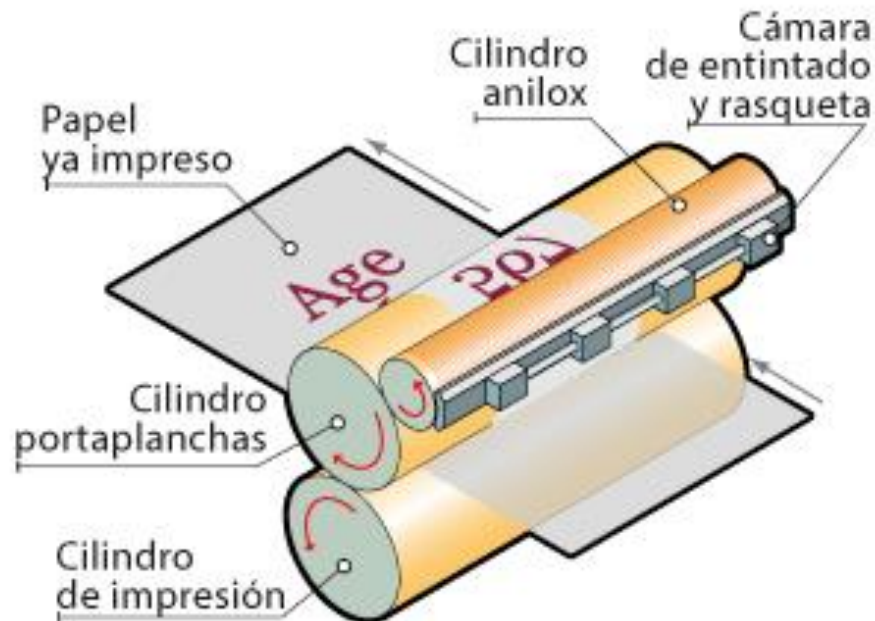


Ilustración 21: Proceso de flexografía

8. ROTOGRAFADO

Es un sistema de impresión dedicado al mercado editorial y de embalajes flexibles y cartonados que utiliza un cilindro de huecograbado (bajo relieve) y tinta líquida de secado rápido.

A) PROCESO

La matriz impresora típica del huecograbado es el cilindro de impresión, que consta básicamente de un cilindro de hierro, una capa de cobre sobre la que se grabará el motivo a ser impreso, y una capa de cromo que permite una mayor resistencia o dureza durante el proceso de impresión (la capa de cobre es muy frágil y se rompería con gran facilidad durante el proceso).

Los procedimientos de grabado en hueco se clasifican, según el método de actuación del grabador sobre la plancha, en procedimientos de grabado directo, en los que la imagen sobre la plancha se consigue realizando incisiones sobre el metal con diferentes materiales (al buril, punta seca y media tinta), y procedimientos de método indirecto (aguafuerte, aguainta, barniz blando, tinta china con azúcar), en los que se utilizan productos químicos, generalmente ácidos, para marcar la plancha.

El sistema de grabado (denominando grabado a la incisión de pequeñas oquedades, encargadas de transferir la tinta en la capa de cobre) más extendido actualmente es una cabeza de diamante, dirigida desde un ordenador, que se encarga de grabar la figura que se transferirá posteriormente al impreso mediante repetidos golpes. Cada cilindro tiene diferencias en su grabado que dependen del color y de la imagen que debe transferir. Estas diferencias se ven reflejadas por la lineatura, el ángulo de grabado de la trama y el porcentaje de puntos.

La prensa rotativa imprime directamente a partir de un cilindro de cobre tratado con ácido y que utiliza una tinta al agua de secado rápido. A medida que gira el cilindro pasa a través de un baño de tinta y es raspado posteriormente por un fleje de acero llamado racleta, dejando de esta forma la tinta sólo en los pozos del área con imágenes. De este modo la tinta es absorbida por la superficie del papel cuando entra en contacto con la placa.

B) APLICACIÓN DE LA TINTA

Un original, para ser impreso, se descompone en los cuatro colores: cian, magenta, amarillo y negro. Para cada uno de los colores se utiliza un cilindro de impresión, encargado de transferir al soporte la tinta correspondiente. La suma de cada uno de los colores da como resultado final la imagen del original.

Una estación de fotograbado puede utilizar tantos cilindros como se requiera (adicional a los colores primarios) dependiendo la complejidad de la imagen a imprimirse o en el caso de colores o tonos muy específicos.

La tinta es transferida al soporte impreso en el proceso de pasaje entre el cilindro de impresión y el cilindro de contrapresión. Para ello, el cilindro de impresión se sumerge rotando en el tintero. Esta tinta penetra en los alvéolos del cilindro de impresión, el excedente de tinta es barrido por una racla (fleje de acero) y cuando el papel pasa a través de este cilindro y el de contrapresión, la tinta es transferida al soporte.

El soporte pasa inmediatamente por un túnel de secado, donde se inyecta aire caliente a presión, que evapora los solventes contenidos en la tinta dejando un residuo que se compone básicamente de una resina, encargada de fijar los pigmentos al soporte y que dan color al impreso y otros aditivos como plastificantes y endurecedores.

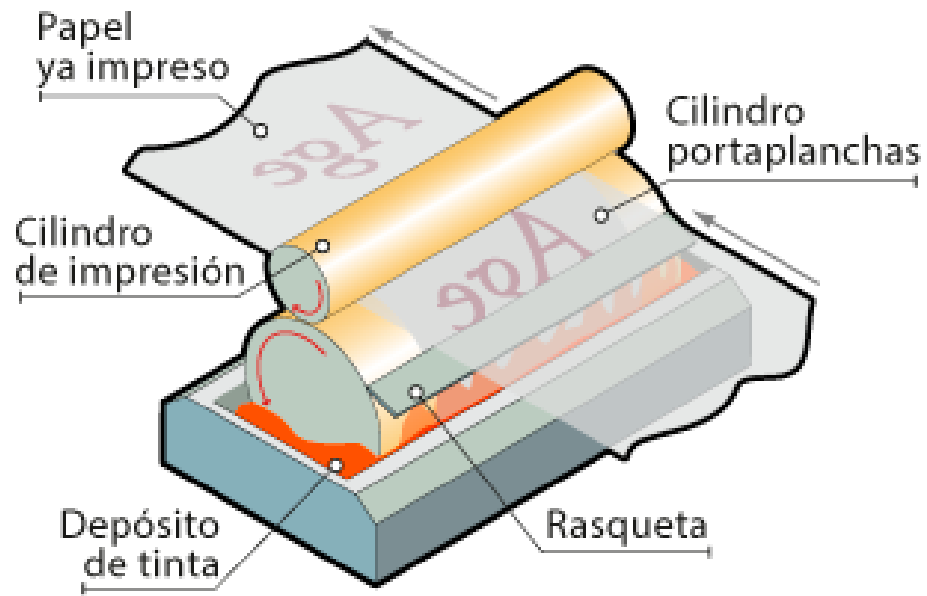


Ilustración 22: Proceso de rotograbado

II. MARCO HISTÓRICO

A. HISTORIA DE LA INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0 fue presentada inicialmente durante la Feria de Hannover⁴ en 2011; más adelante fue anunciada oficialmente en 2013 como una iniciativa estratégica alemana para tomar un rol pionero en las industrias que estaban revolucionando el sector manufacturero en ese entonces (Li Da Xu, 2018). También llamada como la Cuarta Revolución Industrial, representa la tendencia actual de la automatización de las tecnologías en la industria manufacturera.

Para comprender en mejor medida el progreso de la industria se enumeran los principales eventos o tecnologías que representaron el desarrollo de cada una de las generaciones de la revolución industrial.

- La Primera Revolución Industrial comenzó a fines del siglo dieciocho y principios del diecinueve, que estuvo representada por la introducción de sistemas de fabricación mecánica que utilizan agua y vapor.
- La Segunda Revolución Industrial comenzó a fines del siglo XIX, simbolizada por la producción en masa a través del uso de energía eléctrica.
- La Tercera Revolución Industrial comenzó a mediados del siglo XX e introdujo la automatización y la tecnología microelectrónica en la fabricación. Estos avances en las tecnologías de fabricación estaban estrechamente relacionados con las TIC. La Tercera Revolución Industrial, el avance de las TIC fue el núcleo de cada cambio importante de los parámetros de manufactura. Por ejemplo, la adopción generalizada de control numérico por computadora (CNC) y robots industriales hizo posible, sistemas de fabricación flexibles (FMS); las tecnologías para el diseño asistido por computadora (CAD), la fabricación asistida por computadora (CAM) y la planificación del procesamiento asistido por computadora (CAPP) hicieron posible la fabricación integrada por computadora.
- La Cuarta Revolución Industrial está representada principalmente por CPS⁵, IoT y cloud computing. Si bien la Tercera Revolución Industrial también se centró en la automatización de máquinas y procesos, la Industria 4.0 se centra más en la digitalización de extremo a extremo y la integración de los ecosistemas industriales digitales mediante la búsqueda de soluciones completamente integradas.

⁴ La Feria anual de Hannover, se celebra en Alemania desde hace 60 años y es el principal mercado para tecnologías de punta, materiales e ideas. La exposición reúne ocho importantes ferias en un solo lugar y permite, por tanto, la interacción e integración entre distintas Industrias y ámbitos de aplicación.

⁵ CPS: Sistema ciber-físico es todo aquel dispositivo que integra capacidades de computación, almacenamiento y comunicación para controlar e interactuar con un proceso físico.

De la industria 1.0 a la industria 4.0

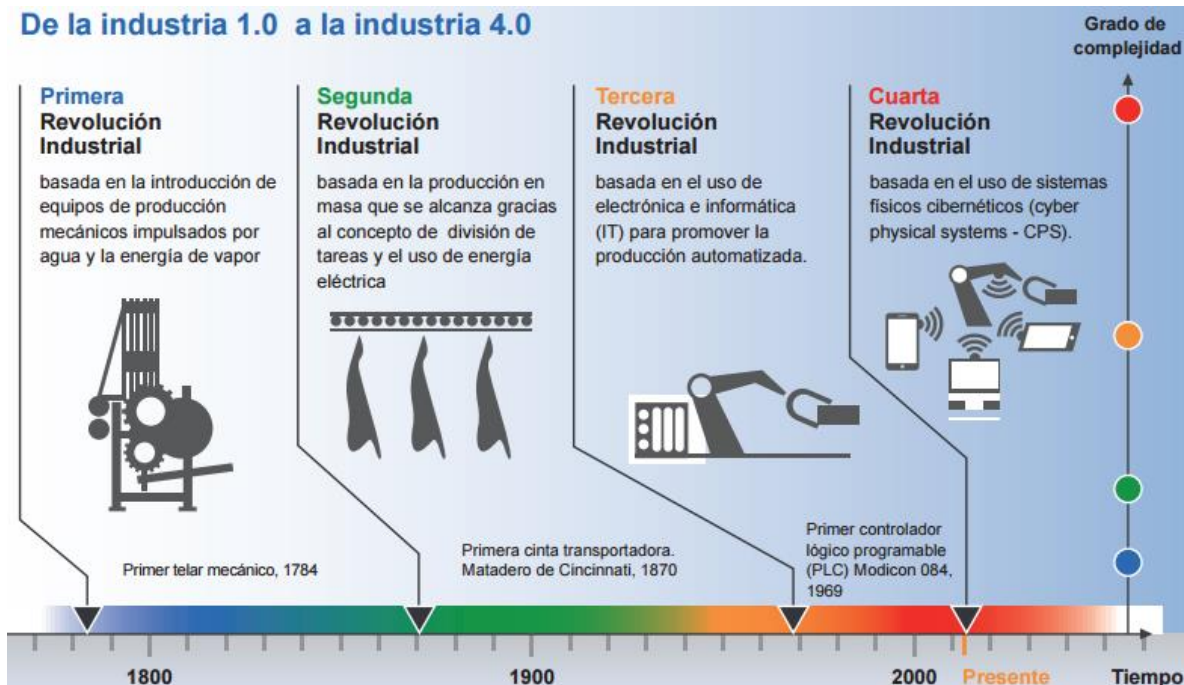


Ilustración 23: Evolución de la Industria

Fuente: Presentación sobre Industria 4.0, FIA LAB, EII, FIA-UES

B. HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DIGITAL

La fabricación digital como se conoce hoy en día ha recorrido un largo camino. En 1952 MIT creó la primera fresadora controlada por computadora, basado en un trabajo previo sobre computación en tiempo real. Desde entonces, una variedad de herramientas de corte ha sido montadas en plataformas controladas por computadoras, incluyendo láser, chorros de agua y alambres. Más recientemente, la manufactura aditiva ha sido ampliamente cubierta, con herramientas que pueden extruir filamentos o sinterizar polvos de materiales o curar resinas. Sin embargo, a pesar de que estos procesos usan diseños digitales todos son físicamente analógicos, continuamente depositando o removiendo material.

En 1948 Claude Shannon creó una teoría matemática de la comunicación, mostrando que dividiendo un mensaje continuo en símbolos discretos puede ser enviado confiablemente a través de comunicaciones no confiables. En 1952 John von Neumann aplicó esto a la computación, mostrando que una computadora digital puede operar confiablemente en dispositivos no confiables. Lo mismo está ocurriendo ahora en la fabricación, con la introducción de procesos fundamentalmente digitales que puede construir confiablemente con materiales no confiables mediante su construcción desde componentes discretos.

Estos están siendo desarrollados en escalas de longitud desde moléculas a edificios, prometiendo una flexibilidad, funcionalidad, complejidad y reusabilidad sin precedentes en la manufactura. El objetivo es convertir datos en objetos y objetos en datos: de código fuente a materiales programables (Fab Lab Lima).

C. HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO

El plástico, es una sustancia sintética que se encuentra conformada por una estructura macromolecular de hidrocarburos, muy susceptible al moldeo mediante la aplicación de presión y calor. Plástico se deriva de la palabra griega “plastikos”, que significa moldeable.

Las primeras investigaciones y estudios para el desarrollo del plástico surgen en el año de 1860, cuando el estadounidense Wesley Hyatt desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol al que llamó “celuloide”. El celuloide, sirvió para la fabricación de algunos objetos de índole domésticos como mangos de cuchillos o armazones de lentes.

Posteriormente en el año de 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland, sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este material presentaba gran resistencia mecánica, aislamiento eléctrico y resistencia a altas temperaturas. Se le dio el nombre de “Baquelita”, el cual fue considerado como el primer plástico totalmente sintético de la historia.

A diferencia del celuloide, la baquelita tiene la propiedad de ser un plástico termoestable, es decir que puede moldearse apenas concluida su preparación, es decir, una vez que se enfría no se puede volver a ablandar.

Para la década de los años 30, se descubrió en Inglaterra el gas etileno que polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). En esta década también fueron desarrollados en Alemania el poliestireno (PS), un material muy transparente que es utilizado más comúnmente para vasos y transparencias; y el poliestireno expandido (EPS), que es una espuma blanca y rígida, que se usa en la mayoría de los casos para embalaje y como aislante térmico.

También durante este mismo periodo, el químico Wallace Carothers creó la primera fibra artificial, el nylon, el primer uso que le dieron a este material, fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses utilizados durante la Segunda Guerra Mundial, rápidamente se extendió a la industria textil para la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana.

En décadas posteriores, surgen otros tipos de plásticos de diferentes mezclas de elementos como el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, utilizado para cañerías de todo tipo; y un plástico parecido al PVC llamado poli 4 tetrafluoretileno (PTFE), que se conoce popularmente como teflón y es usado para rodillos y sartenes antiadherentes.

En el año de 1953, el químico alemán Karl Ziegler desarrolló el polietileno, y en 1954 el italiano Giulio Natta desarrolló el polipropileno, estos dos materiales en la actualidad son los dos plásticos más utilizados.

1. LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN EL SALVADOR

En El Salvador, la industria del plástico empezó en el año de 1940, con el surgimiento de la empresa Amapola, que fue la primera de esta rama que se estableció en el país; se dedicaba a la elaboración de peines para cabello y peinetas para damas. En esta misma década, surgió la empresa de plásticos PROINDUSTRIA, la cual se dedicaba a la fabricación de envases de

plástico de cualquier tamaño teniendo como límite el galón; para sellar estos envases utilizaban tapas hechas de melanina, esta fábrica estuvo ubicada sobre la carretera a Santa Tecla.

A principios de 1950, nace Industrias Plásticas, S.A. (IPSA) empresa pionera en la fabricación de empaques plásticos en el país. En el año de 1964 nace "Plásticos Salvadoreños S.A". (SALVAPLASTIC), que en un inicio se dedicaba a la elaboración de muebles para el hogar y el jardín, poco tiempo después y tras estudiar los beneficios del plástico, comenzó a elaborar otro tipo de objetos como infusores de suero para el uso de clínicas y hospitales, además de variedad de envases agrícolas que iban desde botellas, ductos, contenedores y otros recipientes que satisfacían plenamente la necesidad de los agricultores, grandes comercializadores y productores.

Tiempo después, se crea Matriceria ROXY, dedicada a la venta de moldes para fabricación de envases, posteriormente su giro cambió a la fabricación de tapas y envases plásticos de todos los tamaños. En el año de 1978 nace KONTEIN, empresa del grupo SIGMA, dedicada de igual que las anteriores a la fabricación de envases y tapas plásticas.

Tiempo después surge la fábrica TAPAS Y ENVASES, y también la empresa Corcho y Lata S.A. (CORLASA), la que en un inicio se dedicaba únicamente a la producción de envases y tapas de lata y corcho, y que posteriormente se dedicó a la venta de envases y tapas plásticas.

En Julio de 1997, surge la Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico (ASIPLASTIC), la cual vela por el mantenimiento y desarrollo de las empresas productoras de plástico en el país, dicha Asociación aglutina a las Industrias Productoras del Plástico en El Salvador y a la vez es miembro de la Asociación Latinoamericana del Plástico (ALIPLAST).

D. HISTORIA DE INSAFORP

El Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP) nació de tres entendimientos fundamentales que sucedieron en los años posteriores a los Acuerdos de Paz y que respondían a una necesidad apremiante: ser un país competitivo en un entorno globalizado. Había que hacerlo colocando la dignidad y el bienestar de la persona como el principal eje del crecimiento nacional.

El primer entendimiento, en aquellos momentos de post-guerra, giraba alrededor de una circunstancia demográfica histórica: que un amplio segmento de población no tiene acceso a las oportunidades de educación formal. De igual forma, un amplio segmento de trabajadores que poseen habilidades aprendidas en el trabajo, pero carecen de una certificación ocupacional que oficialice sus destrezas y capacidades para el trabajo.

El segundo entendimiento era uno de aspiración de nación, nacido del afán de desarrollo que en aquellos momentos era urgente dado el déficit competitivo de El Salvador de cara a los retos de la abrumante economía global. Apostar por la gente y su formación para que las empresas fueran más competitivas fue uno de los fundamentos claves para el nacimiento del INSAFORP.

El tercer entendimiento tuvo que ver con los recursos. El sector privado se comprometió a aportar una contribución especial establecida como obligatoria en el marco legal, con el objetivo de darle vida y sostenimiento financiero al INSAFORP. El marco legal original también otorgó al sector privado la responsabilidad de ejercer el liderazgo en la dirección de la Institución dado que las empresas, a través de sus cotizaciones, financian al Instituto.

Este esquema se inspiró en la filosofía de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que a lo largo de su historia ha fomentado el enfoque tripartito donde el Gobierno y las asociaciones de trabajadores tiene un rol de facilitadores y garantes de la visión, mientras que los empleadores adoptan el rol de liderazgo en la operación de las instituciones de formación para el trabajo, enfatizando la eficiencia y altos niveles de ejecución.

La necesidad de una sistematización y marco jurídico para la formación profesional en El Salvador tenía un importante antecedente. En 1971, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) realizó un diagnóstico sobre la situación profesional de El Salvador. A partir de este estudio se creó un comité técnico que presentó un anteproyecto de ley de creación del INSAFORP en 1980. Pasaron 13 años más para se concretará la ejecución.

Así fue como el 2 de junio del año 1993 fue aprobado por la Asamblea Legislativa el Decreto 554, que le dio vida a la Ley de Formación Profesional y a la creación del INSAFORP. Su objetivo fue y sigue siendo satisfacer las necesidades de recursos humanos calificados que requiere el desarrollo económico y social del país y propiciar así el mejoramiento de las condiciones de vida del trabajador y su grupo familiar.

Según el artículo 1 de la Ley de Formación Profesional, el INSAFORP surge como una entidad de derecho público, con autonomía económica y administrativa y con personalidad jurídica, con la responsabilidad de ejercer la dirección y coordinación del Sistema de Formación Profesional para la capacitación y calificación del recurso humano salvadoreño.

El 18 de mayo de 1994 se juramentó el primer Consejo Directivo del Instituto y ese mismo año se iniciaron operaciones con un mínimo de personal, siendo la primera tarea la conformación y operatividad del Sistema de Formación Profesional. Se establecieron normativas, metodologías y estándares de calidad para la eventual subcontratación de centros de formación.

La estructura operativa fue diseñada para generar modalidades de formación que vincularan efectivamente las necesidades de capacitación de las empresas con las necesidades de superación y oportunidades de los trabajadores. Entre 1994 y 1995 se ensambló por completo el Instituto. Entre 1995 y 1996 se ejecutaron las primeras capacitaciones, inicialmente en un centro de formación propio, operado por el INSAFORP en San Bartolo y luego a través de centros especializados en distintos temas de capacitación.

Poco a poco creció la oferta formativa: cursos de habilitación, aprendizaje, actualización, complementación y especialización. En abril de 1997 ya se reportaban 6,280 participantes en 314 cursos, en 26 distintas especialidades, entre ellas construcción, industria y servicios. Desde sus inicios, el Consejo Directivo, a través de un diálogo efectivo, logró encontrar armonía técnica entre las necesidades e intereses de todos los actores dentro del Consejo.

El artículo 8 de la Ley original estableció que “el Consejo Directivo tendrá una estructura tripartita, formada por los sectores: empleador, laboral y gobierno. Estará integrado por diez miembros propietarios y diez suplentes, de la siguiente manera:

1. Por el sector gobierno, tres representantes propietarios y sus suplentes.
2. Por el sector empleador, cuatro representantes propietarios y sus suplentes.
3. Por el sector laboral, tres representantes propietarios y sus suplentes.

El artículo 9 de la Ley original reza que “el Presidente y el Vicepresidente se elegirán entre representantes del sector empleador y los elegirá el Consejo Directivo de entre sus miembros propietarios”.

La participación y guía constante de la OIT y el apoyo de distintas agencias de cooperación, especialmente la Cooperación Alemana (GTZ en aquellos momentos), fueron clave en el nacimiento e inicios operativos del INSAFORP, pero sobretodo en el establecimiento de un modelo de gestión que con el tiempo ha probado ser altamente efectivo, sostenible y exitoso.

El INSAFORP inició operando en San Bartolo, luego se trasladó a un local en la Colonia Flor Blanca. En los primeros años reportaron rápida aceptación y crecimiento la capacitación continua, el formato de aprendizaje y la reconversión profesional, tanto en niveles obreros como gerenciales. Mediante el primer proceso de certificación de centros de formación un total de 29 entidades iniciaron el trabajo de formación de la mano del INSAFORP.

En 1997, INSAFORP inició su exitoso programa Habilitación para el Trabajo, orientado a la formación de personas en condición de vulnerabilidad social, desempleada, subempleada y en algunos casos empleadas, con el fin de brindarles conocimientos y desarrollo de habilidades y destrezas para su inserción laboral. Para muchos era la oportunidad de encontrar un trabajo digno, para muchos otros fue la semilla de emprendimiento de pequeños negocios.

En el primer programa de habilitación para el trabajo se impartieron 375 cursos de formación ocupacional en todo el país. En esa primera promoción se graduaron a 6,411 de las cuales la mitad fueron mujeres de diversas edades. A través de cinco centros de formación acreditados en todo el país se impartieron cursos en 21 distintos rubros ocupacionales.

También en 1997 nació otro de los programas emblemáticos del INSAFORP, el programa Empresa Centro, el cual utiliza un sistema de aprendizaje dual donde los jóvenes aprenden un oficio o especialidad técnica a través de formación práctica real en una empresa. Hasta el año 2013 Empresa Centro formó a 256,081 jóvenes en distintas ocupaciones manuales y técnicas.

En sus 21 años de vida el INSAFORP ha promovido innovadores programas como el envío de 120 jóvenes a la India para formación en desarrollo de software, un programa de capacitación laboral para personas discapacitadas, un programa de capacitación para reinserción social y laboral de población reclusa, programas para la tercera edad y la colaboración formativa para montar los primeros call centers en El Salvador, entre otros programas innovadores.

Otros programas exitosos de INSAFORP en el período 1993-2014 fueron la formación de guías turísticos, capacitación para inserción laboral de efectivos de la Fuerza Armada, becas para técnicos agropecuarios en El Zamorano y Escuela Nacional de Agricultura, formación de emprendimiento en escuelas públicas, capacitaciones en Ciudad Mujer y formación técnica a pequeños proveedores de uniformes escolares, entre otras iniciativas y alianzas.

Para el 2014 se cuenta con una amplia red de aliados, una sólida experiencia acumulada y planes de trabajo consolidados. Durante su trayectoria INSAFORP ha desarrollado metodologías, procesos e importantes políticas, tales como la Política Nacional de Formación Profesional, el Plan Institucional de Igualdad y Equidad de Género y el Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

III. MARCO CONTEXTUAL

A. INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR

La Industria Manufacturera como tal, es una actividad económica encargada de transformar mediante procesos artesanales o tecnificados materias primas y componentes o partes en bienes finales, destinados tanto para el consumo de los hogares como para su empleo en la elaboración de bienes más complejos. Dicha actividad es desarrollada por diversas empresas, desde empresas pequeñas hasta gigantes trasnacionales, pero en las cuales, independientemente de su tamaño toman en cuenta tres pilares: la fuerza de trabajo, la maquinaria y las herramientas. Pilares que hacen posible la transformación y fabricación de nuevos bienes.

En materia de transformación productiva la industria manufacturera salvadoreña resulta prometedora al ser uno de los sectores más importantes en el ámbito económico. Su participación en la economía ha sido de las más representativas, especialmente durante los años de 1990 al 2015.

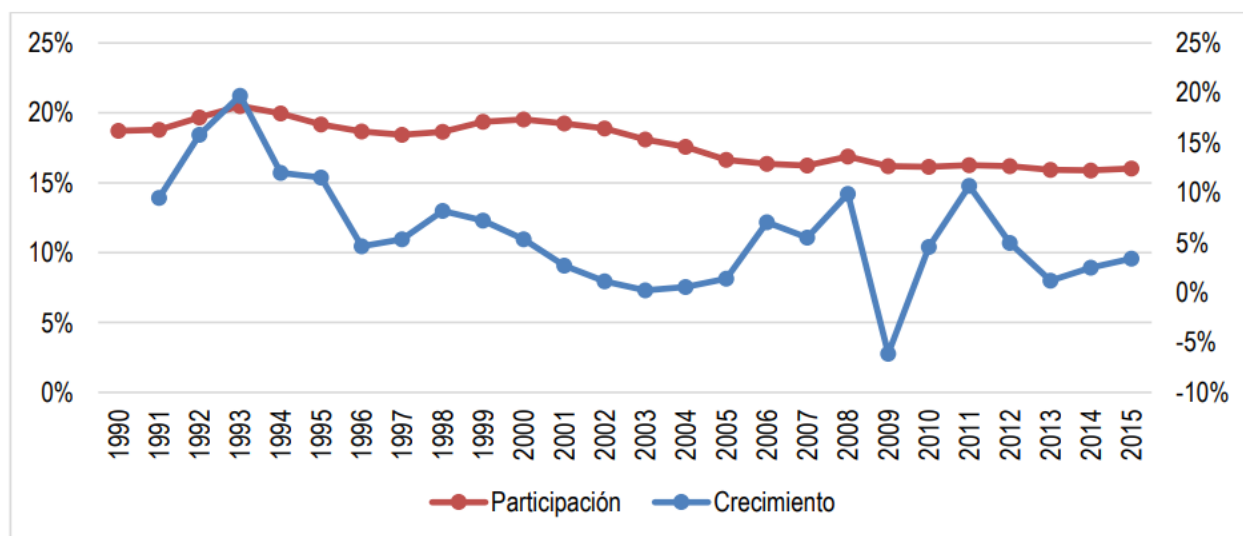


Gráfico 2: Crecimiento y participación de la industria manufacturera de El Salvador, 1990-2015
Fuente: La transformación productiva de la industria manufacturera de El Salvador (1990-2015)

Dado a que esta participación ha ido en paulatino detrimento y en comparación con las otras ramas productivas la Industria Manufacturera seguida de la agricultura representa el mayor peso del PIB, después de los servicios. Bajo esta perspectiva se vislumbran tres escenarios distintos:

- Por un lado, la industria manufacturera que a pesar de sus sutiles disminuciones ha sabido mantenerse con un promedio del 17.8%.
- Mientras que el escenario del sector agrícola se observa una tendencia a la baja en su aporte al PIB global ya que para la década de 1990 su contribución era en promedio 12.1% disminuyendo a un 6.4% para la década de los 2000.
- Y un tercer escenario es que, contrario a la industria y la agricultura las ramas productivas de los servicios han tenido una tendencia al alza en el periodo de estudio aumentando su peso en la economía hasta representar más del 25% (Alfaro Loza, Alvarenga Rivera, & Trejos Ramírez, 2018).

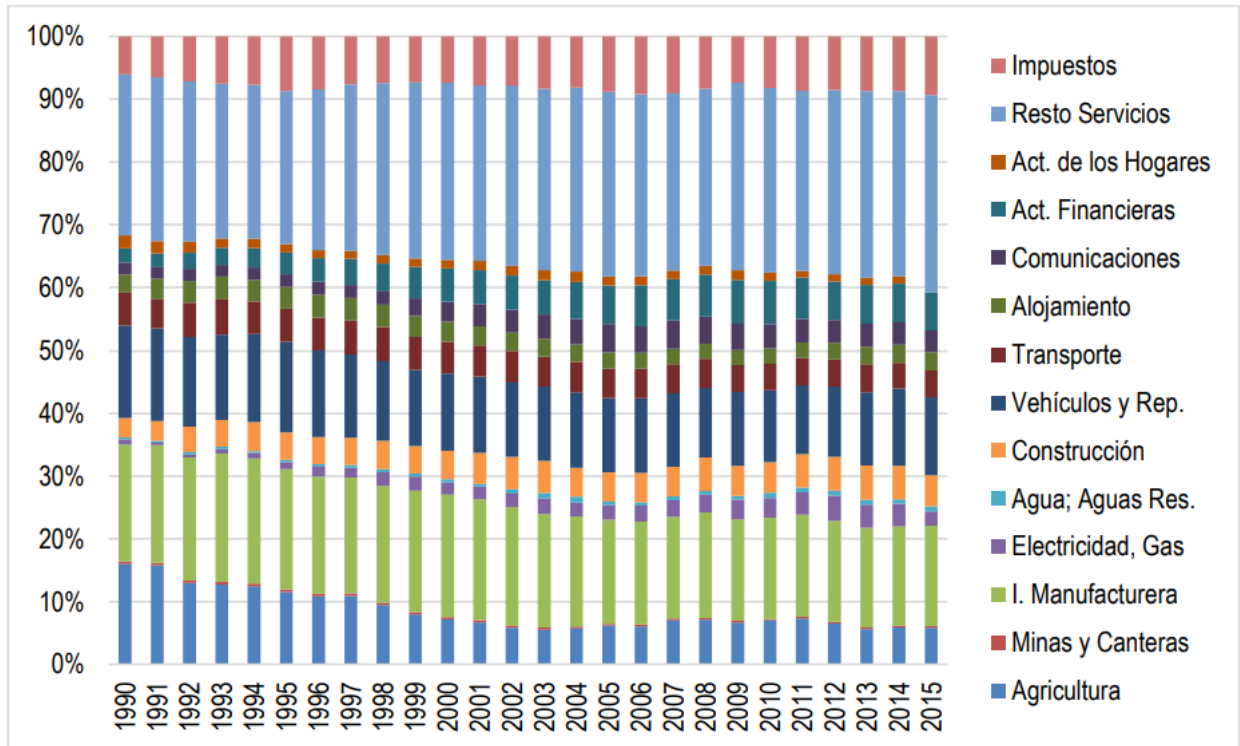


Gráfico 3: Composición del PIB por rama de actividad de El Salvador, 1990-2015
 Fuente: La transformación productiva de la industria manufacturera de El Salvador (1990-2015)

En El Salvador todo apunta que se ha transitado directamente hacia una tercerización, sin haber concretado la etapa previa de industrialización, puesto que, sumados los sectores dedicados a servicios diversos entre ellos el de Comercio, Transportes y Comunicaciones, que ganaron un peso de 2.6% y 2.8% respectivamente entre los años de 1990 a 2012; resulta que, estas actividades relacionadas con servicios han ganado un mayor peso en el PIB global a partir de la década de 1990.



Gráfico 4: Valor de las exportaciones para el año 2018
 Fuente: Informe de Comercio Exterior, BCR

Según la gráfica anterior, la industria manufactura representa en el año 2018 el 75% de las exportaciones realizadas por El Salvador.

B. INDUSTRIA DEL PLÁSTICO EN EL SALVADOR

La gremial Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico fue constituida como una institución apolítica, no lucrativa ni religiosa y según su estatuto en el capítulo II, que literalmente dice: “La Asociación tiene como objetivo primordial el fomentar conservar y defender la industria del plástico en el país, siguiendo los principios de la libre empresa”, dentro de un estado de derecho en función del desarrollo económico y social del país.

La gremial goza de gran prestigio e imagen a nivel nacional e internacional, actualmente representan a más 80 socios activos la cual está compuesta por las empresas convertidoras y transformadoras del plástico.

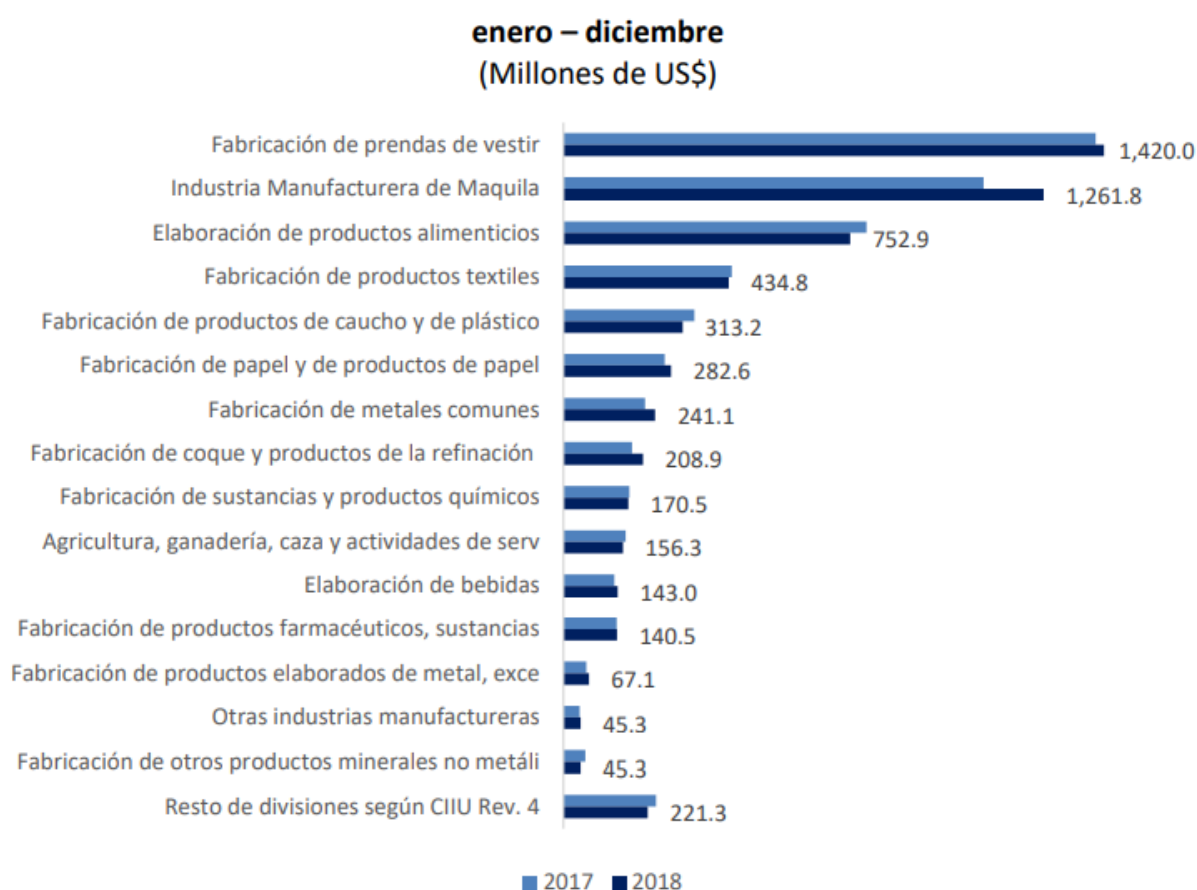


Gráfico 5: Comparación de las exportaciones según divisiones de la CIU Rev. 4
Fuente: Informe gráfico del comercio exterior 2018, BCR

Actualmente el rubro de los plásticos genera alrededor de 300 millones de dólares en las exportaciones.

El sector plástico es uno de los cuales su producción va enlazado al crecimiento de otros sectores como el textil y confección, bebidas, entre otros. Es importante destacar que este sector de impulso, según cifras de 2016, había crecido 3.1%, con una producción por US\$64.6 millones.

Esto reflejó una mejora luego del difícil periodo registrado en el año 2015 con un leve crecimiento de 0.9%, mostrando los resultados de las inversiones realizadas dentro del sector y el desarrollo tecnológico que estas han promovido.

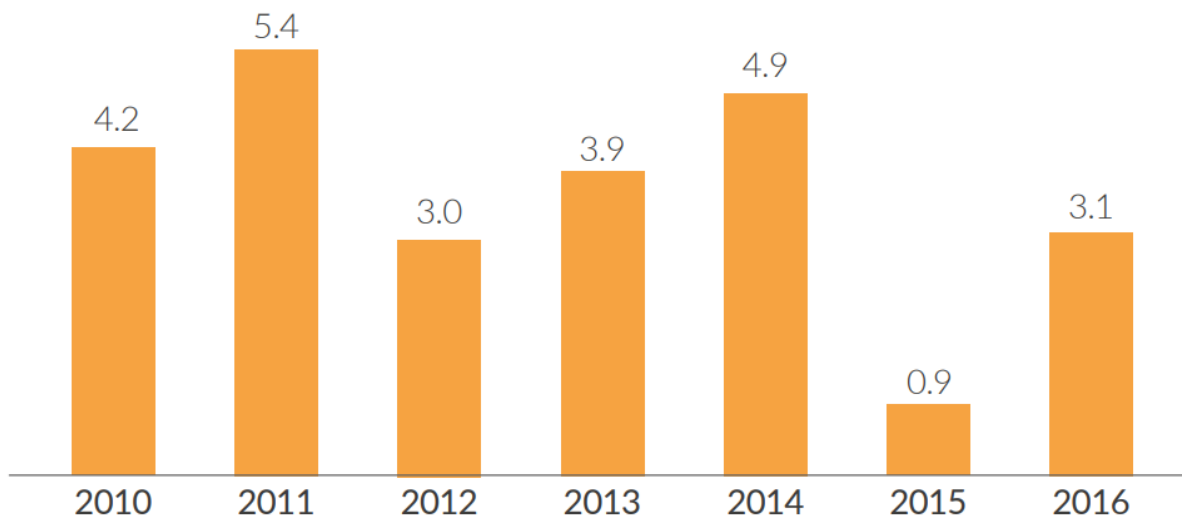


Ilustración 24: Tasa de Crecimiento de la Producción de la Actividad de Productos de Caucho y Plástico
Fuente: Ranking de Exportadores Industriales / 2018

Las principales empresas dedicadas a la industria del plástico en El Salvador, ordenadas en base al valor de sus exportaciones son (Asociación Salvadoreña de Industriales, 2018):

1. Termoencogibles, S.A. de C.V.
2. Carvajal Empaques, S.A. de C.V.
3. SigmaQ
4. Ravicorp
5. Smurfit Kappa – Celpac, S.A. de C.V.
6. Tubos y Perfiles Plásticos, S.A. de C.V.
7. Salvaplastic, S.A. de C.V.
8. Platiglas de El Salvador, S.A. de C.V.
9. Polybag, S.A. de C.V.

Los principales productos de exportación se presentan a continuación:



Ilustración 25: Principales Productos de Exportación del Sector Plástico, Año 2017
Fuente: Ranking de Exportadores Industriales / 2018

C. CLASIFICACIÓN CIU

Según el manual de la CIU, la industria de los plásticos se clasifica de la siguiente manera:

Sección	División	Grupo	Clase
C	22	222	2220

- **Sección C:** Industria Manufacturera
- **División 22:** Fabricación de productos plásticos y de caucho
- **Grupo 222:** Fabricación de productos de plástico
- **Clase 2220:** Fabricación de productos de plástico

D. FABRICACIÓN DIGITAL EN LA EDUCACIÓN EN EL SALVADOR

1. LABORATORIO DE NANOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA

Es un espacio innovador para el desarrollo científico en los campos de la nanociencias, infociencias y biociencias. Actualmente se trabajan líneas y proyectos amparados en el convenio con el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT) y Laboratorio Nacional de Nanotecnologías LANOTEC, y el desarrollo de un laboratorio propio que cuenta ya con dos módulos, uno de 3D printing y otro de microscopía.

El objetivo de este laboratorio es desarrollar investigaciones que impacten en los sectores productivos nacionales, y realizar diagnósticos en el campo de los polímeros y áreas asociadas.



Ilustración 26: Laboratorio de Nanotecnología UFG

2. ESCUELA AMERICANA

La Escuela Americana (EA), ubicada en la ciudad de San Salvador, posee dos laboratorios “STEAM”, en los cuales los alumnos tienen la oportunidad de poner en práctica sus conocimientos teóricos sobre diferentes temas relacionados con Programación, Robótica, Circuitos, Mecánica, Comunicación digital y Diseño gráfico. Son los primeros laboratorios inteligentes, basados en currículos de innovación en la región centroamericana. “STEAM” es un término que hace conexiones a través de las disciplinas Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas por sus siglas en Inglés.



Ilustración 27: Laboratorio STEAM, Escuela Americana

3. CENTRO DE INNOVACIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL Y MANUFACTURA, UNIVERSIDAD DON BOSCO

La Universidad Don Bosco cuenta con el Centro de Manufactura Digital y Prototipado Rápido, un moderno centro de innovación especializado para la fabricación digital de prototipos rápidos y desarrollo de nuevos productos en El Salvador y la región. Este espacio realiza la fabricación sin herramientas, de prototipos y series pequeñas de diversas piezas para todas las aéreas industriales, a partir de diferentes materiales. El proceso comprende 4 etapas: Adquisición de datos, tratamiento de datos, conversión de datos y finalmente, el proceso de impresión 3D.

Con el centro se espera potenciar el sector de fabricación y manufactura digital y prototipado rápido de empresas salvadoreñas; además es un espacio de aprendizaje para alumnos y docentes de las áreas de diseño industrial y de productos, mecánica, industrial, mecatrónica, aeronáutica, electrónica y ortesis y prótesis de la UDB y de otras instituciones educativas.

El CIDIM es muy conocido en el ámbito de la industria manufacturera de El Salvador, así como en las gremiales de profesionales relacionados a la manufactura. **(Ver Anexo 1)**



Ilustración 28: CIDIM, UDB

4. LABORATORIO DE IMPRESIÓN DIGITAL, UTEC

El “3D Lab” de la Universidad Tecnológica, es un nodo fundamental en la red de fabricación digital en El Salvador. Se genera contenido educativo para compartir conocimiento sobre la impresión 3D dentro y fuera de la UTEC, creando conciencia en la comunidad nacional alrededor de esta tecnología, liderando proyectos para el mejoramiento del país, combinando la academia con la industria.



Ilustración 29: 3D Lab, UTEC

5. FIA LAB, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

La Universidad de El Salvador a través de la Escuela de Ingeniería Industrial posee el Laboratorio de Fabricación Digital, este cuenta con 5 impresoras 3D marca Lulzbot, escáners 3D y equipo informático de grandes capacidades para realizar diseños de cualquier tipo.

El objetivo del laboratorio es fomentar la aplicación de nuevas tecnologías de fabricación y la innovación para la creación de nuevos productos. El laboratorio se encuentra abierto para todos los estudiantes de la UES, sin importar la carrera a la que pertenezcan.



Ilustración 30: FIA-LAB, UES

E. DISPONIBILIDAD DE CAPACITACIÓN EN EL SALVADOR SOBRE TEMAS RELACIONADOS A LA FABRICACIÓN DIGITAL

En base a la información proporcionada por INSAFORP acerca de los cursos que las empresas del rubro de plásticos solicitan a la institución se pueden destacar los siguientes:

Empresa	Capacitación solicitada
SigmaQ (Rotoflex)	Creatividad e Innovación Moldeo Científico en Inyección de Plásticos
Tacoplast	<ul style="list-style-type: none"> • AutoCAD 3D nivel básico • Diseño y Manufactura de Piezas en Software CAD/CAM
Toto	Las Tendencias Industriales 4.0 del Futuro
Iberplastic	Moldeo Científico en Inyección de Plásticos
Plastiglas de El Salvador	Moldeo Científico en Inyección de Plásticos
Poliflex	Moldeo Científico en Inyección de Plásticos
Solpaq	Moldeo Científico en Inyección de Plásticos
Salvaplastic	<ul style="list-style-type: none"> • 3D Scanning y Adquisición de Datos con Power Inspect para la Manufactura de Piezas En Maquinas CNC • Diseño de Figuras para Moldes con Software CAD Especializado Nivel I • Diseño de Figuras para Moldes con Software CAD Especializado Nivel II

Tabla 1: Capacitaciones solicitadas a INSAFORP por parte del rubro de plásticos relacionadas con fabricación digital

Esta información deja en evidencia los esfuerzos de algunas empresas del rubro para iniciar a adquirir conocimientos orientados a la adopción de nuevas tecnologías de fabricación.

F. INSAFORP

El Instituto Salvadoreño de Formación Profesional, INSAFORP, creado mediante el Decreto Legislativo número 554, el 2 de Junio de 1993, tiene la misión de organizar y coordinar la oferta de formación profesional que se realiza a nivel nacional, como medio para satisfacer las necesidades de formación de recursos humanos calificados que requiere el desarrollo económico y social del país.

Para el logro de sus objetivos, el INSAFORP puede utilizar todos los medios, métodos y mecanismos que sean aplicables a la formación profesional, función que cumple coordinando el conjunto de elementos humanos, materiales y financieros, tanto públicos como privados disponibles en el país.

A los efectos señalados y con base al Decreto Legislativo número 554, Capítulo II, Artículo 6, de la Ley de Formación Profesional, el INSAFORP tiene la facultad de organizar y coordinar el Sistema de Formación Profesional, en aspectos relacionados con:

- La política nacional de formación profesional.
- Las investigaciones sobre demanda de capacitación.
- La planificación de las acciones formativas a ejecutar.
- Las normas y disposiciones que regulan la ejecución de los programas públicos y privados de formación profesional.
- Las disposiciones sobre la certificación de competencias de las personas formadas y capacitadas.
- El apoyo a los proveedores de los servicios de formación profesional.
- La promoción y coordinación de las acciones formativas, tanto públicas como privadas.
- Las disposiciones sobre la reglamentación del aprendizaje en los centros y en las empresas.
- La administración de la cooperación técnica y financiera dirigida a las actividades de formación profesional.

El Sistema de Formación Profesional, dirigido por el INSAFORP, consiste en la unidad funcional del conjunto de elementos humanos y materiales, públicos y privados, establecidos en el país, para la capacitación profesional, entendiéndose ésta última como toda acción o programa, público o privado, diseñado para la capacitación en oficios y técnicas, que proporcione o incremente los conocimientos, aptitudes y habilidades prácticas ocupacionales necesarias para el desempeño de labores productivas, en función del desarrollo socio-económico del país y de la dignificación de la persona.

1. CONSEJO DIRECTIVO

El Consejo Directivo posee una estructura tripartita, formada por los sectores: gobierno, empleador y laboral. Está integrado por diez miembros propietarios y diez suplentes, de la siguiente manera:

- Por el sector gobierno, tres representantes propietarios y sus suplentes, designados por los Ministerios de Trabajo y Previsión Social, de Relaciones Exteriores y de Educación;
- Por el sector empleador, cuatro representantes propietarios y sus suplentes;
- Por el sector laboral, tres representantes propietarios y sus suplentes.

Los Ministerios de Trabajo y Previsión Social, de Relaciones Exteriores y de Educación nombran cada uno a sus representantes por medio de un acuerdo ejecutivo, al Director Propietario y Suplente, quienes representan al sector Gobierno en el Consejo Directivo del INSAFORP.

Los representantes del sector empleador que integran el Consejo Directivo del INSAFORP son electos por las organizaciones patronales que poseen personería jurídica debidamente aprobada.

Los representantes de los trabajadores que integran el Consejo Directivo del INSAFORP son electos por las Confederaciones y Federaciones de Sindicatos que poseen personería jurídica debidamente aprobada.

2. RECURSOS FINANCIEROS

La fuente de financiamiento del presupuesto del INSAFORP está constituida exclusivamente por las cotizaciones patronales obligatorias y por los productos financieros derivados de las inversiones y depósitos bancarios.

Las cotizaciones patronales consisten en el 1% del valor de la planilla a partir de diez empleados y en el caso del sector agropecuario la aportación es del 0.25% de la planilla aplicable solamente a los trabajadores permanentes, las cuales son colectadas por el Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

El INSAFORP dispone únicamente de un centro propio de formación. La ejecución de la Formación Profesional la desarrolla casi en su totalidad por medio de la contratación de servicios de capacitación a entidades jurídicas y personas naturales.

El costo de los cursos y programas de formación incluye:

- Pago del instructor;
- Material didáctico;
- Materiales de práctica;
- Uso de equipos y herramientas;
- Instalaciones;
- Impuestos.

El financiamiento de la formación de los trabajadores activos puede ser en su totalidad provisto por el INSAFORP o bajo el esquema de co-financiamiento con las empresas.

G. FONDEPRO

El FONDEPRO es una iniciativa del Gobierno de El Salvador, ejecutada a través del Fondo de Desarrollo Productivo del Vice Ministerio de Comercio e Industria del Ministerio de Economía (MINEC). Es un Fondo financiero destinado a otorgar cofinanciamiento no reembolsable a la MIPYME, a fin de fortalecerla en su competitividad y generar impacto económico.

Existen una serie de requisitos para aplicar al Fondo, al igual que cinco etapas claves para afiliarse y poder beneficiarse de las siguientes líneas de apoyo:

- **Calidad:** Apoyo en el proceso de cumplimiento de normas aplicables al mercado nacional e internacional
- **Producción más limpia:** Apoya la reducción de costos de producción, realizando diagnósticos e implementando procesos de producción más limpia, eficiencia energética y energía renovable
- **Innovación y tecnología:** Apoya la innovación, mediante la adopción y la transferencia tecnológica en procesos productivos
- **Productividad:** Contribuir a la mejora de la productividad y la eficiencia empresarial, a través de asistencias técnicas y la incorporación de tecnologías
- **Desarrollo de mercado:** Apoyar la puesta en marcha del plan de comercialización o de exportación

El propósito principal de este fondo es contribuir al fortalecimiento de la competitividad de la MIPYME en El Salvador.

A la fecha, se ha apoyado a más de 1,000 empresas ubicadas en diferentes puntos geográficos del país, otorgándose cofinanciamiento no reembolsable por más de US\$10 millones. El apoyo se ha orientado a diferentes sectores económicos; entre ellos, industria, agroindustria, servicios.

Los temas atendidos son los de prospección, penetración y consolidación de mercados externos –que incluye la participación en ferias y misiones comerciales–, estudios de mercados, adopción de tecnología para semiautomatizar o automatizar procesos productivos, saltos tecnológicos, diagnósticos en temas de calidad, implementaciones, certificaciones, entre otros.

1. REQUISITOS PARA APLICAR AL FONDO

- Aplicar como persona natural o jurídica
- Ser una empresa salvadoreña
- Con ventas brutas anuales hasta por US\$7 millones
- Dedicadas a la producción y comercialización de bienes/servicios salvadoreños
- Ubicadas en cualquier parte del territorio salvadoreño
- Operar de conformidad con lo establecido en el Código de Comercio*
- Contar con información financiera actualizada, es decir, Estados Financieros auditados de los últimos dos años
- Centros de emprendimiento, laboratorios y centros de servicios privados para la innovación y la calidad

Es importante dar cumplimiento a los artículos 437 y 474 del Código de Comercio, en lo referente a lo siguiente:

- a) Empresas con activos menores a \$12,000.00, llevarán contabilidad por sí mismos, en este caso, la empresa puede presentar su informe de ventas.
- b) Empresas con activos igual o mayor a \$12,000.00, están obligados a llevar su contabilidad por medio de contadores o empresas legalmente autorizadas. Los Estados Financieros deberán ser firmados por el propietario o representante legal y por el contador.
- c) Empresas con activos igual o superior a \$34,000.00, los Estados Financieros, además de ser firmados por las personas descritas en el literal anterior, deberán certificarse por auditor externo.

Quedan fuera del apoyo los siguientes tipos de empresas o rubros:

- Empresas que fabriquen o comercialicen armas o drogas ilegales
- Maquilas, importadores y comercializadores de productos extranjeros
- Empresas que no cumplen con lo establecido en el Código de Comercio
- Empresas quebradas
- Capital de trabajo, infraestructura, material promocional y publicidad para el mercado nacional
- Maquinaria y equipo usado, maquinaria para aumentar la capacidad de producción, repuestos y piezas de maquinaria y equipo
- Arrendamiento de maquinaria bajo la modalidad de leasing

IV. MARCO LEGAL

A. LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Debido a que una parte de la fabricación digital comprende el diseño de modelos, los cuales pueden ser obtenidos mediante su creación desde cero o a través de dispositivos que se basan en objetos ya existentes, es importante tener claridad sobre el concepto de propiedad intelectual, para evitar perjudicar a terceros en la aplicación de la fabricación digital.

La propiedad intelectual se refiere a un bien económico y cultural que incluye productos intangibles, al igual que productos físicos, reconocido en la mayor parte de legislaciones de los países y sujeto a explotación económica por parte de los poseedores legales de dicha propiedad.

Se recurre al Título Tercero de la Ley de Propiedad Intelectual de El Salvador, referente a la propiedad industrial.

1. DISPOSICIONES GENERALES

Las disposiciones generales sobre la propiedad industrial detallan:

El derecho de obtener un título de protección para una invención, modelo de utilidad o diseño industrial, corresponde a la persona natural que lo realice, o a sus herederos.

Este derecho puede ser transferido por acto entre vivos o por vía sucesoria. Igual derecho corresponderá a la persona natural o jurídica por cuyo encargo se realice una invención, modelo de utilidad o diseño industrial.

Según la Ley, la propiedad industrial puede desglosarse de la siguiente manera:

2. INVENCIONES

Se entiende por invención una idea aplicable en la práctica a la solución de un problema técnico determinado. Una invención podrá referirse a un producto o a un procedimiento. (Artículo 106).

No puede ser objeto de patente: (Artículo 107)

- Los descubrimientos, las teorías científicas y los métodos matemáticos;
- Los planes, principios o métodos económicos de publicidad o de negocios, los referidos a actividades puramente mentales o intelectuales y los referidos a materia de juego.
- Los métodos de tratamiento quirúrgico, terapéutico o de diagnóstico, aplicables al cuerpo humano o animal; excepto los productos destinados a poner en práctica alguno de estos métodos; y
- Las invenciones cuya publicación o explotación industrial o comercial sería contraria al orden público o a la moral; la explotación de la invención no se considerará contraria al orden público o a la moral solamente por una razón de estar prohibida o limitada tal explotación por alguna disposición legal o administrativa.

Las patentes de invención se mantienen vigentes mediante el pago de derechos anuales, dichas patentes son concedidas por un plazo improrrogable de 20 años.

Una invención será patentable cuando sea susceptible de aplicación industrial, sea novedosa y tenga nivel inventivo. (Artículo 111)

Una invención se considerará susceptible de aplicación industrial, cuando su objeto pueda ser producido o utilizado en cualquier tipo de industria o actividad productiva. A estos efectos la expresión industria se entenderá en su más amplio sentido e incluirá, entre otros, la agricultura, la ganadería, la minería, la pesca, la construcción y los servicios. (Artículo 112)

Una invención se considera novedosa cuando no exista con anterioridad en el estado de la técnica. el estado de la técnica comprenderá todo lo que haya sido divulgado o hecho accesible al público, en cualquier lugar del mundo, mediante una publicación tangible, una divulgación oral, la venta o comercialización, el uso o por cualquier otro medio, antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente en el país o, en su caso, antes de la fecha de presentación de la solicitud extranjera cuya prioridad se reivindicará. También quedará comprendido dentro del estado de la técnica, el contenido de una solicitud de patente en trámite ante el registro, cuya fecha de presentación o, en su caso, de prioridad, fuese anterior a la de la solicitud que se estuviere examinando, pero sólo en la medida en que ese contenido quede incluido en la solicitud de fecha anterior cuando ésta fuese publicada. (Artículo 113)

La patente conferirá a su titular el derecho de impedir a terceras personas la explotación de la invención patentada. En tal virtud, y sin perjuicio de las limitaciones previstas en la presente Ley, el titular de la patente tendrá el derecho de actuar contra una persona que sin su consentimiento realice cualquiera de los siguientes actos;

a) Cuando la patente se haya concedido para un producto:

1. Fabricar el producto.
2. Ofrecer en venta, vender o usar el producto; o importarlo o almacenarlo para alguno de estos fines; así como impedir el tránsito del producto por el territorio nacional.

b) Cuando la patente se haya concedido para un procedimiento:

1. Emplear el procedimiento.
2. Ejecutar cualquiera de los actos indicados en el literal anterior, respecto a un producto obtenido directamente del procedimiento.

3. MODELOS DE UTILIDAD

Se entiende por modelo de utilidad toda forma, configuración o disposición de elementos de algún artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto, o de alguna parte del mismo que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que lo incorpora, o que le proporcione alguna utilidad, ventaja o efecto técnico que antes no tenía.

Serán registrables los modelos de utilidad que sean nuevos y susceptibles de aplicación industrial. un modelo de utilidad no se considerará novedoso, cuando no aporte ninguna característica utilitaria discernible con respecto al estado de la técnica.

No podrán ser objeto de protección bajo modelo de utilidad, los procedimientos; las sustancias o composiciones químicas, biológicas, metalúrgicas o de cualquier otra índole; y la materia excluida de protección por patente de invención de conformidad con la ley. (Artículo 120)

El registro extenderá patente de modelo de utilidad, la que tendrá una vigencia de diez años improrrogables, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud. (Artículo 121)

Las disposiciones en cuanto a innovación y derechos de patente son los mismos que para las invenciones.

4. DISEÑOS INDUSTRIALES

Se considerará como diseño industrial cualquier forma bidimensional o tridimensional que, incorporado en un producto utilitario, le da una apariencia especial, y que es apto para servir de tipo o modelo para su fabricación.

La protección conferida a un diseño industrial en aplicación de la presente Ley, no comprende aquellos elementos o características del diseño que califiquen como modelos de utilidad. (Artículo 123)

La protección de un diseño industrial confiere a su titular el derecho de excluir a terceras personas de la explotación del diseño industrial. En tal virtud y con las limitaciones previstas en esta Ley, el titular tendrá el derecho de actuar contra cualquier persona que, sin su acuerdo, fabrique, venda, ofrezca en venta, utilice, importe o almacene para alguno de estos fines, un producto que reproduzca o incorpore el diseño industrial protegido, o cuya apariencia ofrezca una impresión general igual a la del diseño industrial protegido.

La realización de uno de los actos referidos en el inciso anterior, no se considerará lícito por el solo hecho de que el diseño reproducido o incorporado, se aplique a un tipo o género de productos distinto de los indicados en el registro del diseño protegido. (Artículo 128)

El registro de un diseño industrial se concederá por diez años contados desde la fecha de presentación de la solicitud en el país. (Artículo 130)

5. VIOLACIÓN Y DEFENSA DE LOS DERECHOS

Cuando una patente o un registro de diseño industrial se hubiese solicitado u obtenido por quien no tenía derecho a ello, o en perjuicio de otra persona que tuviese derecho a obtener la patente o registro, la persona afectada podrá reivindicar su derecho ante el tribunal competente, a fin de que le sea transferida la solicitud en trámite o la patente o registro concedido, o que se le reconozca como solicitante o titular del derecho.

La acción de reivindicación del derecho prescribirá a los cinco años contados desde la fecha de concesión de la patente o del registro, o si no hubiere patente dos años contados a partir de la explotación. (Artículo 168)

El titular de un derecho protegido por una patente o por un certificado, en virtud de la presente Ley, podrá entablar acción contra cualquier persona que infrinja su derecho. También podrá actuar contra la persona que ejecute actos que, manifiesten evidentemente la inminencia de una infracción.

En caso de cotitularidad de un derecho, cualquiera de los cotitulares podrá entablar acción contra una infracción de ese derecho, sin que sea necesario el consentimiento de los demás, salvo acuerdo en contrario. (Artículo 169)

Un licenciatario exclusivo cuya licencia se encuentre inscrita, o uno que tenga una licencia obligatoria o de interés público, podrán entablar acción contra cualquier tercero que cometa una infracción del derecho que es objeto la licencia. Para estos efectos, si el licenciatario no tuviese mandato del titular del derecho para actuar, deberá comprobar al iniciarla que le solicitó al titular o propietario que la entablara él y que transcurrido más de un mes y no lo hizo. El licenciatario antes de transcurrido dicho plazo, podrá pedir que se tomen las medidas precautorias establecidas en este capítulo. El titular del derecho objeto de la infracción podrá apersonarse en autos en cualquier tiempo. (Artículo 170)

Todo licenciatario inscrito y todo beneficiario de algún derecho o crédito inscrito en el Registro, con relación al derecho infringido, tendrá el derecho de apersonarse en autos en cualquier tiempo. Para estos efectos, la demanda se notificará a todas las personas cuyos derechos aparezcan inscritos con relación al derecho infringido.

En una acción por infracción de los derechos conferidos por una patente o por el registro de un diseño industrial, podrán pedirse una o más de las siguientes medidas:

- a) La cesación del acto o actos que infrinjan el derecho.
- b) La indemnización de los daños y perjuicios sufridos.
- c) El embargo de los objetos resultantes de la infracción y de los medios que hubiesen servido predominantemente para cometer la infracción.
- d) La transferencia en propiedad de los objetos o medios referidos en el literal anterior, en cuyo caso el valor de los bienes se imputará al importe de la indemnización de daños y perjuicios.
- e) Las medidas necesarias para evitar la continuación o la repetición de la infracción, incluyendo la destrucción de los medios embargados.
- f) La publicación de la sentencia condenatoria y su notificación a las personas interesadas, a costa del infractor.

El tribunal competente podrá requerir al infractor, que proporcione información que posea respecto a persona involucrada en cualquier aspecto de la infracción y respecto de los medios de producción o canales de distribución para los productos infractores, incluyendo la identificación de terceras personas involucradas en su producción y distribución y sus canales de distribución, y proporcionarle esta información al titular del derecho. (Artículo 172).

Debido a que una parte de la fabricación digital comprende el diseño de modelos, los cuales pueden ser obtenidos mediante su creación desde cero o a través de dispositivos que se basan en objetos ya existentes, es importante tener claridad sobre el concepto de propiedad intelectual, para evitar perjudicar a terceros en la aplicación de la fabricación digital.

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO

I. MÉTODO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método se define como una serie de pasos sistematizados que conducen a una meta. El método para el desarrollo del diagnóstico constan de los siguientes pasos a seguir:

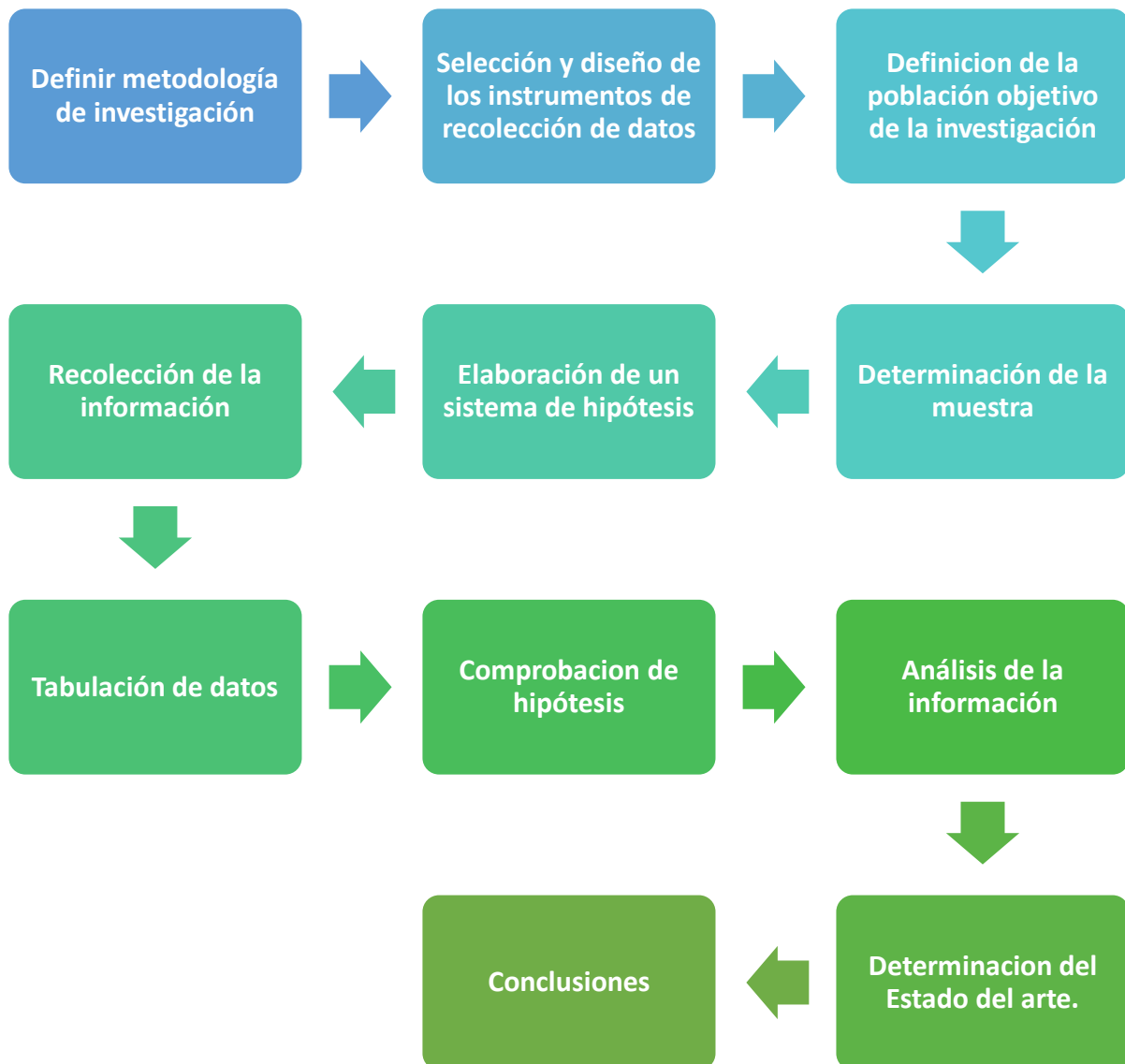


Ilustración 31: Método de investigación del diagnóstico

B. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La palabra metodología tiene su origen en el idioma griego, y se refiere al modelo aplicable que deben necesariamente seguir los métodos de investigación, aun cuando resulten cuestionables. Es la teoría normativa, descriptiva y comparativa acerca del método o conjunto de ellos, sumado al proceder del investigador.

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Existen diferentes tipos de metodologías de investigación en base a las características específicas de las mismas, las más conocidas son:

A) TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN LOS DATOS EMPLEADOS

Investigación Cualitativa

Desde una perspectiva amplia, todas las investigaciones pueden ser clasificadas en dos grupos: cualitativas o cuantitativas. La investigación cualitativa trata con fenómenos que son difíciles o imposibles de cuantificar matemáticamente, tales como creencias, significados, atributos y símbolos.

Los investigadores cualitativos buscan recolectar un entendimiento profundo del comportamiento humano y las razones que rigen dichos comportamientos.

Los métodos cualitativos investigan el por qué y el cómo de la toma de decisiones, no solo qué, dónde y cuándo.

Investigación Cuantitativa

La investigación cuantitativa se refiere a las investigaciones sistemáticas y empíricas de cualquier fenómeno vía técnicas estadísticas, matemáticas o computacionales.

El objetivo de esta investigación es desarrollar y emplear modelos matemáticos, teorías y/o hipótesis relacionados con los fenómenos.

Esta investigación generalmente utiliza métodos científicos como la generación de modelos, teorías e hipótesis, el desarrollo de instrumentos y métodos de medición, la manipulación de variables y control experimental, la evaluación de resultados y la colección de data empírica.

B) TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN EL CONOCIMIENTO QUE SE TIENE DEL OBJETO DE ESTUDIO

Investigación Explicativa

La investigación explicativa busca establecer las causas de hechos, circunstancias o fenómenos que son objeto de estudio, ya sean físicos o sociales.

Su objetivo se focaliza en justificar por qué sucede un hecho, las condiciones en las que se manifiesta y la relación que pudiera existir entre las variables.

Este tipo de estudio es más estructurado que las investigaciones con los demás alcances. La finalidad de la investigación explicativa implica exploración, descripción, correlación o asociación.

Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva se refiere a la investigación que provee un retrato preciso de las características de un individuo en particular, de una situación, o de un grupo. La investigación descriptiva también es conocida como investigación estadística.

Estos estudios son una forma de descubrir nuevos significados describiendo lo que existe, determinando la frecuencia con la que algo ocurre, y categorizando información.

En resumen, la investigación descriptiva se preocupa con todo lo que puede ser contado y estudiado, por lo que tiene un impacto en las vidas de las personas que se relacionan con esos elementos.

Investigación Exploratoria

La investigación exploratoria se realiza para un problema que no han sido definido claramente. La investigación exploratoria ayuda a determinar el mejor diseño de investigación, el mejor método de colección de data y la selección de sujetos.

Los resultados de la investigación exploratoria usualmente no son útiles para tomar decisiones por sí misma, pero pueden otorgar percepción importante en una situación dada. Adicionalmente, la investigación exploratoria típicamente no es generalizable a la población en general.

Este tipo de investigación puede ser:

- Informal, apoyándose en información secundaria como la revisión de literatura, acercamientos cualitativos como discusiones informales con consumidores, empleados, administradores o competidores.
- Formal, a través de entrevistas profundas, focus groups, casos de estudio o estudios piloto.

C) TIPOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN EL GRADO DE MANIPULACIÓN DE VARIABLES

Investigación Experimental

La investigación experimental es una investigación objetiva, sistemática y controlada con el propósito de predecir y controlar los fenómenos y examinar la probabilidad y causalidad entre las variables seleccionadas.

La investigación experimental más sencilla incluye dos variables y dos grupos de participantes:

Las dos variables (variables dependientes versus variables independientes)- el IV es la variable de predicción, mientras que DV es la variable del resultado. Los investigadores manipulan y controlan la IV para estudiar su efecto en la DV.

Los dos grupos de participantes (control vs experimental):

Antes de comenzar el experimento, el investigador asigna aleatoriamente su muestra a dos grupos distintos: el grupo de control y el experimental. El grupo de control no recibe manipulación del IV (sin tratamiento), mientras que el grupo experimental recibe la manipulación de IV.

Probablemente su mayor ventaja es que establece relaciones de causa y efecto. Por el otro lado, sus desventajas incluyen que es artificial, poco ética y viable.

Investigación Cuasiexperimental

La investigación cuasiexperimental estudia las relaciones causa-efecto, pero no bajo estricto control de las variables. Es muy útil para estudios sociales.

Este tipo de diseño permite la manipulación de al menos una variable independiente para observar el efecto que causa o la relación que posee sobre una o más variables dependientes.

Los individuos de estudio en la investigación cuasiexperimental están asociados a grupos intactos; es decir, se formaron o surgieron de manera independiente, por lo cual el investigador no manipula esta variable.

Investigación No Experimental

La investigación no experimental se encarga de observar fenómenos tal y como se generan en su ambiente natural, para luego analizarlos.

Es el tipo de estudio que se lleva a cabo sin la manipulación deliberada de las variables para generar un efecto sobre otras variables. Es sistemática y empírica. El investigador no genera situaciones, sino que observa las ya existentes.

En este tipo de investigación las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, el investigador no tiene el control directo sobre las mismas ni puede influenciarlas debido a que ya sucedieron, de igual manera sus consecuencias.

Investigación Correlacional

La investigación correlacional se refiere a la investigación sistemática o estudio estadístico de relaciones entre dos o más variables, sin necesariamente determinar una causa y un efecto.

Principalmente busca establecer una relación/asociación/correlación entre dos o más variables que no se prestan fácilmente a la manipulación experimental.

Investigación Observacional

Los estudios observacionales extraen inferencias de una muestra a una población donde la variable independiente no está bajo el control del investigador debido a restricciones lógicas o preocupaciones éticas.

Una investigación observacional común puede ser realizada sobre el posible efecto que tiene un tratamiento en unos sujetos, donde la asignación de sujetos en un grupo tratado contrasta con un grupo de control que está fuera del control del investigador.

Esto contrasta con los estudios experimentales, donde cada sujeto es aleatoriamente asignado a un grupo control o a un grupo de tratamiento.

Investigación De Campo

La investigación de campo o trabajo de campo es la recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo. Es decir, los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados.

2. SELECCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN A DESARROLLAR

El tipo de investigación a desarrollar obedecerán a la siguiente selección:

Clasificación	Tipo de Investigación	Aplica	Justificación
Según los datos empleados	Investigación Cuantitativa	No	Debido a que no existe una apertura suficiente de parte de las empresas del rubro para generar un conjunto de datos suficientes para analizar mediante modelos matemáticos y estadísticos.
	Investigación Cualitativa	Si	Se pretende identificar por qué las empresas del rubro de los plásticos no han dado el salto tecnológico hacia la fabricación digital.
Según el conocimiento que se tiene del objeto de estudio	Investigación Explicativa	No	Debido a que no interesa cuales son las causas de que las empresas cuenten con no con nuevas tecnologías de fabricación.
	Investigación Descriptiva	Si	Debido a que se busca establecer una situación actual basados en la información disponible sobre el rubro de los productos plásticos.
	Investigación Exploratoria	Si	Se busca determinar el estado actual del empleo de las nuevas tecnologías de fabricación en la industria de los plásticos.
Según el grado de manipulación de variables	Investigación Experimental	No	No se tiene un control ni se pueden hacer experimentos con las variables involucradas en el problema
	Investigación Cuasiexperimental	No	No se busca determinar el efecto que tendrá la variación de una variable en la problemática de estudio
	Investigación no Experimental	Si	Ya que no se genera ninguna situación, sino que se observan los fenómenos tal y como están ocurriendo
	Investigación Correlacional	No	No existe una comparación entre dos o más variables.
	Investigación Observacional	Si	Debido a que las variables a observar no se encuentran bajo el control de los observadores
	Investigación de Campo	Si	Se deben visitar a las empresas para conocer de primera mano la situación o empleo de fabricación digital en las mismas

Tabla 2: Selección de tipo de investigación

Por tanto, se determina el empleo de una **Investigación cualitativa** debido a que se busca obtener el estado tecnológico actual de las empresas del rubro y analizar los motivos que llevan a las empresas desfasadas en ese aspecto, a no dar el salto tecnológico. Se opta por una **Investigación exploratoria** debido a que no existe ningún precedente sobre la aplicación que actualmente tiene la fabricación digital en las empresas del rubro de los plásticos. Por último, se define como una **Investigación no experimental y de campo**, ya que no se altera ninguna variable y se describen los hechos como originalmente suceden en las empresas del rubro de los plásticos.

3. FUENTES DE INFORMACIÓN

La investigación requerirá la recolección de información primaria y secundaria. La Información primaria es aquella que se obtiene directamente de personas e instituciones relacionadas con la situación en estudio. Algunas de las fuentes primarias a utilizar son:

Fuente	Información	Técnicas
Asociaciones de empresas del rubro de plásticos (ASIPLASTIC)	Datos generales del rubro de productos plásticos, contactos de empresas del rubro, opinión de líderes del rubro.	Entrevista
Empresas del rubro de productos plásticos	Información relacionada a actividad empresarial, procesos, percepción del mercado, etc.	Entrevistas Observación
Instituto Salvadoreño de Formación Profesional	Proceso de petición de nuevos cursos, requisitos a cumplir para el desarrollo de nuevos cursos, base de datos de oferta académica y empresas que solicitan formación para su personal.	Entrevistas Observación

Tabla 3: Fuentes de información primaria

La información secundaria es aquella información documentada acerca del tema que puede ser consultada sin relacionarse directamente con la situación en estudio. Algunas de las fuentes secundarias a utilizar:

Fuentes	Información
Internet	Información referente al tema
Libros y publicaciones	Temas relacionados
DIGESTYC, BCR, etc.	Estadísticas generales
Repositorio Institucional de la UES	Trabajos de grado con temáticas similares

Tabla 4: Fuentes de información secundaria

C. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. ENTREVISTA

En las entrevistas, la información se obtiene a través de una encuesta y es registrada por encuestadores. Las entrevistas estructuradas se llevan a cabo utilizando formularios de encuesta, mientras que en las entrevistas abiertas se toman notas mientras se habla con los encuestados. Las notas se estructuran (interpretan) luego para su posterior análisis. Las entrevistas abiertas, que deben interpretarse y analizarse incluso durante la entrevista, deben realizarlas observadores y/o encuestadores bien formados.

Al igual que al preparar un cuestionario, es importante experimentar con formularios de prueba diseñados para las entrevistas. El máximo esfuerzo por aclarar y centrar por parte del diseñador no puede anticipar todas las posibles interpretaciones de los encuestados. Una prueba a pequeña escala antes de utilizarlos para recopilar realmente datos asegurará unos datos mejores y evitará que se pierda tiempo y dinero.

Aunque las entrevistas estructuradas pueden utilizarse para obtener casi cualquier información, al igual que en los cuestionarios, la información se basa en una opinión. Los datos basados en variables como las capturas o el esfuerzo son potencialmente objeto de errores de bulto, debido a cálculos erróneos o a errores intencionados en la información delicada.

A) ENTREVISTAS ABIERTAS

En este tipo de entrevistas el investigador es el instrumento de la investigación y no el protocolo o formulario de la entrevista. Su rol implica no sólo obtener respuestas, sino también aprender qué preguntas hacer y cómo hacerlas. Requiere de muchos encuentros con los informantes, el avance es muy lento, trata de aprender lo que es importante para los informantes antes de enfocar los intereses de la investigación. La historia de vida o la autobiografía sociológica utilizan este tipo de entrevista. Y en todos los casos los investigadores establecen rapport⁶ con los informantes gracias a los repetidos encuentros que tienen.

B) ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS

En general, las entrevistas estructuradas se llevan a cabo con un formulario bien diseñado previamente establecido. Se diferencian de los cuestionarios en que son los investigadores quienes rellenan los formularios en lugar de los encuestados. Aunque esta solución resulta más costosa, pueden hacerse preguntas más complejas y los datos pueden validarse en el momento de recopilarlos, mejorando así la calidad de los mismos. Las entrevistas pueden llevarse a cabo con varias fuentes de datos y a través de medios alternativos, como por teléfono o en persona.

2. ENCUESTA

Los cuestionarios son formularios que rellenan los encuestados solos. Los cuestionarios pueden entregarse en mano o enviarse por correo y recogerse posteriormente o devolverse en un sobre.

Los cuestionarios pueden utilizarse para recopilar datos sistemáticos habituales o poco frecuentes, y datos para estudios especializados. Si bien la información de esta sección se aplica

⁶ **Rapport:** Relación de intimidad, sintonía o comprensión

a los cuestionarios para todos estos usos, los ejemplos se refieren sólo a datos sistemáticos, tanto si son habituales como poco frecuentes.

Los cuestionarios prevén que los encuestados rellenen el formulario ellos mismos, para lo que también se requiere un alto nivel de alfabetización. Cuando son habituales varios idiomas, los cuestionarios deben prepararse utilizando los idiomas principales del grupo destinatario. Debe prestarse especial atención a estos casos para asegurar la precisión de las traducciones.

Para maximizar los índices de respuesta, los cuestionarios deben diseñarse de forma que sean lo más sencillos y claros posible, con secciones y preguntas dirigidas. Lo que es más importante, los cuestionarios deben ser también lo más cortos posible. Si el cuestionario se va a entregar a una población de muestra, puede ser preferible preparar varios cuestionarios más pequeños y orientados, uno para cada sub-muestra. Si el cuestionario va a utilizarse para realizar una encuesta completa, debe prestarse especial atención para evitar sobrecargar al encuestado. Si, por ejemplo, varios organismos necesitan los mismos datos, deben tratar de coordinar su recopilación para evitar las duplicaciones.

La información que puede obtenerse a través de los cuestionarios atañe a prácticamente todas las variables. Los datos socioeconómicos pueden obtenerse a través de cuestionarios destinados a distintas fuentes. Sin embargo, en todos los casos, las variables obtenidas son una opinión y no una medición directa, y por lo tanto pueden contener errores de bulto. Es más fiable para este tipo de datos la utilización de observaciones directas o de sistemas de presentación de informes.

Los cuestionarios, al igual que las entrevistas, pueden contener preguntas estructuradas con espacios en blanco para rellenar, preguntas con opciones múltiples o pueden incluir preguntas abiertas en las que se invita al encuestado a contestar de forma amplia y en cierta medida elegir su propio enfoque.

Para facilitar la cumplimentación de los formularios y la introducción de datos en un formato estructurado, éste debería ser preferiblemente de lectura automática o al menos presentar una disposición en la que los campos de datos sean claramente identificables y las respuestas estén previamente codificadas. En general, la escritura debería limitarse al máximo (por ejemplo, casillas para marcar, opciones múltiples), reservándose ésta preferiblemente a los números. En un formato abierto, deben imponerse posteriormente palabras clave y otros procedimientos de estructuración para facilitar la introducción en la base de datos y el análisis, llegado el caso.

3. OBSERVACIÓN

Otra técnica útil para el analista en su progreso de investigación consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo. Como técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica. Los sociólogos, psicólogos e ingenieros industriales utilizan extensamente esta técnica con el fin de estudiar a las personas en sus actividades de grupo y como miembros de la organización. El propósito de la organización es múltiple: permite al analista determinar que se está haciendo, como se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace. Observar las operaciones la proporciona el analista hechos que no podría obtener de otra forma.

El analista de puede observar de tres maneras básicas:

- Primero, puede observar a una persona o actitud sin que el observado se dé cuenta y su interacción por aparte del propio analista.

- Segundo, el analista puede observar una operación sin intervenir para nada, pero estando la persona observada enteramente consciente de la observación.
- Por último, puede observar y a la vez estar en contacto con las personas observadas. La interacción puede consistir simplemente en preguntar respecto a una tarea específica, pedir una explicación, etc.

A) PREPARACIÓN PARA LA OBSERVACIÓN

- Determinar y definir aquello que va a observarse.
- Estimular el tiempo necesario de observación.
- Obtener la autorización de la gerencia para llevar a cabo la observación.
- Explicar a las personas que van a ser observadas lo que se va a hacer y las razones para ello.

B) CONDUCCIÓN DE LA OBSERVACIÓN

- Familiarizarse con los componentes físicos del área inmediata de observación.
- Mientras se observa, medir el tiempo en forma periódica.
- Anotar lo que se observa lo más específicamente posible, evitando las generalidades y las descripciones vagas.
- Si se está en contacto con las personas observadas, es necesario abstenerse de hacer comentarios cualitativos o que impliquen un juicio de valores.
- Observar las reglas de cortesía y seguridad.

C) SECUELA DE LA OBSERVACIÓN

- Documentar y organizar formalmente las notas, impresionistas, etc.
- Revisar los resultados y conclusiones junto con la persona observada, el supervisor inmediato y posiblemente otro de sistemas.

4. CHECKLIST

Los listados de control, listados de chequeo, checklist u hojas de verificación, siendo formatos generados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistemática. Se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante.

Los principales usos de los checklist son los siguientes:

- Durante la realización de actividades en las que es muy importante que no se olvide ningún paso y deben hacerse las tareas con un orden establecido.
- Realizar inspecciones donde se deja constancia de cuales han sido los puntos inspeccionados.
- Verificar o examinar artículos.
- Examinar o analizar la localización de los defectos.
- Verificando las causas de los defectos.
- Verificar y analizar las operaciones.
- Recopilar datos para su futuro análisis.

El listado suele ser utilizado para realizar las comprobaciones rutinarias y asegurar que al operario o el encargado de dichas comprobaciones no se le pasa nada por algo, además de que se realice la simple obtención de datos.

La ventaja de los checklist es que, además de sistematizar todas las actividades que se deben realizar, una vez que se han rellenado sirven de registro, y puede ser revisado de manera posterior para tener constancia de las diferentes actividades que se realizan en un momento dado.

Un checklist es una herramienta de ayuda en el trabajo que se diseña para reducir los errores provocados por los potenciales límites de la memoria y la atención en el ser humano. Ayuda a asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de una tarea. Un ejemplo sencillo de un listado de comprobación será un listado de tareas pendientes.

D. SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica de recolección de datos	Aplica	Justificación
Encuesta	No	La poca accesibilidad a la población objetivo hace que la encuesta no sea una técnica factible debido a la poca obtención de datos para el posterior análisis con métodos estadísticos.
Entrevista no estructurada	No	La entrevista no estructurada requiere más de un encuentro para identificar la información que se puede obtener de un entrevistado, esto es incompatible con la modalidad de los empresarios o gerentes de las empresas, debido a que por lo general conceden un único acercamiento. Por otra parte, se requiere un entrevistador con altas capacidades de socialización y altamente inmerso en el rubro de los platicos para obtener información que pueda ser de utilidad.
Entrevista estructurada	Si	Se debe establecer un plan con la información necesaria para establecer un diagnóstico, esa información debe expresarse en forma de preguntas y este se convertiría en el instrumento a utilizar en las entrevistas estructuradas.
Observación	Si	Debido a que las empresas no tienen una apertura completa hacia sus procesos, se recurre a la observación de los hechos en el sitio, determinando así cual es la situación de la empresa sin obtener esa información directamente de los representantes de la empresa.
Checklist	Si	Durante las visitas a las empresas habrán aspectos observables a simple vista que permitirán realizar conclusiones sin la necesidad de preguntar directamente a la persona encargada de la visita.

Tabla 5: Selección de Técnicas de Recolección de Datos

E. DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se recurre a una matriz en donde se plantea un objetivo o información que se desea conocer y que pregunta puede llevar a conocer dicha información.

1. ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EL ÁREA DE FLEXOGRAFÍA

Como se estableció en las limitaciones de esta etapa, los productos que pertenecen a la rama de la flexografía y termoencogibles se dejaban fuera de los sujetos de análisis debido a que presentaban aplicación de la fabricación digital en estas empresas. El objetivo de esta entrevista es sustentar, de la mano de una persona fuertemente ligada al rubro, las aseveraciones hechas en el apartado de limitaciones.

La entrevista, con los objetivos de cada una de las preguntas es la siguiente:

Objetivo	Pregunta
Establecer un punto de referencia sobre la experiencia de la persona al momento de hablar sobre términos relacionados con fabricación digital.	¿Cuál es su experiencia laboral en la industria plástica?
Determinar los conocimientos que tiene la persona sobre la fabricación digital	¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?
Conocer el contexto histórico de la transición de las tecnologías convencionales de fabricación a las digitales	¿Durante su trayectoria presenció la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital?
Determinar si los productos relacionados con la Flexografía podrían ser candidatos para adoptar la fabricación digital	¿Considera que se podría aplicar la Fabricación Digital en los procesos de laminado, flexografía y Roto grabado?
Determinar las diferentes áreas de incursión de la fabricación digital	¿Cuáles considera usted que son las áreas de aplicación de la fabricación digital en la industria plástica?
Indagar sobre los posibles usos de la fabricación digital en las empresas que se dedican a la flexografía	¿Las empresas dedicadas a la fabricación de empaque flexible realizan prototipos?
Conocer los motivos de una empresa para realizar una renovación tecnológica en sus procesos	¿Con que objetivo las empresas podrían optar por la adopción de fabricación digital?
Conocer las mejoras que experimento la empresa con la adopción de nuevas tecnologías de fabricación	¿Cuáles son las ventajas competitivas que una empresa puede obtener de la adopción de la fabricación digital?
Determinar los conocimientos de la aplicación digital en otras empresas del sector o ajenas a él.	¿Conoce de empresas del rubro de productos plásticos que actualmente empleen la fabricación digital en sus procesos? ¿Cuales?
Determinar la demanda potencial de personas capacitadas para ejercer puesto relacionados con la fabricación digital	¿Conoce el número estimado de empleados involucrados en procesos de fabricación digital en las empresas de la industria?

Conocer la demanda potencial de posibles cursos o programas de instrucción sobre fabricación de parte de las empresas.	¿Conoce el procedimiento mediante el cual las personas involucradas en la fabricación digital son instruidas con los conocimientos técnicos respectivos?
Determinar la tendencia de formación en las empresas del rubro de los plásticos	¿Las empresas se encargan personalmente de la instrucción de sus empleados o recurren a terceros para llevar a cabo esta actividad?
Conocer si las empresas tiene claridad en el perfil profesional deseado para las personas que se involucran en la fabricación	¿Conoce usted el perfil que debe cumplir un aspirante a un puesto de fabricación digital para desempeñar las tareas delegadas adecuadamente?

Tabla 6: Diseño de entrevista a experto en el área de flexografía

2. ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EMPAQUES RÍGIDOS

El objetivo de esta entrevista es establecer una línea base de la situación actual de las empresas del rubro de plásticos en El Salvador. Está dirigida a personas que desempeñen o hayan desempeñado cargos de gerencia media o alta gerencia en alguna de las empresas del rubro en estudio. De esta manera se pretende establecer un contexto histórico del desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías, situación sobre la oferta de mano de obra especializada; entre otros.

La entrevista con el objetivo para cada una de las preguntas se presenta en la siguiente tabla:

Objetivo	Pregunta
Determinar los conocimientos que posee la persona sobre fabricación digital	1. ¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?
Conocer sobre los potenciales productos donde puede ser utilizada la fabricación digital	2. ¿En la fabricación de qué tipo de productos plásticos considera que utilizan o pueden utilizar fabricación digital?
Sentar las bases históricas y mostrar la evolución de las tecnologías de fabricación a lo largo de los años	3. ¿Podría proporcionar una breve reseña histórica sobre cómo se ha ido implementando la fabricación digital en el rubro de los plásticos?
Determinar si la persona ha estado involucrada con procesos o en proyectos relacionados a la fabricación digital	4. ¿Cuál es su trayectoria/experiencia en empresas de la industria plástica?
Establecer el nivel de involucramiento de la persona en los cambios tecnológicos que se dieron en las empresas donde laboró	5. ¿Durante su trayectoria en las diferentes empresas del rubro participo o presencio la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital en los procesos productivos?
Conocer la situación actual de la empresa donde laboró en cuanto a procesos, tecnología empleada, especialización de la mano de obra, etc.	6. ¿Cuál es la situación actual de esas empresas en cuestión de equipo, procesos, especialización de la mano de obra y número

	aproximado de empleados relacionados con la fabricación digital?
Indagar sobre la situación actual de las empresas del rubro de los plásticos y las formas de uso de la fabricación digital en ellas	7. ¿Conoce de empresas del rubro de plásticos que actualmente empleen la fabricación digital en sus procesos?, de ser así ¿De qué manera la utilizan?
Determinar los motivos que impulsan a una empresa a realizar una inversión en función de dar un salto tecnológico	8. ¿Con que objetivo las empresas adoptan este tipo de tecnologías?
Conocer cuál es el factor de diferenciación de estas empresas que emplean nuevas tecnologías a comparación de las empresas con proceso tradicionales	9. ¿Cuáles cree que son las ventajas competitivas que puede aportar esta tecnología a una empresa del rubro?
Conocer sobre la situación actual del sector manufacturero en cuanto al empleo de nuevas tecnologías de fabricación	10. ¿Sabe de otro tipo de industria manufacturera que esté utilizando este tipo de fabricación?
Determinar las condiciones que debe reunir una empresa para iniciar el proceso de adopción de nuevas tecnologías de fabricación	11. ¿Qué consideraciones debe tomar una empresa para optar a aplicar este tipo de fabricación?
Establecer si es más factible para las empresas contratar servicios externos de fabricación de moldes o implementos para la manufactura que tener su propio centro de creación de los mismos	12. ¿Considera que la aplicación de fabricación digital puede adoptarse como outsourcing?
Establecer si existe una necesidad de capacitación o certificación de la mano de obra para integrarla en puestos relacionados con la fabricación digital	13. ¿Considera que las empresas se beneficiarían de la existencia de un certificado, capacitación o diplomado para la identificación del recurso humano idóneo para desempeñar cargos relacionados con la fabricación digital?

Tabla 7: Diseño de la entrevista a experto en empaques rígidos

3. ENTREVISTA PARA PERSONAL OPERATIVO EN EL RUBRO DE EMPAQUES RÍGIDOS

Esta entrevista tiene como objetivo determinar cuáles son los conocimientos que posee el personal operativo que desempeña funciones relacionadas con la fabricación digital. También se pretende conocer si además de los conocimientos técnicos como diseño y manufactura tienen una visión orientada a la innovación y creación de nuevos productos.

La entrevista con sus respectivos objetivos por cada pregunta se presenta a continuación:

Objetivo	Posible pregunta
Establecer un punto de referencia sobre la experiencia de la persona al momento de hablar sobre términos relacionados con fabricación digital.	¿Cuál es su experiencia laboral en la industria plástica?

Determinar los conocimientos que tiene la persona sobre la fabricación digital	¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?
Conocer el contexto histórico de la transición de las tecnologías convencionales de fabricación a las digitales	¿Durante su trayectoria presenció la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital?
Establecer los posibles obstáculos a los que puede enfrentarse una empresa que tenga interés en dar el salto tecnológico hacia la fabricación digital y poder visualizar un plan de contingencia.	¿Qué restricciones o inconvenientes experimento la empresa para la adopción de esta tecnología?
Conocer los medios que utilizan las empresas para mantener capacitado al capital humano	¿Cómo fue el proceso de Inducción, Capacitación, Reclutamiento del Recurso Humano para la utilización de esta tecnología?
Establecer el avance que pudieron haber tenido tanto la empresa visitada como las del rubro	¿Considera que las necesidades de aplicación de este tipo de fabricación han aumentado con el paso de los años?
Determinar el uso de la fabricación digital dentro de la empresa (Prototipado, producto terminado, I+D, etc)	¿Qué aplicación se le da a la fabricación digital llevada a cabo en el departamento?
Conocer los motivos de una empresa para realizar una renovación tecnológica en sus procesos	¿Con que objetivo las empresas podrían optar por la adopción de fabricación digital?
Conocer las mejoras que experimento la empresa con la adopción de nuevas tecnologías de fabricación	¿Cuáles son las ventajas competitivas que una empresa puede obtener de la adopción de la fabricación digital?
Comparar la eficiencia de los procesos previos a la fabricación digital	¿Cuánto es el tiempo promedio de los proyectos de fabricación de moldes?
Determinar la capacidad de los integrantes de la unidad o departamento relacionado con la fabricación digital para explotar las ventajas de las nuevas tecnologías	¿Cuál ha sido el aporte de su departamento o unidad a la empresa?
Determinar el grado de inventiva de la unidad para con el uso de las tecnologías en beneficio de la empresa	¿Ha desarrollado su departamento o unidad productos para satisfacer las necesidades de los clientes y que varían considerablemente de los productos convencionales que comercializa la empresa?
Establecer los motivos que impulsaron a la empresa para incursionar con nuevas tecnologías de fabricación	¿Qué consideraciones debe tener la empresa al optar por aplicar este tipo de fabricación?
Determinar el nivel de conocimientos y las capacitaciones o cursos que son necesarios para desempeñar un cargo relacionado con la fabricación digital	¿Qué necesidades de capacitación cree que requiere para el desarrollo de sus funciones?

Tabla 8: Diseño de entrevista para personal operativos en empaque rígido

4. CHECKLIST PARA VISITA A KONTEIN

LISTA DE CHEQUEO

APLICACIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LAS EMPRESAS DEL RUBRO DE LOS PLÁSTICOS

Objetivo: Determinar por medio de la técnica de observación apoyada con un Checklist, el grado

Observación	Sí	No
¿Posee la empresa equipo informático con la capacidad de ejecutar programas de modelado 3D?		
¿Utiliza la empresa algún software de modelado para el diseño de sus productos?		
¿Posee la empresa Scanner 3D?		
¿Posee la empresa software especializado para el análisis de ingeniería?		
¿Posee la empresa maquinaria operada por Control Numérico?		
¿Utiliza la empresa programas de modelado 3D para el diseño de nuevos productos?		
¿Cuenta la empresa con Impresoras 3D?		
¿La maquinaria y procesos productivos de la empresa son capaces de ejecutar la Fabricación Digital?		
¿Posee la empresa una unidad, área o departamento dedicado a la innovación y desarrollo de nuevos productos?		
¿La empresa realiza prototipado durante el proceso de creación de nuevos productos?		
¿El personal asignado a la operación de los centros de maquinado CNC tienen conocimientos sobre fabricación digital?		
¿Posee la empresa software especializado para el diseño de la manufactura de los productos?		

de implementación de la fabricación digital en la empresa Kontein.

II. DEFINICIÓN DE POBLACIÓN OBJETIVO

A. DEFINICION DEL UNIVERSO

El universo contempla a empresas del sector manufacturero y es representado por las siguientes características:

Ubicación geográfica: El Salvador

Pertencen al universo en estudio todas las empresas que tengan su domicilio y sus plantas de producción en El Salvador.

Producto final: Productos plásticos

Pertencen al universo en estudio todas las empresas que produzcan artículos plásticos.

B. EMPRESAS QUE CONFORMAN EL UNIVERSO

Las 91 empresas que conforman el universo según el Directorio Económico de Empresas 2011-2012 se presentan en la siguiente tabla:

RAZON SOCIAL	ACIVIDAD COMERCIAL
Termoencogibles, S, A De C. V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Matricería Roxy	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Salvaplastic	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Termoformados Modernos, S.A De C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Industrias Plasticas S.A De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Robertoni / División Empaques Plásticos	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Salvaplastic Internacional, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Plastinsa De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Plastiglas De El Salvador, S. A. DE C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Tacoplast S. A. De C. V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Plásticos El Panda, S.A. De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Polybag, S.A De C.V	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Dipsa	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Plastymet, S.A.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros

RAZON SOCIAL	ACIVIDAD COMERCIAL
Typ, Sa. De Cv.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.
Best Plast	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Industrias Kawaki S.A De C.V.	Fabricación de muebles de plástico
Grupo Hb, S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Toto, S. A De C. V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Industrias San Chia, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Poliflex, S. A. De C. V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Plásticos Tecnificados S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Golden Alpha, S. A. De C. V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Polisa De C.V	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Artisa, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Thermo Plast, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Propladi, S.A. De C.V.	Maquila de plásticos
Melendez Zedan, S.A De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Zami , S.A. De C.V.	Maquila de plásticos
Promarmol Sa De Cv	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Convertidora Fenix S.A De C.V	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Ravi Centroamerica, SA. De C.V	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Total Pet El Salvador, S.A. De C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Amcors Pet Packaging De El Salvador, S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Multipack, S.A. De C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Chonsa Plasticos Industrial, S. A. De CV	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Tuberías S.A. De C.V.	Fabricación de tubería de plástico pvc, y otros accesorios y artículos para la construcción
Amcors Rigid Plastics C. A.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Recicladora Nacional, S.A. De C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.
C Y M Distribuidores, S. A. De C.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar,

RAZON SOCIAL	ACIVIDAD COMERCIAL
V.	personal y otros
J De J. Flexográfica Salvadoreña, S. A. De C. V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Moldinca, S.A De C.V	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Flexoprint, S. A. De C. V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Idibsa De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Converplast, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Galaplastic, S.A De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Bolsas Líder Pack , S.A. De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Packprint, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Soluciones Mecánicas, S, A De C. V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Bolpack	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Modern Plastics. S.A De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Productos Plásticos S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Unitape El Salvador	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Proviplastic , S. A. De C. V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Z Plastic. S. A De C. V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Industrias Plastimel	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Plasticos Rm , S. A. De C. V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Inversiones Cuyagualo,S.A. De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Ecoprint	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Plásticos Las Américas, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Hasvic De El Salvador	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Soldi, S, A De C.V.	Fabricación de cerdas, filamentos, cordeles plásticos, y algunos artículos de estos filamentos
New Era, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Artisa Internacional, S. A. De C. V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
Preformas Y Envases. S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Plastinova, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax

RAZON SOCIAL	ACIVIDAD COMERCIAL
Vidaplast	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Poliplast, S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Interplastiz S.A De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Manufacturas Delta, S.A. De C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Plásticos Cuscatlán , S.A. De C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.
Ipla	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.
Tecnova, S.A De C.V.	Fabricación de tubería de plástico pvc, y otros accesorios y artículos para la construcción
B Y H	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Internacional De Plásticos, S.A. De C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Termo ,S.A De C.V	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Ruplast, S, A De C. V	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Plásticos De Ingeniería, S .A De C. V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
Packfilm Centroamérica	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Empaques Y Envases Flexibles Laminados, S.A De C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
Reciclados Mg. S.A De C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Film Pack, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Herco	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Coestruidos Santa Teresa, S. A. De C. V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
Salvapots	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Serviplast, S. A. De C. V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
Tecnología De Empaques, S. A. De C. V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.

Tabla 10 - Universo de Empresas de Productos plásticos de El Salvador

C. POBLACIÓN OBJETIVO

La determinación de la población objetivo se logra por medio de la delimitación de un universo de acuerdo a características de interés. La población objetivo del estudio es aquel conjunto de empresas de la industria plástica que está aplicando o puede llegar a aplicar la fabricación digital. Las empresas con mayor oportunidad de aplicar la fabricación digital son aquellas que fabrican productos plásticos rígidos a través de procesos de inyección, soplado y estiramiento de preformas PET.

Definición de la población objetivo:

Empresas ubicadas en El Salvador, dedicadas a la fabricación de productos plásticos por medio de procesos de Inyección, Soplado y Estiramiento de preformas PET.

D. DELIMITACION DE LA POBLACION

Por medio de investigación bibliográfica se determinaron las empresas del universo que cumplieran con la definición de la población objetivo, las cuales utilizan procesos productivos de inyección, soplado, estiramiento de preformas PET y adicionalmente se identificó a aquellas que cuentan con procesos de matricería CNC. Las empresas que conforman la población objetivo definitiva son:

N°	EMPRESA	MATRICERIA
1	ARTISA SA DE CV	X
2	GRUPO RAVICORP	
3	MANUFACTURAS PLASTICAS SA DE CV	
4	MATRICERIA INDUSTRIAL ROXY SA DE CV	X
5	MELENDEZ ZEDAN SA DE CV	
6	POLIETILENO Y FLEXOGRAFIA SA DE CV	
7	SALVAPLASTIC SA DE CV	X
8	SIGMA SA DE CV	X
9	SMI PET EL SALVADOR SA DE CV	
10	TALLERES MONDINI SA DE CV	
11	VIDAPLAST SA DE CV	
12	DISCOVERY ENVIRONMENTAL CORP	X
13	PLASTIGLAS DE EL SALVADOR, S. A. DE C.V.	
14	TACOPLAST S. A. DE C. V.	
15	PLASTYMET, S.A	

Tabla 11 - Población de Empresas con procesos de Inyección, soplado y estiramiento de PET

La recolección de datos de fuentes primarias, en este caso las empresas de la población objetivo, se enfocará en conocer la experiencia de la implementación de fabricación digital, sus aplicaciones y los problemas que surgen en su implementación o aplicación. A efectos de recolección de información, se utilizarán aquellas empresas de la población objetivo que, además de fabricar productos plásticos rígidos a través de procesos de inyección, soplado y estiramiento de preformas PET, cuenten con procesos de matricería. La conformación de la población objetivo para la recolección de datos se muestra en el siguiente diagrama:



Diagrama 1 - Resumen Universo – Poblacion objetivo

III. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

A. DETERMINACION DEL METODO DE MUESTREO

La muestra es un conjunto de los elementos que conforman la población y que es utilizada para obtener información representativa de toda la población sin necesidad de abordar a todos los elementos que la componen.

De acuerdo a las características de las poblaciones en cuanto a número de Empresas, accesibilidad a estas y la homogeneidad de su actuación empresarial se justifica el uso del *muestreo no probabilístico*

El muestro no probabilístico es en el que la persona que selecciona la muestra es la que procura que esta sea representativa, dependiendo tal representatividad de su intención u opinión, con lo que la valoración de la representatividad es subjetiva. Evidentemente en este tipo de muestreo no se seleccionan muestras aleatorias, se limita al muestreo de unidades que parecen ser representativas de la población bajo estudio. Se obtiene información de las unidades que conforman la muestra, a partir de la cual se llevan a cabo las estimaciones de los parámetros correspondientes. (Camacho, Ramírez, & Pedraza, 2016)

En la presente investigación el muestreo no probabilístico aplica dado que no se requieren cifras exactas sobre la representatividad estadística de los resultados por ser de carácter cualitativa.

B. MÉTODOS DE MUESTREO NO PROBABILÍSTICOS

Entre los métodos de muestreos no probabilísticos se encuentran:

- **Muestreo por cuotas:**
Se utiliza con poblaciones que solo comparten alguna característica principal y son estratificadas por características secundarias con el fin de elegir cuotas de cada uno de los estratos e incrementas así el nivel de representatividad.
- **Muestreo bolo de nieve:**
Consiste en elegir una primera unidad de muestra intencional y basarse en la premisa que los elementos de la población se conocen entre sí y así las unidades siguientes sean determinadas por la unidad anterior.
- **Muestreo de conveniencia:**
Consiste en obtener una muestra de acuerdo con la conveniencia del investigador, acudiendo a poblaciones accesibles
- **Muestreo por juicio personal:**
Consiste en acudir a expertos en la materia, los cuales sustituyen el azar por un conocimiento profundo del tema a tratar.

C. SELECCIÓN DE METODO DE MUESTREO

El método de muestreo a seleccionar depende de las características de la población. La siguiente tabla muestra la característica que requiere cada método, determinándose que se utilizara el muestro por conveniencia y por juicio propio.

METODO	CARACTERÍSTICA	APLICA / NO APLICA
Muestreo por cuotas	Población estratificada	No Aplica
Muestreo de bola de nieve	Unidades de muestra determinan las siguientes unidades.	No Aplica
Muestreo por conveniencia	Muestra accesible	Aplica
Muestro por juicio propio	Muestra elegida discrecionalmente	Aplica

Tabla 12: Elección de método de muestreo

D. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra a elegir para la investigación de campo depende de si las empresas de la población objetivo para la recolección de datos hayan implementado fabricación digital. Mediante contacto directo e investigación bibliográfica se comprobó que 2 empresas, Sigma Q a través de su división de envases plásticos rígidos fabricados en la empresa Kontein y Discovery Environmental Corp aplican fabricación digital.

Utilizando el método de muestreo por conveniencia, se seleccionó a la empresa Kontein, una división de Sigma SA de CV como muestra para realizar la investigación de campo y levantar la línea base del estudio debido a la accesibilidad mostrada para la realización del estudio.

La representatividad de los datos a recolectar en Kontein serán representativos para la población objetivo debido a que es una empresa referente en la industria de productos plástico.

E. KONTEIN, UNA DIVISION DE SIGMA SA DE CV

SigmaQ fue Fundada en 1969 en El Salvador y cuenta hoy con 50 años de experiencia en empaques y exhibidores. Sigma Q cuenta con 9 plantas de producción en distintos países de Centroamérica, Mexico y EEUU.



Ilustración 32: Logo SigmaQ

MISIÓN

Mantener niveles de crecimiento y ganancias sostenibles, impulsados por un profundo entendimiento de las necesidades cambiantes de nuestros clientes y por los estándares más altos de innovación, flexibilidad y eficiencia de costos.

VISIÓN

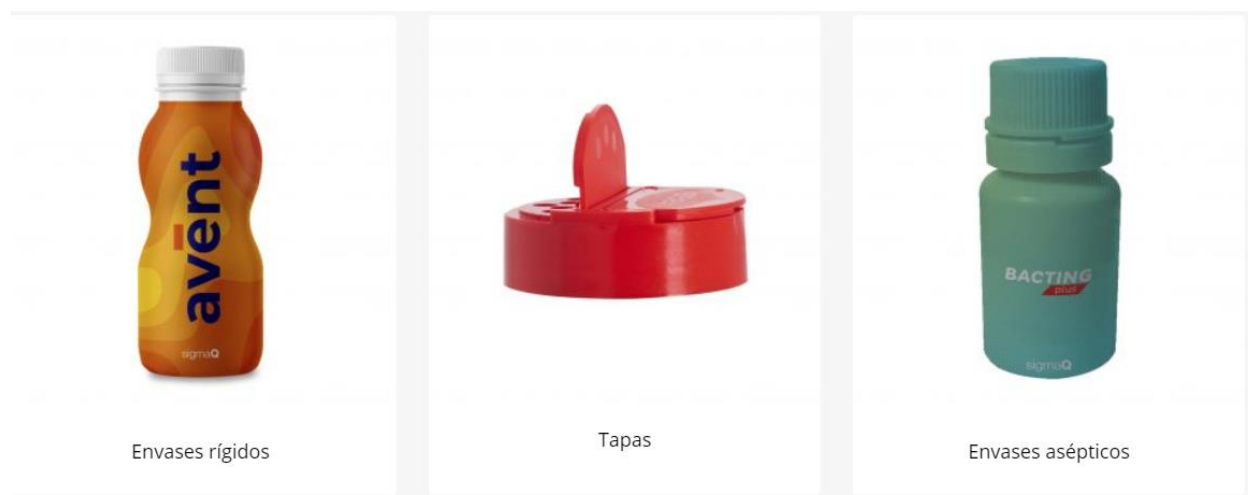
Ser reconocidos por nuestros clientes como proveedor de las soluciones más innovadoras y valiosas para proteger, transportar y vender sus productos, integrándonos a su cadena

KONTEIN

Kontein es una fábrica de envases y tapas plásticas de El Salvador parte del Grupo Empresarial Sigma Q, fue adquirida por Sigma Q en el año 1978.

- Procesos de soplado, inyección, estirado-soplado e inyección PET
- Departamento de diseño
- Producción propia de muestras y prototipos con impresión 3-D

Entre sus principales productos se encuentran:



Envases rígidos

Tapas

Envases asépticos

Ilustración 33: Productos de Kontein

IV. SISTEMA DE HIPÓTESIS

Una hipótesis es una proposición que establece una relación entre dos variables propias de una situación o realidad. Un Sistema de hipótesis es un conjunto de hipótesis formuladas con el fin de explicar y establecer una aproximación con la realidad a investigar para luego ser comprobadas con la información recolectada en la investigación de campo. Las siguientes hipótesis están fundamentadas en una investigación preliminar del contexto educacional y empresarial relacionado con la fabricación digital en la realidad actual nacional.

Para efectos de simplificación de la formulación de hipótesis se comprenden el termino:

Empresas: Empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos por medio de procesos de inyección, soplado y estiramiento de preformas de PET.

HIPOTESIS 1

“Ninguna de las Empresas aplica la Fabricación Digital en su totalidad”

Se considera que aun las empresas más innovadoras del rubro no aplican la totalidad de los pasos (CAD, CAE, CAM y Manufactura) que la fabricación digital requiere para ser considerada como tal.

- Variable dependiente: Empresas que aplican Fabricación digital
- Variable independiente: Pasos CAD, CAE y CAM y Manufactura aplicados

HIPOTESIS 2

“El área de oportunidad para la aplicación de la Fabricación Digital en las Empresas es el prototipado de nuevos productos”

Se considera que la principal aplicación de la Fabricación Digital es en el prototipado de artículos plásticos con el fin de innovar en sus diseños o presentar propuestas a clientes para fines de comercialización.

- Variable dependiente: áreas de oportunidad identificada para la aplicación de Fabricación Digital en las Empresas
- Variable independiente: Aplicación o necesidades de aplicación de Fabricación Digital

HIPOTESIS 3

“El personal dedicado a procesos de diseño y/o manufactura asistida por computadora en las Empresas no cuentan con estudios especializados y su conocimiento se basa en la experiencia y capacitaciones adquiridas en estas.”

Se considera que las personas que están relacionadas con procesos de diseño CAD o programación de centros de mecanizado CNC han ido formándose con el conocimiento adquirido por la experiencia y capacitaciones operativas recibidas por parte de la empresa, pero que no han recibido una formación o especialización específica en el tema de Fabricación Digital.

- Variable dependiente: Conocimientos teóricos y prácticos de los empleados de las empresas dedicados a la Fabricación Digital
- Variable independiente: Estudios y/o capacitaciones recibidas por los empleados

HIPOTESIS 4

“La aplicación de Fabricación Digital permite la diversificación e innovación de productos para satisfacer nuevos clientes y acceder a nuevos mercados”

Se considera que una empresa que implemente la Fabricación Digital opta a poder satisfacer necesidades de nuevos clientes a través del diseño de nuevos productos.

- Variable dependiente: Diversificación de productos e innovación en diseños
- Variable independiente: Necesidades de clientes y oportunidades de mercado

HIPOTESIS 5

“Las Empresas que aplican Fabricación Digital cuentan con un máximo de 5 empleados laborando en puestos relacionados a este tipo de fabricación.”

Se considera que las empresas que aplican Fabricación Digital total o parcialmente cuenta con poco personal dedicado a este tipo de procesos ya sea por falta de capacitación o poca demanda de mano de obra.

- Variable dependiente: Número de empleados dedicados a la Fabricación Digital en las Empresas
- Variable independiente: Necesidades de mano de obra calificada para aplicar Fabricación Digital

HIPOTESIS 6

“Las Empresas prefieren instruir al personal sobre competencias de fabricación digital a través de terceros”

- Variable dependiente: Conocimientos del personal adquiridos por cursos de instrucción.
- Variable independiente: Cursos de instrucción recibidos por Insaforp, Fundeplast, etc.

HIPOTESIS 7

“El periodo de inducción del personal cuando las empresas implementan la fabricación digital es difícil de pronosticar al no haber un plan de inducción/instrucción de referencia”

- Variable dependiente: Duración del periodo de inducción/instrucción de la implementación de la fabricación digital
- Variable independiente: Plan de inducción/instrucción del personal de la empresa

HIPOTESIS 8

“El conocimiento relacionado a la fabricación digital no es internalizado por las Empresas y su conservación depende del futuro del personal”

- Variable dependiente: Conocimiento explícito internalizado propio de la empresa
- Variable independiente: información documentada referente a la fabricación digital, Su aplicación y la transferencia de estos conocimientos.

V. TABULACIÓN DE DATOS RECOLECTADOS

A. DATOS RECOLECTADOS CON ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EL ÁREA DE FLEXOGRAFÍA

Los datos para determinar la población objetivo fueron recolectados por medio de la entrevista realizada al Ing. José Tomas Cerna Trujillo. Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla resumen:

Pregunta	Respuesta/Datos
1. ¿Cuál es su experiencia laboral en la industria plástica?	Rotoflex/Sigma y Cajas y Bolsas SA
2. ¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?	Poco. Corte laser en aceros, modelado para compra de moldes, diseño y corte de cajas
3. ¿Durante su trayectoria presencié la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital?	No. Adopción de maquinaria automatizada para control de rollos y parámetros para la impresión de empaque flexibles.
4. ¿Considera que se podría aplicar la Fabricación Digital en los procesos de laminado, flexografía y Roto grabado?	No, son procesos diferentes. Solo se aplica CAD
5. ¿Cuáles considera usted que son las áreas de aplicación de la fabricación digital en la industria plástica?	Modelado de prototipos de artículos rígidos
6. ¿Las empresas dedicadas a la fabricación de empaque flexible realizan prototipos?	Si, son conocidos como dummy's. se realizan manualmente y su fin es probar materiales y su desempeño en la función de barrera.
7. ¿Con que objetivo las empresas podrían optar por la adopción de fabricación digital?	El empresario busca innovar para no quedarse atrás y perder oportunidades de mercado.
8. ¿Cuáles son las ventajas competitivas que una empresa puede obtener de la adopción de la fabricación digital?	El 70-80% del costo de los productos plásticos lo constituye la materia prima. Por medio de innovación en el diseño se puede reducir 20-30% de materia prima conservando todas las propiedades físicas del producto.
9. ¿Conoce de empresas del rubro de productos plásticos que actualmente empleen la fabricación digital en sus procesos? ¿Cuales?	Solo tiene el conocimiento de Kontein en la elaboración de moldes por ser parte del grupo Sigma.
10. ¿Conoce el número estimado de empleados involucrados en procesos de fabricación digital en las empresas de la industria?	No.

Pregunta	Respuesta/Datos
11. ¿Conoce el procedimiento mediante el cual las personas involucradas en la fabricación digital son instruidas con los conocimientos técnicos respectivos?	En la mayoría de los casos son los proveedores de la maquinaria quienes proveen la capacitación necesaria a los empleados.
12. ¿Las empresas se encargan personalmente de la instrucción de sus empleados o recurren a terceros para llevar a cabo esta actividad?	Si no es el mismo proveedor el que brinda la capacitación se recurre al sombreado del nuevo personal hacia los trabajadores con experiencia.
13. ¿Conoce usted el perfil que debe cumplir un aspirante a un puesto de fabricación digital para desempeñar las tareas delegadas adecuadamente?	Sé que deben tener conocimientos en programas de diseño por computadora pero desconozco en sí cuales programas.

Tabla 13 Tabulación de resultados obtenidos de entrevista 1

B. DATOS RECOLECTADOS CON ENTREVISTA PARA EXPERTOS EN EMPAQUES RÍGIDOS

Los datos referentes a la población fueron recolectados por medio de la entrevista realizada al Ing. Luis Alfredo Cienfuegos. Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Pregunta	Respuesta/Datos
1. ¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?	Es una tecnología actualmente en tendencia, con aplicaciones en prototipos, muestras, productos terminados y moldes
2. ¿En la fabricación de qué tipo de productos plásticos considera que utilizan o pueden utilizar fabricación digital?	Todos, incluso productos que podrían parecer insignificantes como una botella requieren de un proceso de diseño que involucra dimensiones generales, espesores, volumen contenido y aspectos estéticos.
3. ¿Podría proporcionar una breve reseña histórica sobre cómo se ha ido implementando la fabricación digital en el rubro de los plásticos?	Todo inicia unos 20 años atrás cuando los empaques hacen una migración del vidrio y el cartón hacia los plásticos. Las empresas asisten a ferias internacionales en donde se adquieren nuevas tecnologías y van actualizando sus procesos siempre en la medida que lo permitan los recursos de cada una.
4. ¿Cuál es su trayectoria/experiencia en empresas de la industria plástica?	25 años de trabajo en las industrias del sector plástico en empresas como Kontein que se dedica a la elaboración de empaques rígidos y Sun Chemical, una división química de SigmaQ dedicada a las tintas.
5. ¿Durante su trayectoria en las diferentes empresas del rubro participo o presencia la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital en los procesos productivos?	Anteriormente las maquinas funcionaban en base a tarjetas perforadas en donde se registraban las operaciones a realizar por una máquina con el peligro de que las cintas pudieran dañarse. Hoy en día la maquinaria es operada en base a control numérico. Se

	pasó de la realización de modelos por parte de artesanos a modelos producidos en una fracción del tiempo y con una calidad superior.
6. ¿Cuál es la situación actual de esas empresas en cuestión de equipo, procesos, especialización de la mano de obra y número aproximado de empleados relacionados con la fabricación digital?	Por lo menos en Kontein era un equipo de 6 personas que trabajaban en el área de maquinado CNC y desarrollo de moldes.
6. ¿Cuál es la situación actual de esas empresas en cuestión de equipo, procesos, especialización de la mano de obra y número aproximado de empleados relacionados con la fabricación digital?	Falta mucho por recorrer en temas de especialización, muchas empresas prefieren adquirir moldes usados y por medio de mantenimiento alargar su vida útil, no ven como una opción dar un salto tecnológico para mejorar sus procesos.
7. ¿Conoce de empresas del rubro de plásticos que actualmente empleen la fabricación digital en sus procesos?, de ser así ¿De qué manera la utilizan?	Se desconoce si la utilizan o no, pero empresas como MANUPLAST del Sr- Billy Nasser, que tiene una visión de desarrollo para su empresa y acceso a recursos financieros para adquirir maquinaria de punta. Por otro lado empresas como Robertoni cuya gama de productos es limitada, no ven como factible el desarrollo de sus propios moldes.
8. ¿Con que objetivo las empresas adoptan este tipo de tecnologías?	Mejorar sus procesos, la productividad; tener una mejor atención al cliente.
9. ¿Cuáles cree que son las ventajas competitivas que puede aportar esta tecnología a una empresa del rubro?	Acceder a mercados internacionales o aquellos que exigen estándares de calidad más altos.
10. ¿Sabe de otro tipo de industria manufacturera que esté utilizando este tipo de fabricación?	Las empresas textiles que utilizan cortadoras CNC para lograr los complicados patrones de sus piezas, procurando utilizar la máxima superficie de las telas
11. ¿Qué consideraciones debe tomar una empresa para optar a aplicar este tipo de fabricación?	En primer lugar, su visión como empresa, el deseo de querer ser competitiva. Tomar en cuenta si estas tecnologías tienen cabida en sus procesos, determinar si es rentable y factible adoptar nuevas tecnologías y si el nivel de clientes con los que cuentan es el suficiente para sostener los costos asociados con la modernización.
12. ¿Considera que la aplicación de fabricación digital puede adoptarse como outsourcing?	Si, hoy en día existen una gran cantidad de empresas con servicios especiales que le permiten a las empresas llevar a cabo procesos que no pueden realizar por si mismas. Hoy en día existen sistemas de resguardo a la propiedad intelectual que protegen la reproducción ilegal de los productos en desarrollo.

Tabla 14: Datos recolectados en entrevista con experto en empaques rígidos

C. DATOS RECOLECTADOS ENTREVISTA PARA PERSONAL OPERATIVO EN EL RUBRO DE EMPAQUES RÍGIDOS

Los datos recolectados por medio de la entrevista realizada al Sr. Nelson Pérez, encargado del Departamento CNC de la empresa Kontein se presentan en la siguiente tabla resumen:

Pregunta	Respuesta/Datos
1. ¿Cuál es su experiencia laboral en la industria plástica?	Auxiliar de fabricante de moldes y Kontein.
2. ¿Qué conocimientos tiene sobre la fabricación digital?	Poco a nivel teórico, pero alto a nivel práctico. Conocimientos de Diseño CAD y diseño de moldes, prototipado convencional e impresión 3D, centros de Mecanizado CNC.
3. ¿Durante su trayectoria presencié la adopción/implementación de tecnologías relacionadas con la fabricación digital?	Si, La implementación del Departamento CNC en Kontein. Se adoptó un Centro de Mecanizado CNC y Torno CNC junto con dos PC de alta gama para proceso CAD/CAM en el año 2004. Se adoptó en el año 2015 la impresión 3D con la adquisición de una impresora catalyst que fue reemplazada por una impresora 3D marca ROBO a principios de 2019. Además, se adquirió un escáner 3D durante el proceso.
4. ¿Qué restricciones o inconvenientes experimentó la empresa para la adopción de esta tecnología?	Falta de personal capacitado con conocimientos respecto a diseño CAD, CAM, Impresión 3D. adecuación de instalaciones para conseguir condiciones óptimas para la maquinaria.
5. ¿Cómo fue el proceso de Inducción, Capacitación, Reclutamiento del Recurso Humano para la utilización de esta tecnología?	El Reclutamiento del Recurso Humano fue a nivel interno, se seleccionó a 3 operarios interesados en aprender este tipo de fabricación. Los proveedores de la maquinaria capacitaron al personal para la operación de esta. El personal del departamento ha recibido múltiples capacitaciones de diseño CAD a través de ITCA - Insaforp
6. ¿Considera que las necesidades de aplicación de este tipo de fabricación han aumentado con el paso de los años?	A medida se han ido desarrollando los proyectos, se ha ido mejorando en el tiempo de respuesta y el éxito de los proyectos ha promovido el trabajo del departamento en demanda y dificultad de los proyectos.
7. ¿Qué aplicación se le da a la fabricación digital llevada a cabo en el departamento?	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de ideas a productos - Digitalización de muestras - Diseño digital de productos - Impresión de modelos o dummy's - Diseño digital de moldes - Fabricación de moldes de inyección y soplado
8.	

Pregunta	Respuesta/Datos
9. ¿Con que objetivo las empresas podrían optar por la adopción de fabricación digital?	Satisfacer las necesidades y demandas del cliente para la comercialización de nuevos productos.
10. ¿Cuáles son las ventajas competitivas que una empresa puede obtener de la adopción de la fabricación digital?	Captación de nuevos clientes, diversificación de productos, disminución de costos y tiempo relacionado a la importación y mantenimiento de moldes.
11. ¿Cuánto es el tiempo promedio de los proyectos de fabricación de moldes?	Aproximadamente 4 meses
12. ¿Cuál ha sido el aporte su departamento o unidad a la empresa?	En 12 años se han desarrollado exitosamente un estimado de 350 proyectos de moldes para nuevos productos o reemplazo.
13. ¿Ha desarrollado su departamento o unidad productos para satisfacer las necesidades de los clientes y que varían considerablemente de los productos convencionales que comercializa la empresa?	Si, El departamento atendió el reto de diseñar un recipiente en forma de calavera (véase Anexo 2) para su comercialización con un cliente internacional específico.
14. ¿Qué consideraciones debe tener la empresa al optar por aplicar este tipo de fabricación?	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuación de instalaciones - Capacitación de personal - Puesta a punto del personal aproximadamente de 3 años
15. ¿Qué necesidades de capacitación cree que requiere para el desarrollo de sus funciones?	Software de análisis como Moldflow o similares.

Tabla 15 Tabulación de resultados obtenidos de entrevista B2

VI. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS.

La comprobación de las hipótesis planteadas en el estudio se realiza mediante la verificación de las variables independientes de cada una de las hipótesis con base en la información obtenida del análisis de los datos recolectados.

Hipótesis	Variable independiente	Hallazgo	Prueba de Hipótesis
1 – “Ninguna de las Empresas aplican la Fabricación Digital en su totalidad	Pasos CAD, CAE y CAM y Manufactura aplicados	Se aplican los pasos CAD, CAM y Manufactura de productos. No se aplica el paso CAE por falta de capacitación.	Aceptada
2 – “El área de oportunidad para la aplicación de la Fabricación Digital en las Empresas es el prototipado de nuevos productos”	Aplicación o necesidades de aplicación de Fabricación Digital	Poca Aplicación de fabricación digital para prototipado y alta aplicación en la fabricación de moldes	Rechazada
3 – “El personal dedicado a procesos de diseño y/o manufactura asistida por computadora en las Empresas no cuentan con estudios especializados y su conocimiento se basa en la experiencia y capacitaciones adquiridas en estas”	Estudios y/o capacitaciones recibidas por los empleados	Capacitaciones recibidas en Insaforp para el manejo de Software de Diseño y por parte de los proveedores de maquinaria.	Aceptada
4 – “La aplicación de Fabricación Digital permite la diversificación e innovación de productos para satisfacer nuevos clientes y acceder a nuevos mercados.”	Necesidades de clientes y oportunidades de mercado	Proyecto de recipiente de calavera desarrollado permitiendo cumplir con las exigencias de un cliente emergente.	Aceptada
5 – “Las Empresas que aplican Fabricación Digital cuentan con un máximo de 5 empleados laborando en puestos relacionados a este tipo de fabricación.”	Necesidades de mano de obra calificada para aplicar Fabricación Digital	La Empresa Kontein cuenta con 3 técnicos en el departamento CNC, con la disponibilidad para contar con un técnico más.	Aceptada
6 – “Las Empresas prefieren instruir al personal sobre competencias de fabricación digital a través de terceros”	Cursos de instrucción recibidos por Insaforp, Fundeplast, etc	El Personal manifestó que la mayor parte del conocimiento relacionado había sido adquirido por	Aceptada

Hipótesis	Variable independiente	Hallazgo	Prueba de Hipótesis
		experiencia y por cursos de insaforp	
7 – “El periodo de inducción del personal cuando las empresas implementan la fabricación digital es difícil de pronosticar al no haber un plan de inducción/instrucción de referencia”	Plan de inducción/instrucción del personal de la empresa	El Periodo de instrucción en Kontein tardo aproximadamente 3 años y no se tenía un plan definido	Aceptada
8 – “El conocimiento relacionado a la fabricación digital no es internalizado por las Empresas y su conservación depende del futuro del personal”	Información documentada referente a la fabricación digital, Su aplicación y la transferencia de estos conocimientos	No se tiene mayor información documentada ni personal que pueda suplir en algún momento la pérdida de su personal especializado	Aceptada

Tabla 16: Comprobación de hipótesis

VII. ESTADO DEL ARTE DE LA APLICACIÓN DE FABRICACION DIGITAL EN EL RUBRO DE PRODUCTOS PLASTICOS

A. CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS PLASTICOS

La industria de productos plásticos se caracteriza por su competitividad en productividad y costos, esto debido a que la mayor parte de los productos son de consumo masivo y de bajo costo, implicando así altos niveles de demanda y por consiguiente altos niveles de producción.

La innovación por parte de las empresas es clave para competir en el mercado. Las empresas líderes y referentes son aquellas que buscan implementar nuevas tecnologías y métodos que les permitan aumentar su productividad y/o disminuir costos. La fabricación digital se suele asociar más con fabricación de productos únicos, complejos y un nivel de producción bajo. Esta concepción ha enfocado la fabricación digital en el desarrollo de prototipos y modelado de productos, aunque no sean las únicas áreas de oportunidad. La fabricación digital puede ser adoptada por todas aquellas empresas de productos fabricados por medio de procesos de moldeo por inyección o soplado. Entre las ventajas competitivas que las empresas buscan obtener con la implementación de nuevas tecnologías están:

- Productividad

Las empresas de productos plásticos normalmente operan ininterrumpidamente y los productos tardan pocos segundos en ser fabricados permitiendo una alta producción. La optimización en el ciclo de moldeo del plástico puede significar ahorro de tiempo en el cada ciclo y por ende una mayor productividad de la empresa.

- Costos

El costo unitario de los productos plásticos está conformado en un 70-80% por costo de materia prima. El ahorro de materia prima en el rediseño de sus productos o diseño de nuevos productos eficientes representa un aumento de las utilidades para la empresa.

B. LINEA BASE: EMPRESA KONTEIN

La experiencia de Kontein implementando fabricación digital sirve como línea base para identificar aciertos y oportunidades de mejora en la implementación del Departamento de CNC. Como ellos lo denominan. Entre los aspectos importantes que se pueden resaltar de este proyecto de implementación están:

Maquinaria

Kontein cuenta con un centro de mecanizado CNC (Fresadora) Deckel Maho DMC 103 v y un Torno CNC HAAS SL 20 que fueron adquiridos cuando se iniciaron las operaciones del departamento CNC. Esta maquinaria se adquirió con la idea de fabricar moldes propios. La empresa también adquirió una impresora 3D que posteriormente fue cambiada por una impresora Robo R2 de mayor calidad recientemente. La adquisición más reciente del Departamento fue un scanner digital 3d adquirido en 2016 para potenciar el proceso de diseño de modelado de prototipos. Por último, el departamento cuenta con dos computadoras de gama alta para el diseño CAD y CAM de los proyectos que se fabrican.

Personal

El Departamento se conforma por 3 técnicos operarios que se encargan de desarrollar los proyectos. El encargado cumple la función de diseñar los modelos CAD y CAM, y los otros dos se encargan de la fabricación tanto en la fresadora CNC y el torno CNC respectivamente.

Puesta a punto

El Departamento de CNC de Kontein tardó 3 años para poder operar productivamente debido al proceso de aprendizaje que pasó el personal que ahí se iba a desempeñar.

Cambio tecnológico

La tecnología ha avanzado con el paso del tiempo y Kontein no se ha quedado atrás en cuanto al cambio tecnológico necesario para no quedarse atrás con las nuevas tendencias. Recientemente el Departamento renovó su impresora 3D por una de mayor calidad.

Aplicaciones

El Departamento desarrolla prototipos para nuevos productos, fabrica digitalmente moldes de inyección y soplado tanto para su propio departamento de producción, como también para producir productos solicitados especialmente por clientes externos.

Proceso productivo

En el Departamento se realiza el proceso de diseño y modelado de las piezas que se desean producir, luego se realiza el diseño CAD del molde, se realiza el diseño CAM y finalmente se manufactura en la fresadora CNC.

Resultados

Hasta la Fecha, después de 12 años de haber iniciado oficialmente la producción, el Departamento ha desarrollado un total de aproximadamente 250 proyectos de diferente naturaleza y destinatario. Ellos estiman que un molde puede llevarse hasta 3 meses desde su diseño hasta su manufactura, aun así el departamento desarrolla un aproximado de 20 proyectos anuales., esto se debe a que existe la oportunidad de trabajar varios proyectos a la vez.

C. IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL

- Etapas de implementación

La implementación exitosa del uso de fabricación digital en una empresa del rubro de productos plásticos requiere de las siguientes etapas:

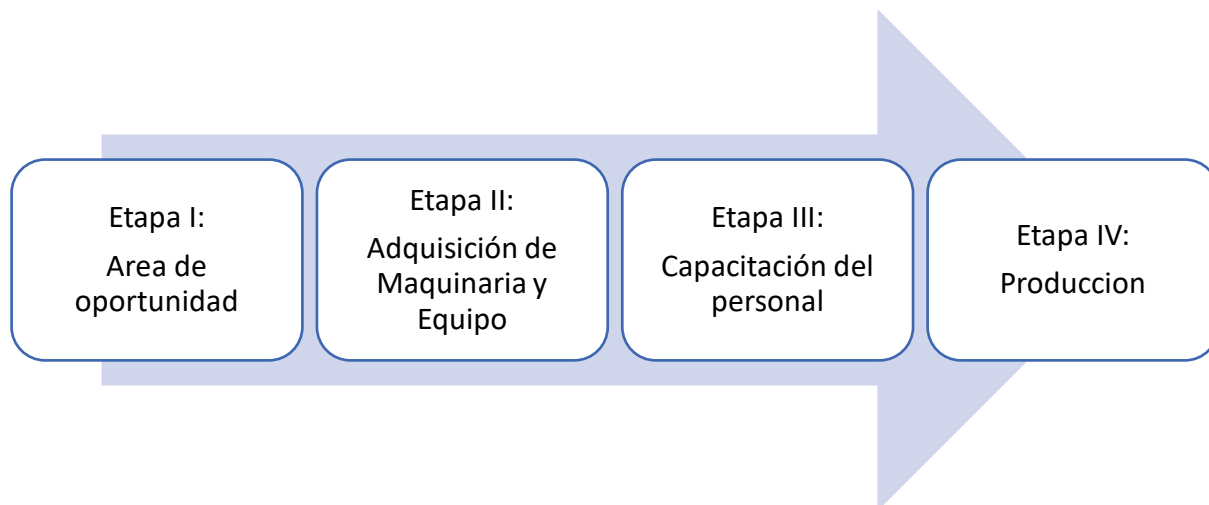


Ilustración 34: Etapas de la implementación de la Fabricación Digital en una empresa

D. ÁREA DE OPORTUNIDAD

La identificación del área de oportunidad, y las ventajas competitivas que la fabricación digital proveerá a la empresa, es vital para su adopción. La fabricación digital representa un cambio en el proceso tradicional con el que se realizaban algunas tareas o se obtenían productos. La implementación requiere de la aceptación del cambio que el uso de fabricación digital implica.

Los plásticos son materiales que, por su propiedad de maleabilidad, y mediante procesos de moldeado, permiten obtener cualquier forma y, por ende, el desarrollo de diversidad de artículos.

Personalización y desarrollo de nuevos productos

Las tendencias actuales de Marketing e Innovación han hecho evolucionar los productos tradicionales en busca de factores diferenciales que permitan a las empresas la satisfacción de las necesidades de sus clientes y la obtención de nuevos.

La constante innovación y evolución de las necesidades de los clientes requiere de las empresas el desarrollo de productos y diseños personalizados, lo cual puede significar pérdida de clientes o altos costos para aquellas que no estén preparadas para el desarrollo de nuevos productos u oportunidades de mercado para aquellas que si lo estén.

La desventaja del desarrollo de productos personalizados para las empresas que no hacen uso de la fabricación digital es el alto costo asociado a la etapa de preproducción que corresponden a cumplir con los requisitos de diseño, prueba y herramientas para la producción de los nuevos productos, ya que los métodos artesanales requieren de un mayor tiempo, son menos precisos y son propensos a sufrir un número mayor de defectos.

La adopción de fabricación digital facilita cumplir con los requisitos de preproducción incurriendo en un menor costo. Las principales tareas que serían afectadas por la fabricación digital son:

- Prototipado:

El prototipado por medio del diseño digital de los productos permite una visualización bastante fiel de la apariencia del producto ya fabricado. El modelado digital además permite su manufactura a través de tecnologías de fabricación aditivas.

Una empresa que no aplique fabricación digital debe recurrir a métodos artesanales de fabricación como tallado en madera, modelado en cera, etc., los cuales requieren de experticia por parte del operario para obtener un prototipo aceptable y un mayor tiempo de fabricación.

- Elaboración de moldes:

Las empresas que fabrican productos plásticos por medio de procesos de moldeo como inyección o soplado tienen como pieza fundamental en su proceso productivo el molde que permite crear los diferentes productos. La elaboración de moldes propios aplicando fabricación digital puede significar grandes ahorros de costos y tiempo en la etapa de preproducción de nuevos productos y de reemplazo/mantenimiento de los moldes en producción.

E. ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO

La identificación del área de oportunidad permite la planificación del recurso tecnológico necesario para aplicar fabricación digital. La adquisición de maquinaria y equipo supone, además, la adecuación de instalaciones físicas necesaria para su correcto funcionamiento. Por lo general es recomendable que este tipo de maquinaria estén ubicadas en un ambiente con aire acondicionado para mantener una temperatura aceptable y limpio.

o Tecnología actual en la industria

Las tecnologías base requeridas para la aplicación de fabricación digital en la elaboración de moldes propios son los centros de mecanizados CNC (torno y fresadora), Computadoras de alta gama, y softwares de diseño, simulación y manufactura. Las empresas más innovadoras han adoptado, además, Impresoras 3D y Escaner 3D para procesos de digitalización de muestras y modelado de prototipos tal y como se pudo corroborar en Kontein.

o Cambio tecnológico

La incursión en la adopción y aplicación de fabricación digital representa para las empresas la necesidad de la gestión del cambio tecnológico, dado que la innovación en este tipo de tecnologías se da de manera acelerada y permite mejoras de productividad, calidad y costos de operación.

El cambio tecnológico se puede dar en:

- Software
- Maquinaria y equipo
- Procesos
- Materia prima

Una empresa que no cuenta con fabricación digital, al adoptarla, no realiza cambio tecnológico, debido a que antes de la adopción no se contaba con tecnología similar, ni tampoco se dio un reemplazo.

Se deben establecer objetivos claros que permitan esperar la oportunidad indicada para realizar la gestión del cambio tecnológico referente a este tipo de fabricación ya que este requiere de una alta inversión y los avances se dan en periodos cortos de tiempo.

F. INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL

El personal de la empresa requiere de instrucción para comprender cada uno de los pasos de la fabricación digital, manejar eficientemente los softwares de diseño y análisis, y la operación de la maquinaria de manufactura. El periodo de instrucción y aprendizaje puede llevarse un largo periodo dependiendo si la empresa cuenta con los recursos necesarios para que la instrucción se logre en corto tiempo. Las empresas también pueden ocupar la técnica de Aprender-Haciendo donde el periodo de instrucción suele coincidir con la producción con fabricación digital. En Kontein se comprobó el uso de este tipo de técnicas para la instrucción de su personal, llevándose en total un periodo de 3 años para concluir la curva de aprendizaje de este tipo de fabricación.

- Mano de obra calificada actual

La mano de obra calificada de Kontein y de las empresas que están implementando fabricación digital se caracteriza por tener estudios académicos básicos a nivel de bachillerato técnico vocacional y sus conocimientos de diseño digital CAD, CAM y CNC han sido adquiridos a través de cursos de INSAFORP y la experiencia laboral.

El nivel técnico de la mano de obra calificada con respecto a los requerimientos de Kontein se pueden resumir de la siguiente manera:

Requerimiento	Nivel Técnico	Formación
Diseño de moldes	Medio - Alto	Experiencia laboral previa
Diseño CAD	Alto	Cursos CAD – INSAFORP
Diseño CAM	Alto	Curso básico CAM – INSAFORP, Autoaprendizaje
Manufactura CNC	Alto	Capacitación Proveedor de Maquinaria
Impresión 3D	Alto	Capacitación Proveedor de Maquinaria, Autoaprendizaje
Escaneo 3D	Alto	Capacitación Proveedor de Maquinaria, Autoaprendizaje

Tabla 17: Requerimientos de mano de obra

- Medios y oferta actual de capacitación

Medios de instrucción:

El medio principal de la industria para capacitación formativa en general es INSAFORP y FUNDEPLAST tanto para personal previo a ser contratado como para personal de la empresa. La capacitación para el manejo de nuevas tecnologías se obtiene directamente con el proveedor de la maquinaria.

Oferta de instrucción:

La oferta nacional de formación profesional relacionada a la fabricación digital de moldes de inyección y soplado es la siguiente:

Contenido	Existe capacitación	No existe capacitación
Conceptos básicos de fabricación digital	x	
Oportunidades de aplicación de fabricación digital en el rubro de plásticos		x
Técnicas de investigación y desarrollo en prototipado y moldes		x
Diseño de moldes de inyección y soplado		x
Diseño CAD	x	
Análisis CAE		x
Diseño CAM		x
Manufactura Impresión 3D	x	
Manufactura CNC	x	

Tabla 18: Oferta de capacitación

La capacitación para operación de maquinaria solo se dispone al momento de la adquisición de esta. En el caso de maquinaria CNC, INSAFORP cuenta con cursos de CNC.

Para Diseño CAD y CAM, INSAFORP ofrece cursos básicos y avanzados para diseño de piezas. En cuanto a cursos específicos de diseño de moldes de inyección y soplado, CAD y CAM para moldes, no existe ninguna oferta.

La oferta para capacitaciones de análisis CAE para moldes de inyección es inexistente a nivel nacional, Sin embargo, existen empresas internacionales especializadas en la fabricación de moldes que proveen servicios de asesoría y capacitación técnica en este tema.

- Personal relacionado a Fabricación Digital

En Kontein se comprobó que el personal dedicado al proceso de fabricación digital de moldes representa un número relativamente pequeño. El personal del Departamento CNC se compone por 3 técnicos: El encargado del departamento, un operador de la fresadora CNC y otro operador del torno CNC.

Entre las razones a las que obedece el reducido número de operarios en este departamento están:

- La Demanda del servicio del departamento no requiere un número mayor de personal.
- El Departamento actúa de forma pasiva a la espera de nuevos proyectos en lugar de proponer proyectos propios.
- La formación de personal para fabricación digital de moldes no es accesible y no está estandarizada de acuerdo a los requerimientos de la empresa.

G. PRODUCCION

Una vez que el personal esta instruido en el manejo de software, maquinaria y equipo se puede iniciar la fabricación digital de moldes y prototipos. La producción para cumplir con la definición más estricta de fabricación digital requiere la aplicación de los 4 pasos secuenciales de esta:

- Diseño CAD

El diseño CAD en Kontein se utiliza tanto para el diseño de prototipos como para el diseño de moldes de productos nuevos o para reemplazo de los que se encuentran en producción y su vida útil está por terminar. Los requerimientos de nuevos productos por parte de clientes algunas veces pueden estar acompañados con una muestra de donde ha nacido la idea del nuevo producto. En estos casos, el Escaner 3D facilita el proceso de diseño permitiendo obtener geometrías complejas de las muestras sin necesidad de realizar mediciones.

- Análisis CAE

El análisis CAE se realiza al tener el diseño CAD terminado y se procede a realizar simulaciones al diseño para detectar errores de diseño, puntos críticos de falla o parámetros optimos de funcionamiento. La omisión de este paso no impide la manufactura del molde o prototipo, pero su utilización puede evitar la incursión en costos por reprocesos o rediseños posterior a la manufactura que pudieron haberse ahorrado mediante el CAE.

En Kontein se constató la ausencia del análisis CAE realizado a los moldes desarrollados. Los problemas principales detectados por esta situación son:

- Piezas incompletas
- Burbujas internas en las piezas
- Acabado superficial deficiente

Dichos problemas pueden ser causados por las siguientes causas:

- Material entra frio al molde
- Llenado de molde muy lento
- Material insuficiente
- Temperatura no uniforme en el molde
- Humedad en el material
- Diseño deficiente del molde

- Diseño CAM

El Diseño CAM inicia al contar con el diseño digital definitivo del producto listo para fabricarse. En este paso se diseña, mediante un software CAM, la manera en que las herramientas de la maquinaria CNC realizaran las operaciones de corte y sustracción de materia prima hasta lograr obtener el molde diseñado.

- Manufactura Digital

La manufactura inicia cuando el diseño CAM se envía a la maquinaria CNC y esta procede a manufacturar las piezas del molde. La característica de la maquinaria para manufactura digital que la define es la capacidad de fabricar un sinfín de diseño sin necesidad de ningún tipo de alteración y únicamente dependiendo del diseño con el que se cargue.

CAPÍTULO III: CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

I. METODOLOGÍA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

La conceptualización del diseño consiste en el planteamiento de ideas preliminares que den solución a la problemática en estudio, se formulan diferentes alternativas y mediante un proceso de selección se destaca la que más se adecua a las necesidades de la solución y se procede a definir los requerimientos básicos de diseño de esta.

Este proceso se realizará mediante la metodología del Proceso de Diseño planteada por Edward Krick, siguiéndose los siguientes pasos:

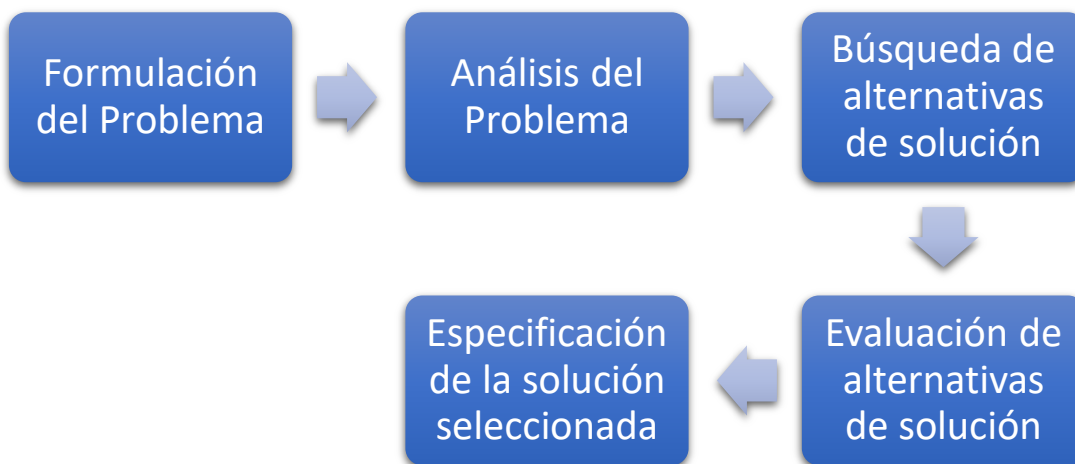


Ilustración 35: Proceso de diseño

- **Formulación del Problema:** El problema de que se trate se define en forma amplia y sin detalles. Los objetivos principales de la formulación de un problema son definir en términos generales en que consiste, determinar si merece nuestra atención y obtener una buena perspectiva del problema cuando sea más oportuno y fácil hacerlo.
- **Análisis del problema:** En esta etapa se definen los detalles como: Variables de entrada y salida, restricciones, variables de solución, criterios de solución, entre otros.
- **Búsqueda de alternativas de solución:** Es la fase del proceso de diseño en que se buscan activamente las soluciones posibles por medio de la investigación o a través de procesos mentales como la lluvia de ideas.
- **Evaluación de alternativas de solución:** Todas las alternativas se evalúan, comparan y seleccionan hasta que se obtiene la solución óptima. Inicialmente las soluciones elegibles se expresan sólo en términos generales. Después que hayan sido eliminadas las alternativas obviamente deficientes o de inferior calidad se añaden más detalles a las posibilidades restantes, las que se evaluarán mediante métodos más refinados.
- **Especificación de la solución seleccionada:** La solución elegida se expone detalladamente.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A. DEFINICION DEL PROBLEMA

Estado A o Situación Actual

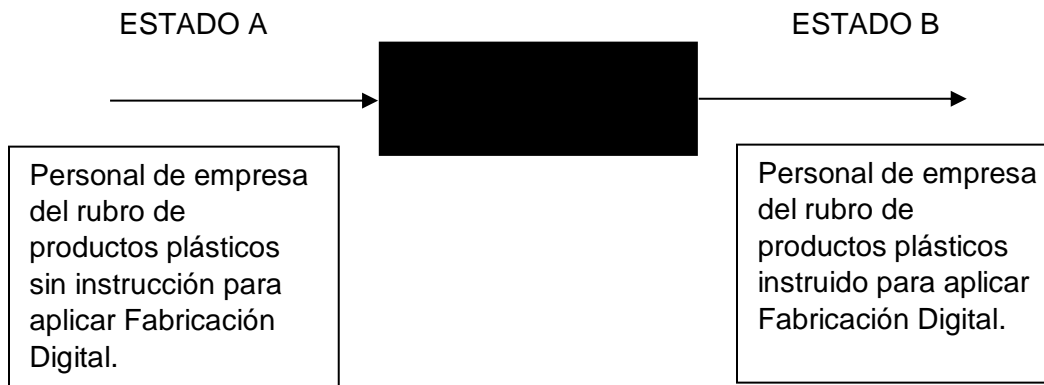
Personal de empresa del rubro de productos plásticos sin instrucción para aplicar Fabricación Digital en la elaboración de moldes de inyección y soplado.

Problema

“¿Cómo instruir al personal de una empresa del rubro de productos plásticos respecto a la aplicación de Fabricación Digital en la fabricación de moldes de inyección y soplado?”

Estado B o Situación Deseada

Personal de empresa del rubro de productos plásticos instruido para aplicar Fabricación Digital en la elaboración de moldes de inyección y soplado.



B. ANALISIS DEL PROBLEMA

El personal de la empresa puede clasificarse como:

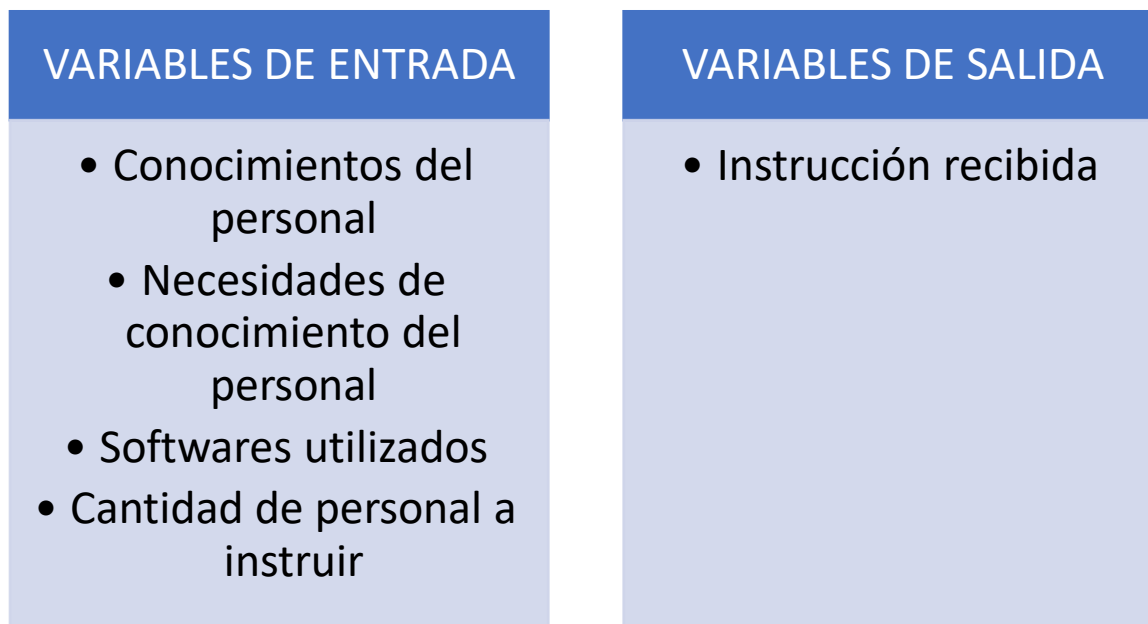
- Gerentes
- Operativos

Los gerentes necesitan ser capacitados para gerenciar el proceso de gestión de la innovación. El conocimiento acerca de las áreas de oportunidad y beneficios permitirá a la empresa velar por la aplicación de la fabricación digital en su totalidad.

El personal operativo necesita ser instruido técnicamente en la ejecución de los pasos de la fabricación digital para lograr aplicarla correctamente. Esta necesidad es crítica ya que el personal no ejecutaría algo que no conozca o sepa hacer.

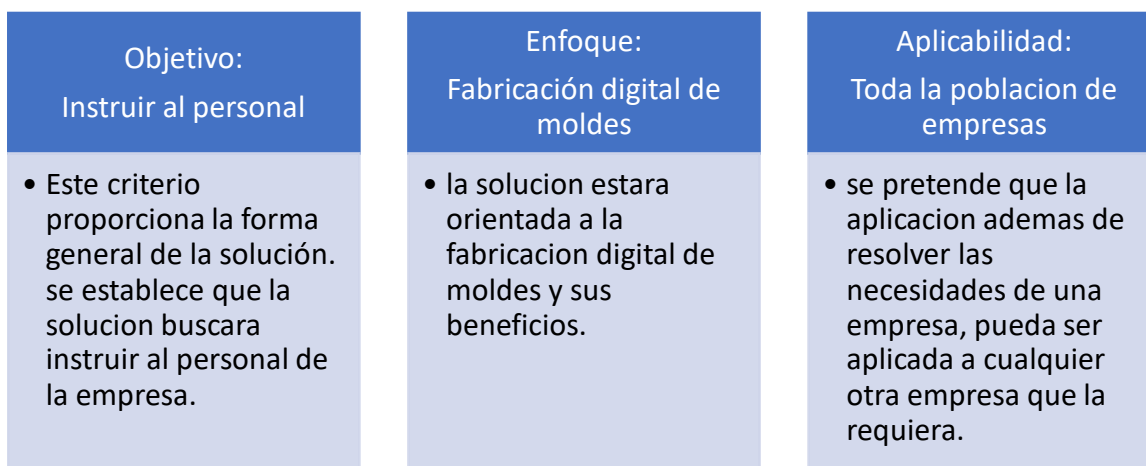
La aplicación de Fabricación Digital para considerarse como tal debe cumplir con la aplicación de sus cuatro pasos: CAD, CAE, CAM y Manufactura. En Kontein se determinó la ausencia de análisis CAE y la mayoría de empresas requieren de instrucción en cada uno de los cuatro pasos.

El estado de entrada y el de salida están sujetos a una serie de variables que podría influir en la solución del problema. Las variables de entrada son aquellos insumos del problema susceptibles a cambios o variaciones mientras que las variables de salida son aquellos aspectos del producto o resultado que son susceptible a cambios o variaciones.



III. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño son pautas que rigen el diseño de alternativas de solución de un problema y buscan orientar el proceso de diseño a la consideración de los aspectos más importantes para que la solución se válida para el problema formulado. Los criterios de diseño para la solución del problema son:



IV. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El proceso de diseño contempla la concepción de múltiples ideas de solución que deben ser planteadas de manera que realmente puedan eliminar la situación insatisfactoria encontrada en el diagnóstico

Alternativas de solución

- **Programa de instrucción de fabricación digital de moldes para inyección y soplado:** Conjunto de cursos y talleres para brindar conocimientos teóricos del diseño de moldes de inyección y soplado, Diseño CAD, Análisis CAE y Diseño CAM para la manufactura de moldes.
- **Curso básico de fabricación digital orientado a la industria de los plásticos:** Curso de Fabricación Digital informativo acerca de la aplicación de cada uno de los pasos de la fabricación digital, requerimientos mínimos de maquinaria y equipos; áreas de oportunidades de aplicación en la industria.
- **Diplomado de fabricación digital orientado al diseño de moldes:** Curso externo impartido por el Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de El Salvador, en donde se abordan todas las temáticas de diseño de moldes, desde el modelado hasta el diseño de la manufactura, pero sin abordar la fabricación física de los mismos.

A. DETALLE DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Alternativas	Descripción
Programa de instrucción de fabricación digital de moldes para inyección y soplado	<p>Consiste en una serie de pasos ordenados que va desde la autoevaluación de la empresa para la determinación de necesidades de capacitación hasta la formación de instructores para mantener una base de conocimiento para las nuevas adiciones de personal</p> <p>Objetivo: Establecer un método estandarizado para solventar las necesidades de capacitación de la empresa relacionadas con la fabricación digital.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none">• Versatilidad de aplicación en más de una empresa perteneciente al rubro de los productos plásticos.• Flexibilidad de adaptarse a las necesidades específicas de cada empresa.• Es la alternativa de solución que tiene más amplitud de opciones para la solución del problema identificado en el diagnóstico. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none">• Para una empresa que desea iniciarse en la fabricación digital y que no cuenta con ningún tipo de equipo o maquinaria especializada, la inversión aumenta considerablemente.• Para una implementación más eficiente, se requiere que la empresa cuente con una serie de prerrequisitos de mano de obra, maquinaria y equipo.

<p>Curso básico de fabricación digital orientado a la industria de los plásticos</p>	<p>Consiste en una cobertura total de los conceptos básicos de la fabricación digital. Modelado 3D, análisis de ingeniería por medio de software, diseño de la manufactura y la presentación de diferentes opciones de llevar a cabo la manufactura de los productos. Está planteado únicamente a nivel teórico.</p> <p>Objetivo: Transmitir a los involucrados el concepto que más se apega a la fabricación digital, presentar alternativas de uso de las nuevas tecnologías de fabricación que permitan a las empresas tener una mejor visión e incursionar en nuevos territorios mediante las oportunidades de uso de la fabricación digital.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posee facilidad de implementación de parte de las empresas debido a que un ente externo, en este caso el Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela de Ingeniería Industrial, se encargaría de la preparación de los contenidos y el desarrollo del mismo. • Este curso puede adaptarse a otras empresas del rubro y presentar oportunidades de aplicación específicas para cada una de ellas. • El recurso que la empresa debe disponer para el desarrollo del curso es únicamente financiero, no necesita requisitos previos para ser aptos al desarrollo del mismo. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es la solución que menos impacto tiene en la solución de la problemática encontrada durante el diagnóstico, sin embargo se toma en cuenta debido a la falta de conocimientos básicos sobre fabricación digital identificada en las empresas en estudio.
<p>Diplomado de fabricación digital orientado al diseño de moldes</p>	<p>Es un curso certificable desarrollado por el Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de El Salvador, el cual abarca todos los pasos de la fabricación digital hasta el diseño de la manufactura, sin abarcar la manufactura física de los productos.</p> <p>Objetivo: Capacitar al personal de las empresas del rubro de los plásticos, otorgándoles un distintivo que los faculta como aptos para la aplicación de la fabricación digital para la elaboración de moldes.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de implementación de parte de las empresas debido a que un agente externo es el que desarrolla el diplomado, únicamente se requiere de recurso financiero de parte de las empresas. • Posee una versatilidad de implementación en varias empresas debido a que incluye muchos conocimientos comunes a las empresas que hacen uso de moldes y matricería. <p>Desventajas</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • La pertinencia de la alternativa de solución con respecto a la problemática no es la mejor, pero se toma en cuenta debido a las deficiencias de la mano de obra de las empresas en temas relacionados a fabricación digital. • La flexibilidad de adecuarse a las deficiencias específicas de cada empresas es limitada debido a que los contenidos del curso ya están definidos y difícilmente pueden ser alterados.
--	--

Tabla 19: Detalle de las alternativas de solución

V. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para la selección de la alternativa a desarrollar en la etapa de diseño, se recurre a la metodología de la matriz multicriterio, la cual consiste en la asignación de criterios de selección con su respectiva importancia expresada en términos de pesos porcentuales, los cuales son evaluados mediante una escala de calificación para determinar la alternativa que más adecuada para la solución del problema.

El método se compone de los siguientes pasos:

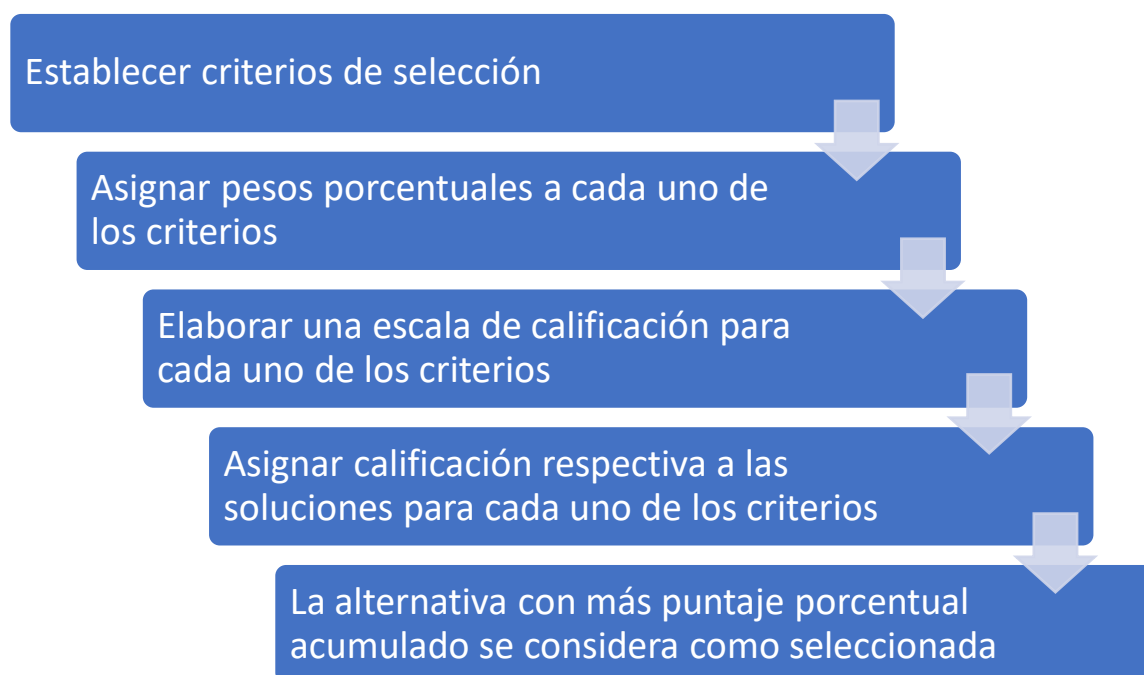


Ilustración 36: Método de selección de la solución:

A. CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **Pertinencia:** Se refiere al grado en que la alternativa de solución da satisfacción a la problemática determinada en el diagnóstico.
- **Facilidad de implementación por parte de la empresa:** Mide la capacidad de las empresas para cumplir con los requerimientos de desarrollo de cada una de las alternativas. Se refiere a la disponibilidad que tienen las empresas para disponer de recursos y orientarlos a la puesta en marcha de las soluciones

- **Versatilidad de la alternativa:** Mide la capacidad de que la alternativa pueda ser implementada por otras empresas del rubro de plásticos.
- **Requerimientos de recursos para su ejecución:** Se refiere a la cantidad de recursos necesarios para la puesta en marcha de la solución.
- **Flexibilidad:** Nivel en el que las alternativas de solución se acoplan a las necesidades específicas de cada empresa.

B. ESCALA DE CALIFICACIÓN

Para evaluar cada uno de los criterios, se hará uso de una escala numérica en el intervalo de 1 a 10, únicamente se asignarán calificaciones enteras. Los detalles de calificación se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Significado de calificación =1	Significado de calificación =10
Pertinencia	La alternativa de solución no da satisfacción a la problemática planteada.	La alternativa de solución da total satisfacción a la problemática planteada.
Facilidad de implementación	La empresa no cuenta con ningún requisito previo para abonar a la implementación de la solución.	La empresa cuenta con todos los requisitos y recursos necesarios para el desarrollo de la alternativa de solución.
Versatilidad	La alternativa de solución se puede implementar en una empresa únicamente.	La alternativa de solución puede ser adoptada por cualquier empresa del rubro de plásticos que utilicen soplado e inyección por moldes en sus procesos productivos.
Recursos	La alternativa de solución requiere de una gran cantidad de recursos para ser ejecutada.	La alternativa de solución no requiere de recursos adicionales a los que ya posee la empresa para ser ejecutada.
Flexibilidad	Los contenidos de la alternativa de solución no pueden ser adaptados o modificados para las características individuales de cada empresa.	La alternativa de solución puede adaptarse totalmente a las características individuales de cada empresa.

Tabla 20: Escala de calificación para selección de alternativa de solución

C. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se presenta la matriz multicriterio para la selección de la alternativa de solución a desarrollar:

Matriz de selección multicriterio							
Criterios		Pertinencia	Facilidad de implementación	Versatilidad	Requerimiento de recursos	Flexibilidad	Totales
Alternativas	Peso %	35%	20%	10%	15%	20%	100%
Programa de instrucción: Moldes	Nota	9	7	9	3	9	7.7
	Nota porcentual	3.15	1.4	0.9	0.45	1.8	
Capacitación fabricación digital: Industria Plástico	Nota	3	9	9	9	9	6.9
	Nota porcentual	1.05	1.8	0.9	1.35	1.8	
Diplomado en diseño de moldes: FIA LAB	Nota	7	9	9	9	5	7.5
	Nota porcentual	2.45	1.8	0.9	1.35	1	

Tabla 21: Matriz de selección multicriterio

Se escoge el **Programa de instrucción de fabricación digital de moldes para inyección y soplado** debido a que obtuvo la mayor calificación acumulada en la metodología de la matriz multicriterios.

VI. ESPECIFICACIONES DE LA SOLUCIÓN

A. COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN

- PLANIFICACION
 - Método de determinación de necesidades: Conjunto de pasos a seguir para determinar las necesidades de instrucción de la empresa.
 - Planificación de recursos: determinación de recursos necesarios para la ejecución de cualquier instrucción.
 - Presupuesto: lineamientos para presupuestar la ejecución de cualquier instrucción.

- ORGANIZACIÓN

- Estructura: definición de personal requerido para el programa y su jerarquía.
- Manual de funciones
- Procedimientos: creación de procedimientos relacionados al programa de instrucción para la sistematización y estandarizaciones de acciones definidas.

- EJECUCION

- Instrucción de diseño de moldes
- Instrucción de Diseño CAD
- Instrucción de Análisis CAE
- Instrucción de Diseño CAM

- SEGUIMIENTO

- Evaluación: Establecimiento de indicadores de desempeño
- Mejora continua: Lineamientos de aplicación de método PHVA
- Informe final: Lineamientos generales del contenido del informe final a presentar.

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN : FABRICACIÓN DIGITAL DE MOLDES

ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN



Diagrama 2 - Esquema del Diseño de la Solución

B. ESQUEMATIZACIÓN DE COMPONENTES DE INSTRUCCIONES

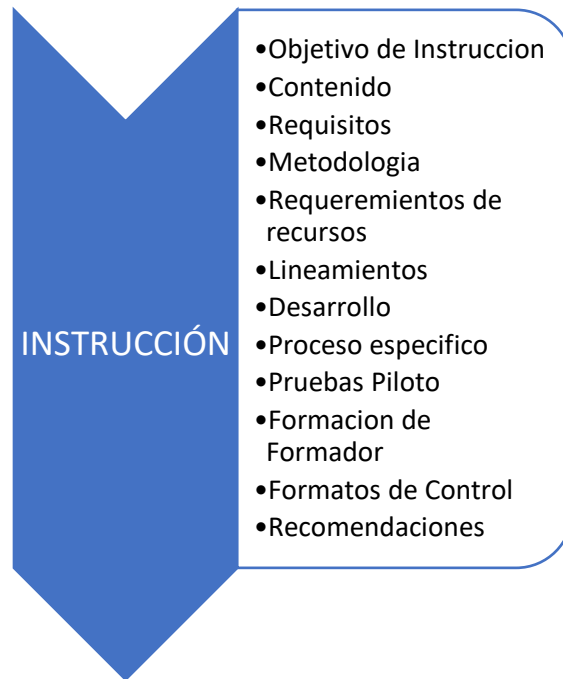


Diagrama 3 - Esquema de Componentes de una Instrucción

CAPITULO IV: DISEÑO DETALLADO

I. METODO DEL DISEÑO

En este capítulo se pretende mostrar el detalle de cada uno de los componentes de la solución a la problemática planteada. El método seguido para el desarrollo del diseño detallado comprende los siguientes pasos:

- **Definición de Criterios de Diseño**
Lineamientos y políticas que rigen la propuesta de diseño.
- **Caracterización del Programa de Instrucción de Fabricación Digital (PIFAD)**
Descripción general del diseño, sus características y alcances.
- **Liderazgo y participación de los trabajadores**
Establecimiento de la Estructura de Liderazgo y Responsabilidades del PIFAD.
- **Diseño del Proceso de Instrucción del PIFAD**
Diseño de la secuencia de actividades necesarias para lograr el objetivo del PIFAD.
- **Manual de Procedimientos del PIFAD**
Presentación detallada de las actividades del PIFAD estandarizadas en forma de procedimientos documentados.
- **Diseño de módulos de Instrucción**
Documentación del diseño curricular de los módulos de instrucción relacionadas con la Fabricación Digital.
- **Evaluación de Riesgos**
Establecimiento de la metodología de Análisis de Modo de Efectos y Fallas para gestionar riesgos del diseño y desarrollo del PIFAD.
- **Indicadores de Desempeño**
Establecimiento de Indicadores de Desempeño que permitan un control adecuado de resultados parciales y totales del desarrollo del PIFAD.
- **Estimación de costos preliminar del PIFAD**
Definición de costos básicos asociados a la implementación y desarrollo del PIFAD en una empresa y su estimación monetaria.

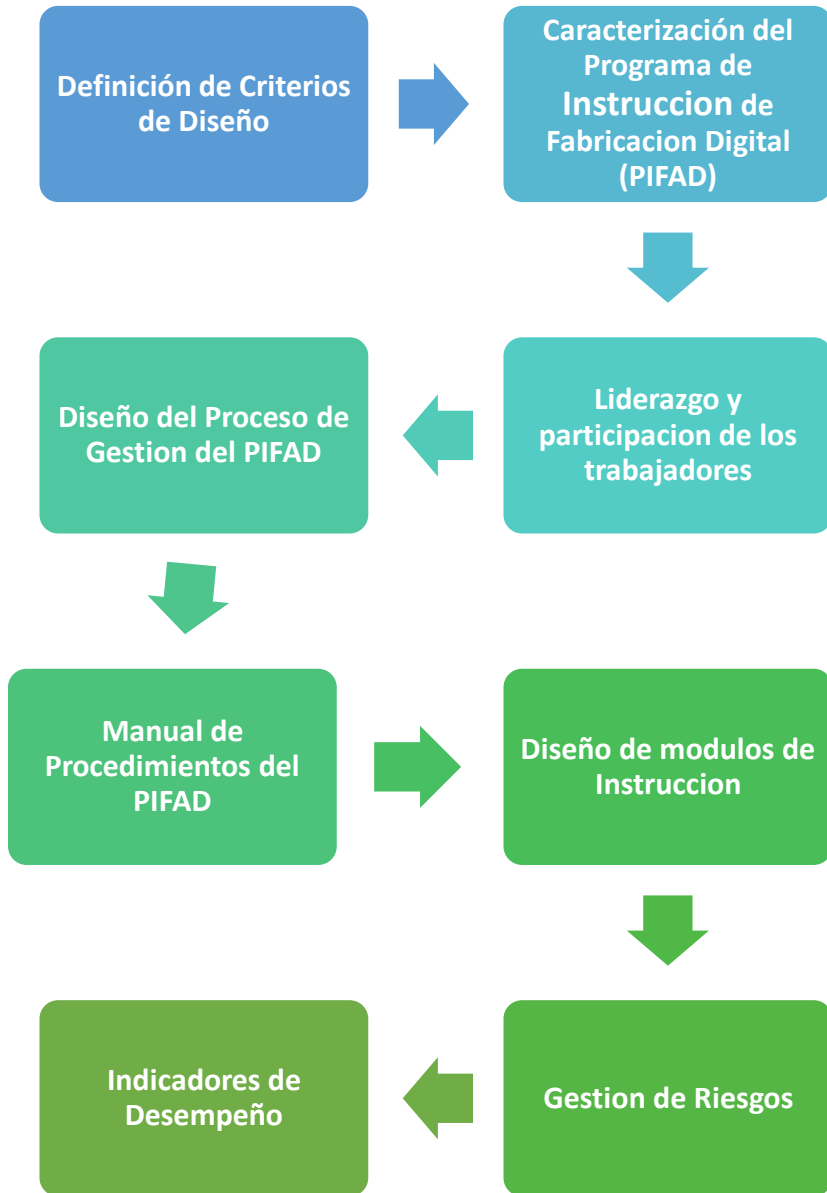


Ilustración 37: Método de diseño

II. DEFINICION DE CRITERIOS DE DISEÑO

A. POSTULADO FUNDAMENTAL

Si no existen los conocimientos necesarios para la ejecución de la fabricación digital, a pesar de que se cuenten con todos los recursos tecnológicos no se puede avanzar, por tanto, es necesaria la capacitación.

B. VENTAJAS COMPETITIVAS

- La solución debe ofrecer a la empresa como resultados de su aplicación los siguientes aspectos:
 - o Disminución de costos, tiempo y aumento de precisión en la fabricación de prototipos.
 - o Disminución de costos y tiempo en la obtención de nuevos moldes y su posterior mantenimiento.
 - o Disminución de costos y tiempo en el desarrollo de nuevos productos.

C. CONTENIDO DE LA SOLUCIÓN

- La solución debe contener el desarrollo de las siguientes temáticas:
 - o Maquinaria CNC (Tornos, Fresadora, impresora 3D)
 - o Equipo informático capaz de ejecutar programas de diseño CAD, CAE, CAM
 - o Software CAD, CAE y CAM
- Esto debido a que son los conocimientos que garantizan una correcta aplicación de la fabricación digital

D. ROLES INDISPENSABLES DEL PROCESO

- Los roles a desempeñar por el personal de la empresa para la fabricación digital son:
 - o Gerenciar el proceso de fabricación digital, gestión del conocimiento y gestión del cambio tecnológico.
 - o Realizar Diseños en Software CAD acorde a las ideas, necesidades o requerimientos.
 - o Analizar Diseños CAD mediante Software de simulación.
 - o Diseño de la Manufactura del producto mediante Software CAM.
 - o Operar Maquinaria CNC

E. DISEÑO DE MOLDES

- La solución debe desarrollar los contenidos necesarios para la implementación de la fabricación digital, pero con una clara orientación hacia el diseño de moldes de inyección y soplado.

F. PERIODO DE INDUCCIÓN

- La empresa piloto, consultada para la determinación de una línea base, experimento un periodo de 3 años de proceso de inducción que comprendió capacitaciones y ensayos. La solución debe garantizar un periodo de implementación de la Fabricación Digital menor a tres años.

G. OFERTA DE CAPACITACIÓN

- La solución debe enmarcarse o acoplarse en la medida de lo posible a la oferta académica ofrecida por INSAFORP, de no ser así puede recurrirse a la oferta de instructores privados o incluso a la capacitación a través del personal que ya se encuentra dentro de la empresa y posee los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de uno o varios módulos de conocimiento.

H. ADAPTABILIDAD

- La solución debe ser diseñada de tal manera que no solo pueda ser aplicada por la empresa considerada como piloto, cualquier empresa con características similares debe poder ser capaz de ejecutar la solución sin problema alguno.

I. APLICACIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

- La solución debe dar respuesta a la problemática encontrada en la empresa considerada como piloto, la ausencia de CAE.

III. CARACTERIZACION DEL PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN

El Programa de Instrucción sobre Fabricación Digital, denominado de aquí en adelante como PIFAD, tiene como objetivo la preparación técnica del personal operativo para la implementación de la Fabricación Digital en aquellas empresas del rubro de los productos plásticos con énfasis en la elaboración de moldes de inyección y soplado. Los conocimientos a desarrollar giran en torno a los cuatro pilares de la Fabricación Digital, que son:

- Diseño Asistido por Computadora (CAD)
- Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)
- Manufactura Asistida por Computadora (CAM)
- Manufactura de Productos (Maquinaria CNC)

Esta propuesta de diseño se divide en dos grandes aspectos:

- El diseño de los procesos procedimientos administrativos y operativos necesarios para la ejecución de las instrucciones.
- El diseño curricular de los diferentes módulos de conocimiento necesarios para la implementación de la fabricación digital.

En el PIFAD estará involucrado el personal mismo de la empresa, asignando roles en base a un perfil de competencias. Estas personas se encargarán de ejecutar los procedimientos establecidos para la preparación de los cursos y la búsqueda de los instructores; el control en la ejecución del PIFAD y determinar oportunidades de mejora para garantizar la máxima transmisión de conocimientos.

El PIFAD se compone de la siguiente manera:

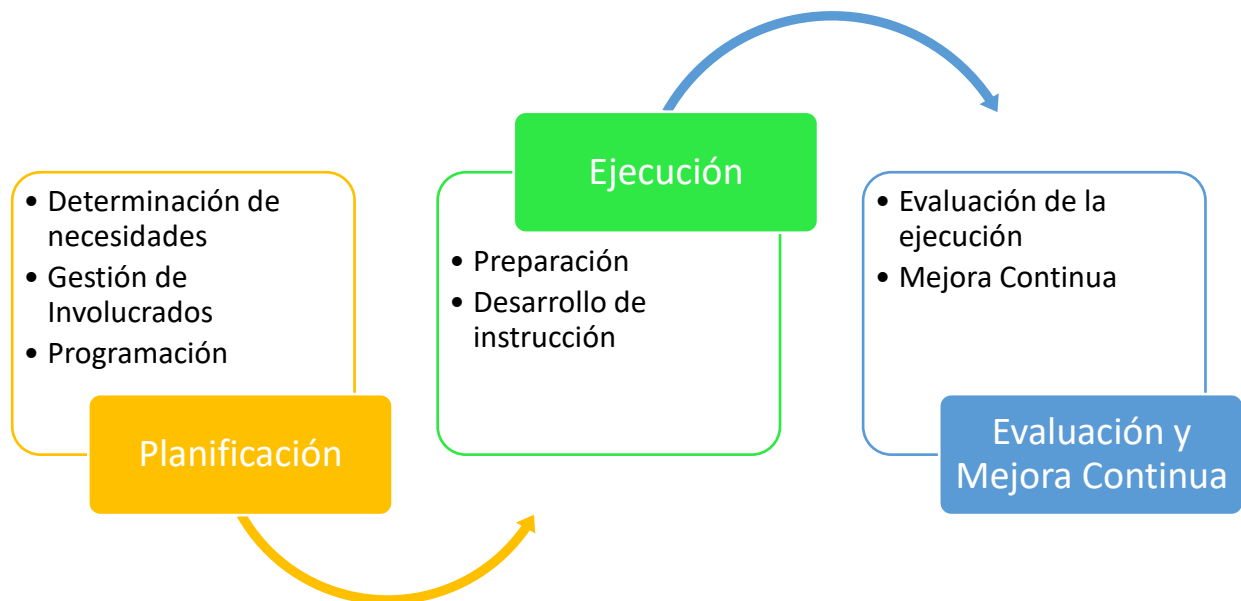


Ilustración 38: Composición del PIFAD

A. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE PIFAD

Subproceso	Procedimiento	Descripción
Planificación	Determinación de Necesidades	Es el primer paso del PIFAD, comprende un estudio interno auxiliado de los instrumentos correspondientes y encabezado por el equipo del PIFAD, el objetivo de la determinación de necesidades es comprobar el grado de implementación de la Fabricación Digital que posee la empresa y así establecer cuáles son los módulos necesarios a ejecutar para garantizar que los conocimientos necesarios para la implementación de la Fabricación Digital estén presentes en el personal de la empresa. El producto final de este procedimiento es establecer si es necesaria la ejecución de los cuatro módulos de instrucción o únicamente aquellos en donde la empresa posee deficiencias.
	Gestión de Involucrados	Una vez determinado cuales son los módulos necesarios en la ejecución se procede con la gestión de los involucrados. Por involucrado se entiende toda a persona o proveedor que participará en la ejecución del PIFAD, desde instructores hasta el personal sujeto a capacitación. Se inicia con una evaluación del personal disponible y si aquellos con los perfiles adecuados son suficientes para establecer un equipo operativo de Fabricación Digital, de no ser así se procede al reclutamiento de nuevo personal. Luego se procede a la selección de los proveedores de las instrucciones en base a la disponibilidad y adecuación a las necesidades del PIFAD.
	Programación	La programación implica la asignación del tiempo, espacio y participantes involucrados en el PIFAD. Se hace un contacto con los instructores seleccionados para que envíen sus ofertas de capacitación y disponibilidad de horarios con la finalidad de asignar al personal correspondiente a cada módulo. De utilizarse recursos de la empresa (espacio físico, equipo informático, material didáctico) se verifica la disposición de este para el desarrollo de los módulos. Finalmente se elabora un Plan de Instrucción que contiene los módulos, personal a capacitar, horarios de capacitación, etc.
Ejecución	Preparación	La preparación consiste en disponer de todos los instrumentos necesarios para la ejecución de las instrucciones, con especial énfasis en aquellos instrumentos que serán utilizados para

		el control de la ejecución. También comprende la difusión de la información al personal sujeto a capacitación, aclarar los objetivos de desarrollar el PIFAD y cuál será la dinámica de capacitación, de igual forma se darán detalles de la asignación de módulos, lugar, fecha y hora de las instrucciones.
	Desarrollo de Instrucción	Consiste en el desarrollo de los módulos de instrucción en base al Plan de Instrucción. Paralelamente se realizan controles de asistencia al curso y evaluaciones de desempeño de los instructores para su posterior análisis en la etapa de mejora continua.
Evaluación y Mejora Continua	Evaluación del Programa de Instrucción	Comprende todas aquellas actividades de análisis post desarrollo de cada módulo de instrucción. Se evalúa el módulo en general, la asistencia del personal, el desempeño del personal y los incidentes ocurridos en el desarrollo de cada módulo. Con estos datos se elabora un reporte de desarrollo de módulo que sirve como insumo en la etapa de Mejora Continua.
	Mejora Continua	Se toma como base el Reporte de Módulo generado en la etapa de evaluación, se realiza un análisis de este y se determinan posibles oportunidades de mejora con el objetivo de reforzar los puntos débiles en los módulos posteriores. Una vez corridos todos los módulos se elabora el Reporte Final del PIFAD con los indicadores de desempeño y los resultados del mismo.

Tabla 22: Descripción de las fases de PIFAD

B. ALCANCE DEL PIFAD

- El PIFAD únicamente abarca el conocimiento técnico y operativo para la implementación de la fabricación digital, los conocimientos gerenciales no están incluidos en el programa.
- El PIFAD no contiene las evaluaciones y guías didácticas, únicamente contiene los contenidos que deben impartirse en cada módulo con la finalidad de garantizar que todos los conocimientos necesarios sean adquiridos.
- El PIFAD no comprende la etapa de adquisición de maquinaria necesaria para el funcionamiento de un departamento de fabricación digital.

IV. LIDERAZGO Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES

El PIFAD, por sus características, requiere una organización por proyecto transitoria en la cual empleados de la empresa que lo implemente puedan desempeñar actividades establecidas para su desarrollo.

La organización del personal para el desarrollo del PIFAD consistirá en el liderazgo de trabajadores de la empresa desempeñando diversos roles de acuerdo a su nivel de responsabilidad para la ejecución de actividades estratégicas, tácticas y operativas.

A. ROLES ORGANIZACIONALES DEL PIFAD

Un Rol, en su definición más elemental, se refiere a una función que una persona desempeña en un lugar o situación. Los Roles Organizacionales son un conjunto de tareas y comportamientos relacionados, que se establecen de acuerdo a la posición de la persona en la organización.

El PIFAD requerirá 2 tipos de roles:

Roles Administrativos:	Roles Operativos
<ul style="list-style-type: none">• Roles relacionados a la planificación, organización, dirección y control del programa	<ul style="list-style-type: none">• Roles relacionados a la ejecución del programa.

1. ROLES ADMINISTRATIVOS

Henry Mintzberg, profesor académico internacionalmente reconocido y autor de varias publicaciones sobre negocios y gestión, infirió que los administradores desempeñan diez roles, los cuales pueden ser agrupados en tres categorías básicas:

A) ROLES INTERPERSONALES

Son aquellos que suponen relaciones entre personas. En sus roles emblemáticos, de líder y de enlace los administradores se relacionan directamente con otras personas.

Rol Emblemático	<ul style="list-style-type: none">• El Administrador es la cabeza visible de la organización y debe representarla adecuadamente ante las partes interesadas.
Rol de Líder	<ul style="list-style-type: none">• Implica la responsabilidad de dirigir y coordinar las actividades de los subordinados a fin de que se cumplan las metas organizacionales, alineados con la estrategia institucional.
Rol de Enlace	<ul style="list-style-type: none">• Se refiere al trato de los administradores con personas fuera de la organización. El administrador sirve de enlace para coordinar esfuerzos y gestiones diversas con organizaciones externas.

Ilustración 39 : Roles interpersonales del PIFAD

B) ROLES DE TOMA DE DECISIONES

Los administradores usan la información que reciben para decidir cuándo y cómo comprometer a su organización en nuevas metas y acciones. Los roles de toma de decisiones son quizá los más importantes entre las tres clases de roles:

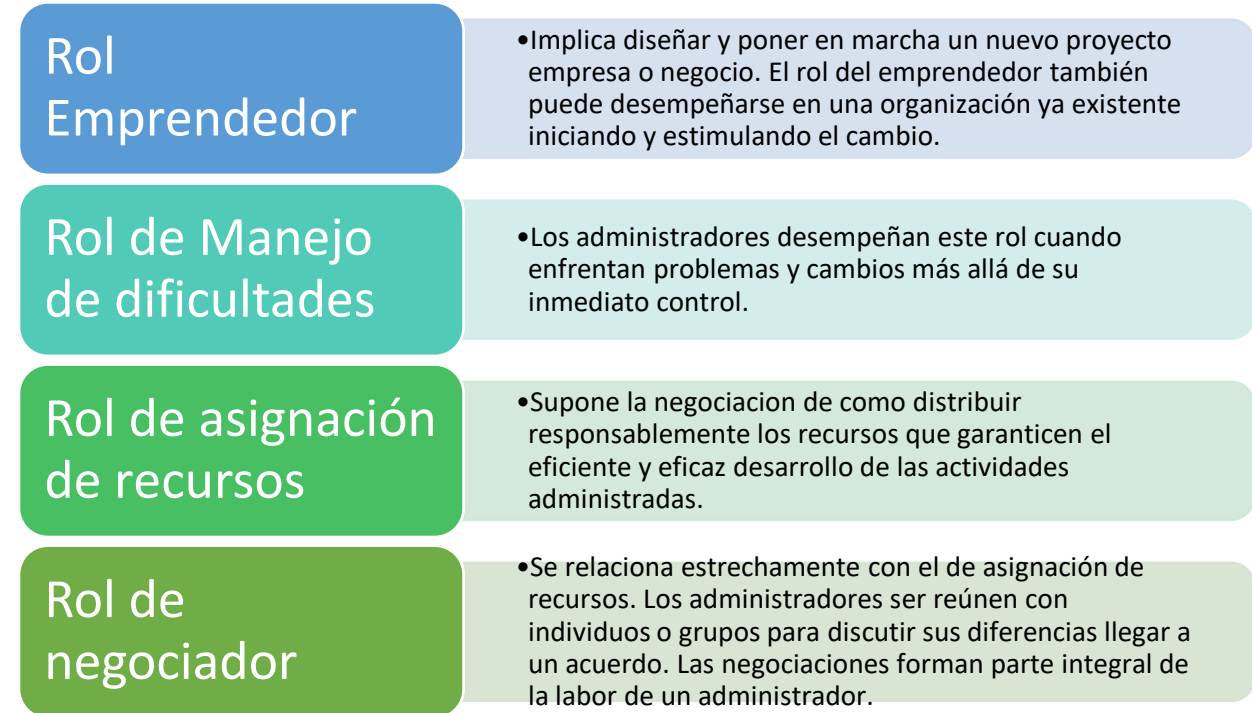


Ilustración 40: Roles de toma de decisiones del PIFAD

C) ROLES INFORMATIVOS

Los administradores eficaces forman redes de contactos, los muchos contactos que realizan al desempeñar sus papeles emblemáticos y de enlace ofrecen acceso a los administradores a información importante.

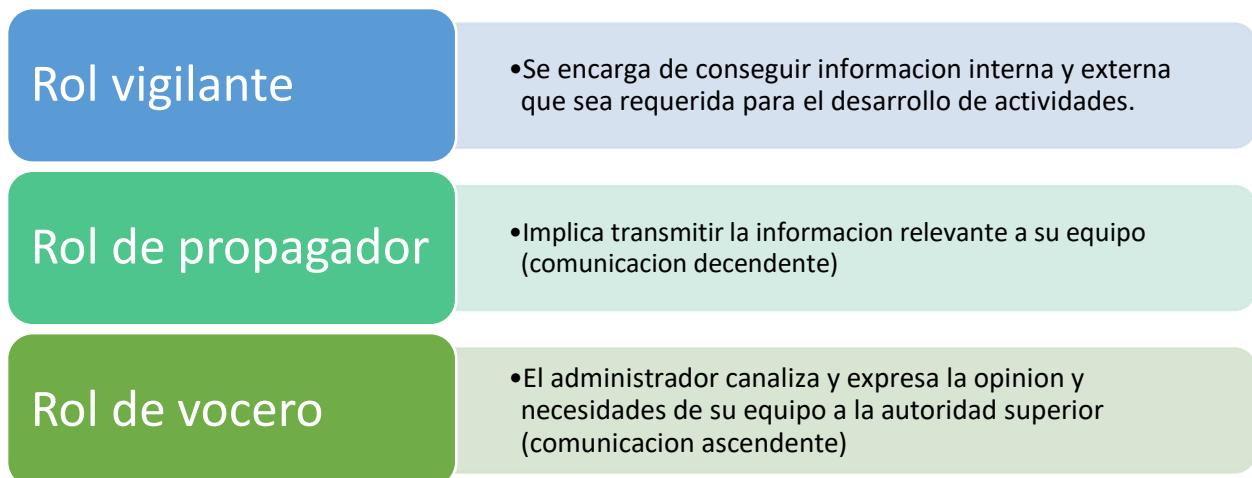


Ilustración 41: Roles informativos del PIFAD

D) ROLES OPERATIVOS

Los roles operativos son aquellos exclusivamente relacionados con la ejecución de los módulos de instrucción y se dividen en:

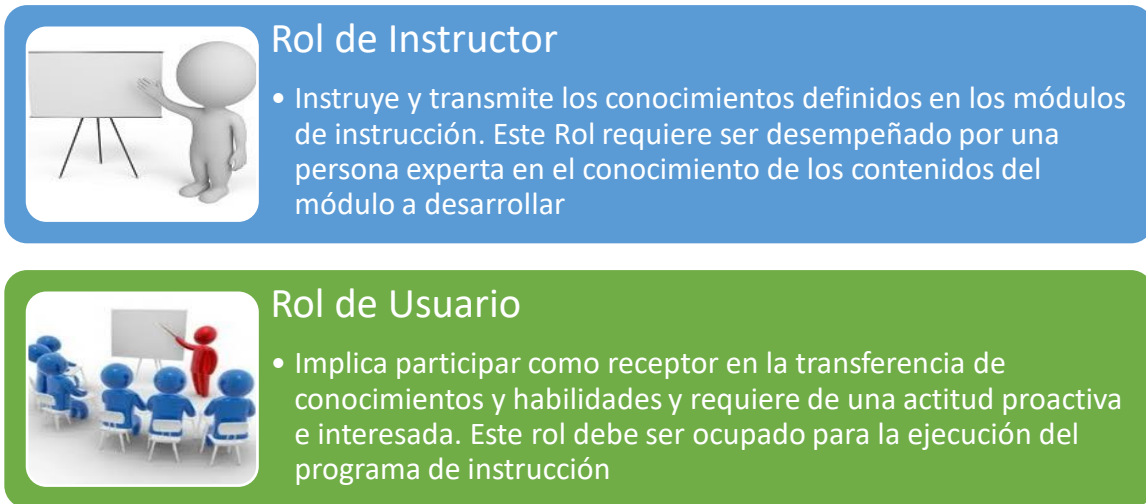


Ilustración 42: Roles operativos del PIFAD

B. ESTRUCTURA DE RESPONSABLES

La gestión del PIFAD, como la de cualquiera organización, comprende actividades a nivel estratégicos, tácticos y operativos que requieren ser delegadas. El PIFAD contará con 3 Responsables que se encargaran de las actividades y desempeñar diferentes roles administrativos de acuerdo al nivel de responsabilidad asignado. La estructura de responsables requerida para la gestión del PIFAD es:

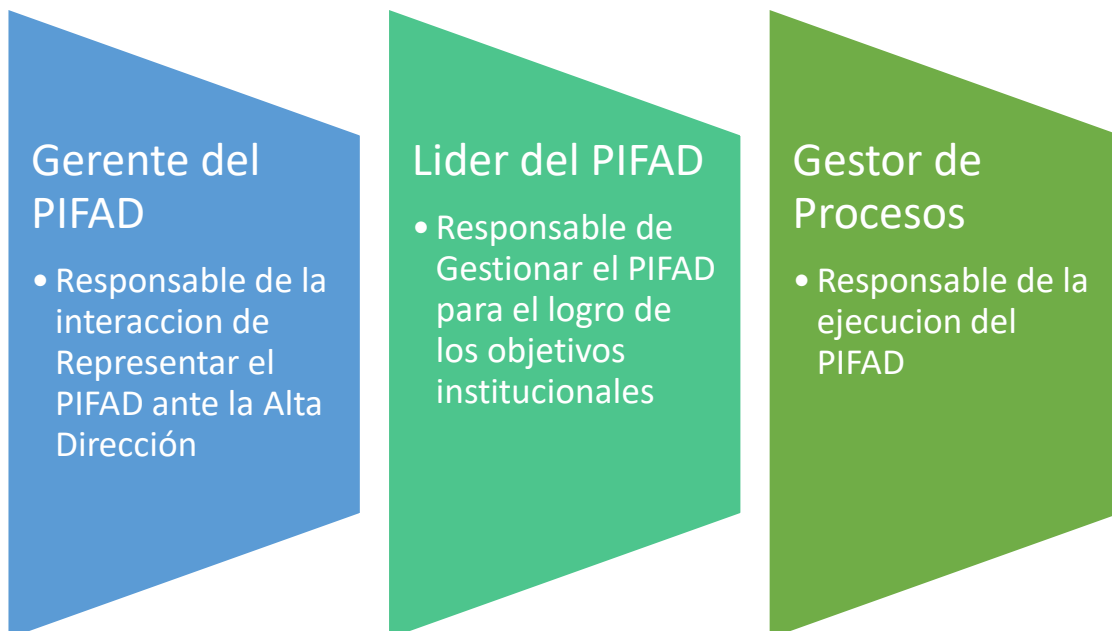


Ilustración 43: Estructura de responsables del PIFAD

C. PERFILES DE RESPONSABLES DEL PIFAD

El Perfil de Responsable consiste en un conjunto de características establecidas que sirven como estándar de evaluación para determinar si una persona es apta para dirigir el PIFAD. Los perfiles comprenden los siguientes apartados:

Responsabilidad principal

- Razón de ser de su participación en el programa y su nivel de responsabilidad respecto a los demás actores.

Roles/Actividades

- Roles a desempeñar y actividades a realizar por la persona designada

Conocimientos

- Conocimientos técnicos básicos deseables para ser capaz de desempeñar los roles y actividades establecidas.

Resultados Esperados

- Productos o servicios obtenidos por el correcto desempeño de roles y actividades.

A continuación, se detalla los Perfiles de cada uno de los tres responsables requeridos para el desarrollo del PIFAD:

1. GERENTE DEL PIFAD

Responsabilidad principal	Coordinar la planificación y evaluación del PIFAD de acuerdo a los objetivos institucionales establecidos por la Alta Dirección
Roles	Rol de Enlace entre la Alta Dirección y el PIFAD Rol de Propagador al transmitir las directrices de la Alta Dirección Rol de Vocero al transmitir las necesidades del PIFAD Rol de Asignador de Recursos para el PIFAD
Actividades	Designar a la persona que funja como Líder del PIFAD Gestionar asignación de recursos por parte de la Alta Dirección para el desarrollo del PIFAD Proporcionar al Líder del PIFAD información necesaria para el desarrollo del mismo respecto a la estrategia institucional orientada a la Fabricación Digital Participar en la evaluación del PIFAD Presentar Informe Final del desarrollo del PIFAD a la Alta Dirección
Conocimientos	Planificación Estratégica Formulación y Evaluación de proyectos Gestión Basada en Riesgos Proceso Administrativo Estructura de alto nivel Ciclo PHVA
Resultados Esperados	Recursos gestionados ante la Alta Dirección Plan de Instrucción Autorizado Información respecto a estrategia Institucional respecto a fabricación digital proporcionada Informe y resultados finales del PIFAD presentados

2. LÍDER DEL PIFAD

Responsabilidad principal	Liderar la administración del PIFAD y gestionar necesidades con el Gerente del PIFAD
Roles	Rol de Lider del PIFAD Rol de Negociador al Gestionar recursos con el Gerente del PIFAD Roles Informativos Rol de Manejo de Dificultades para solucionar imprevistos no contempladas en el AMEF
Actividades	Realizar la investigacion de necesidades de instruccion Participar en la Evaluacion y Seleccion de instructores Coordinar y elaborar el plan de instruccion Evaluar la ejecucion del PIFAD Coordinar la mejora continua del PIFAD Elaborar informe Final del PIFAD
Conocimientos	Tecnicas de Manejo de Personal Gestion Basada en Riesgo Fabricacion Digital Metodos DACUM, AMOD, SCID Estructura de alto nivel Ciclo PHVA
Resultados Esperados	Informe de Necesidades de Instruccion elaborado Plan de instruccion elaborado Instructores seleccionados Reporte de Ejecucion de modulos revisados Informe final elaborado

3. GESTOR DE PROCESOS

Responsabilidad principal	Dirigir y controlar el proceso de ejecucion del PIFAD
Roles	Rol de Vocero para informar necesidades para la ejecucion del PIFAD Rol de Manejo de Dificultades que surjan durante la ejecuciion del PIFAD
Actividades	Participar en la evaluacion y seleccion de instructores Participar en la planificacion de la instruccion Gestionar el contacto con los instructores Preparar Registros de evaluacion y control Realizar acciones preventivas y correctivas Elaborar reportes de modulos Participar en la evaluacion y mejora continua del PIFAD
Conocimientos	Ciclo PHVA Expresion oral y escrita Diagrama de Gantt Elaboracion de informes tecnicos Tecnicas de manejo de personal
Resultados Esperados	Instructores contactados Modulos de instruccion supervisados Acciones Preventivas y Correctivas implementadas Reportes de modulos elaborados

V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL PIFAD

El PIFAD comprende la realización de actividades administrativas necesarias para instruir al personal de la empresa acerca de conocimientos destrezas y habilidades de fabricación digital. Al conjunto de estas actividades se le denominará “Proceso de Gestión del PIFAD”.

La descripción del proceso de Gestión del PIFAD consistirá en dos pasos:

A. DIAGRAMA DE PROCESO

Un diagrama de proceso es una representación gráfica y resumida de los elementos de un proceso. El diagrama de proceso será elaborado utilizando un Diagrama SIPOC.

El SIPOC es un diagrama de flujo a alto nivel y, a su vez, es el primer paso para la realización de un diagrama de flujo detallado (flujograma de proceso). Permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes.

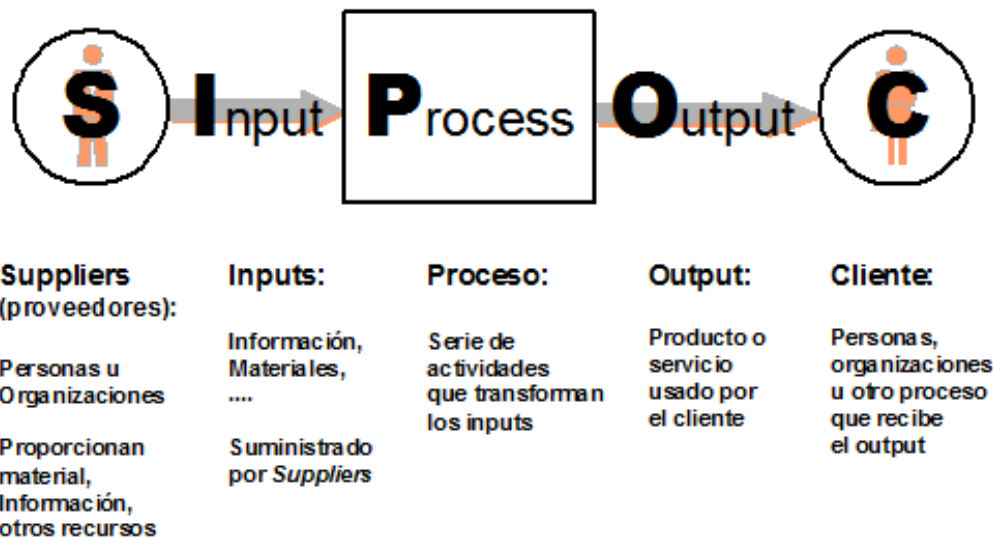


Ilustración 44: Diagrama SIPOC

B. FICHA DE PROCESO

Una Ficha de Proceso se puede considerar como un soporte de información documentada que pretende detallar los elementos del proceso definidos en el diagrama de proceso.

Los elementos básicos que una ficha de procesos puede contener son:

Misión u objeto:

Es el propósito del proceso. Hay que preguntarse ¿cuál es la razón de ser del proceso? ¿Para qué existe el proceso? La misión u objeto debe inspirar los indicadores y la tipología de resultados que interesa conocer.

Límites del proceso:

Los límites del proceso están marcados por las entradas y las salidas, así como por los proveedores (quienes dan las entradas) y los clientes (quienes reciben las salidas). Esto permite reforzar las interrelaciones con el resto de procesos, y es necesario asegurarse de la coherencia con lo definido en el diagrama de proceso y en el propio mapa de procesos. La exhaustividad en la definición de las entradas y salidas dependerá de la importancia de conocer los requisitos para su cumplimiento

Alcance del proceso:

Aunque debería estar definido por el propio diagrama de proceso, el alcance pretende establecer la primera actividad (inicio) y la última actividad (fin) del proceso, para tener noción de la extensión de las actividades en la propia ficha.

Documentos y/o registros:

Se pueden referenciar en la ficha de proceso aquellos documentos o registros vinculados al proceso. En concreto, los registros permiten evidenciar la conformidad del proceso y de los productos con los requisitos

Indicadores del proceso:

Son los indicadores que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión u objeto. Estos indicadores van a permitir conocer la evolución y las tendencias del proceso, así como planificar los valores deseados para los mismos

Variables de control:

Se refieren a aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso (es decir, que el propietario o los actores del proceso pueden modificar) y que pueden alterar el funcionamiento o comportamiento del proceso, y por tanto de los indicadores establecidos. Permiten conocer a priori dónde se puede “tocar” en el proceso para controlarlo

Recursos:

Se pueden también reflejar en la ficha (aunque la organización puede optar en describirlo en otro soporte) los recursos humanos, la infraestructura y el ambiente de trabajo necesario para ejecutar el proceso

Inspecciones:

Se refieren a las inspecciones sistemáticas que se hacen en el ámbito del proceso con fines de control del mismo. Pueden ser inspecciones finales o inspecciones en el propio proceso

Ilustración 45: Elementos básicos de una ficha de proceso

C. DIAGRAMA DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL PIFAD

Los elementos del SIPOC del Proceso de Gestión del PIFAD son:

- Proveedores:

Personas u organizaciones que proveen los insumos de entrada para el proceso. El programa será desarrollado internamente por empresas que estén interesadas en instruir a su personal y por ende la empresa se vuelve proveedor de los usuarios del programa al igual que los expertos en conocimientos que desempeñaran el rol de instructores.

- Inputs:

Los Inputs o entradas del proceso será el conocimiento e instrucción que proporcionaran los instructores y el personal que cumpla con el perfil de Usuario del PIFAD.

- Proceso:

Serie de actividades que procesan los inputs y permiten la obtención de los outputs. El Proceso constara de tres Subprocesos: Planificación, Ejecución, y Evaluación y mejora continua del programa.

- Output:

Resultados principales del proceso que buscan satisfacer las necesidades del cliente. El Programa tiene por salidas u outputs al personal instruido para aplicar fabricación digital de acuerdo a las necesidades de la empresa, además de proveer un informe que documente la realización del programa y aspectos relevantes para sus futuras aplicaciones.

- Cliente:

Persona u organización que recibe el output y retroalimenta de acuerdo al nivel de satisfacción de sus necesidades. El jefe o encargado del proceso de fabricación digital de la empresa será el cliente del proceso de instrucción quien evaluará la efectividad del programa.

El Diagrama SIPOC del Proceso de **GESTION DEL PIFAD** es el siguiente:



Ilustración 46: Diagrama SIPOC del Proceso de Gestión del PIFAD

D. FICHA DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN

FICHA DE PROCESO	
NOMBRE DEL PROCESO	Gestión del PIFAD
RESPONSABLE DEL PROCESO	Líder del PIFAD
MISION DEL PROCESO	Gestionar la realización de actividades necesarias para lograr Instruir al personal de la empresa en conocimientos y habilidades relacionadas con los pasos necesarios para la aplicación de fabricación digital
ALCANCE DEL PROCESO	Inicio: Investigación de Necesidades de instrucción Final: Elaboración de informe final de la ejecución del programa de instrucción

ENTRADAS	SUBPROCESO	SALIDAS	RESPONSABLE
PROVEEDOR/INSUMO		CLIENTE/PRODUCTO	
- Personal seleccionado - Tecnología actual - Módulos de instrucción - Perfil de instructores - Perfil de usuarios	Planificación de la Instrucción	Programa de instrucción	Líder del PIFAD
- Programa de instrucción - Conocimiento de instructores	Ejecución del plan de instrucción	- Registro de desarrollo de instrucción - Evaluación de instructor - Control de asistencia - Personal instruido	Gestor de Procesos
- Registro de desarrollo de instrucción - Evaluación de instructor - Control de asistencia Personal instruido	Evaluación y mejora continua del PIFAD	Informe final	Líder del PIFAD

Tabla 23: Ficha del proceso de instrucción

PLANIFICACION DE LA INSTRUCCION			
QUIEN	QUE		
RESPONSABLE	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS
Líder PIFAD	Checklist de necesidades	Investigación de necesidades	Matriz de conocimiento Informe de necesidades
Gestor de procesos	Informe de necesidades Perfil de usuario Perfil de instructores	Gestión de involucrados	Listado de personal a instruir Listado de instructores seleccionados
Líder PIFAD Gestor de procesos	Módulos de Instrucciones Listado de personal a instruir Listado de instructores seleccionados	Programación de la instrucción	Plan de instrucción

EJECUCION DEL PROGRAMA DE INSTRUCCION			
QUIEN	QUE		
RESPONSABLE	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS
Gestor de procesos	Plan de instrucción	Preparación de la instrucción	Registros de control y evaluación
Gestor de procesos Instructor Usuarios	Registros de control y evaluación	Desarrollo de la instrucción	Registros completados

EVALUACION Y MEJORA CONTINUA DEL PIFAD			
QUIEN	QUE		
RESPONSABLE	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS
Gestor de procesos	Registro completados	Evaluación de la ejecución	Reporte de modulo
Líder PIFAD Gestor de procesos	Reporte de módulos	Mejora continua	Informe final

Tabla 24: Ficha de proceso de instrucción

Los procedimientos del PIFAD comprenden la definición de pasos, bajo un orden establecido, necesarios para la realización de las actividades de cada subproceso. El manual de procedimientos constituye una guía documentada de como ejecutar cada una de las actividades. Además de los pasos definidos, el manual de procedimientos incluye una representación gráfica del flujo de las actividades y los formatos utilizados para en su ejecución.

El PIFAD comprende la siguiente estructura de procesos, subproceso y procedimientos:

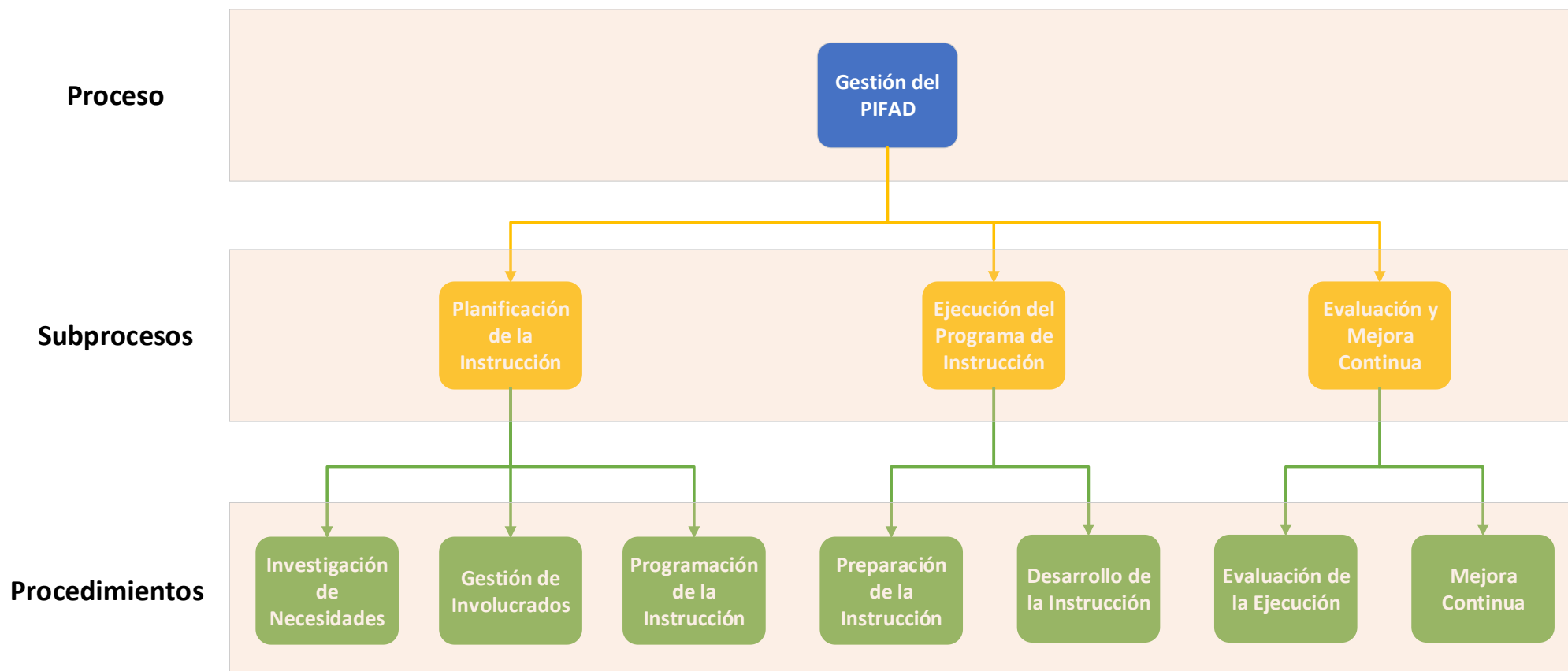


Ilustración 47 Estructura de procesos del PIFAD:

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

**PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE
FABRICACIÓN DIGITAL**

Contenido

- **Introducción**
- **Descripción de procedimientos**
 - **Procedimientos para la planificación**
 - **Determinación de necesidades**
 - **Gestión de involucrados**
 - **Programación**
 - **Procedimientos para la ejecución**
 - **Preparación**
 - **Desarrollo de instrucción**
 - **Procedimientos para la evaluación y mejora continua**
 - **Evaluación de la ejecución**
 - **Mejora continua**
- **Formatos**

Introducción

El presente manual tiene como finalidad, servir de guía operativa para el desarrollo de aquellas tareas necesarias para la implementación de la Fabricación Digital en las empresas manufactureras relacionadas con el rubro de los productos plásticos, a través de un programa de instrucción dirigido a desarrollar los conocimientos necesarios en el capital humano existente en la empresa interesada.

Comprende todos los procedimientos desde la planificación, pasando por la ejecución y culminando con las actividades de control y mejora continua.

Este manual también comprende todos los instrumentos a utilizar para las diferentes tareas propias del programa de instrucción como: Controles de asistencia, checklist para determinación de necesidades, hoja de incidentes, etc.

Procedimientos para la Planificación de la Instrucción

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Planificación de la instrucción

Nombre del procedimiento: Investigación de necesidades

Objetivo del procedimiento: Identificar las carencias de conocimientos sobre los pasos de la fabricación digital presentes en el personal de la empresa, en base al resultado se determinan los módulos necesarios a impartir para la implementación de la fabricación digital.

Fecha de elaboración:

Octubre 2019

Fecha de revisión:

Octubre 2019

Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

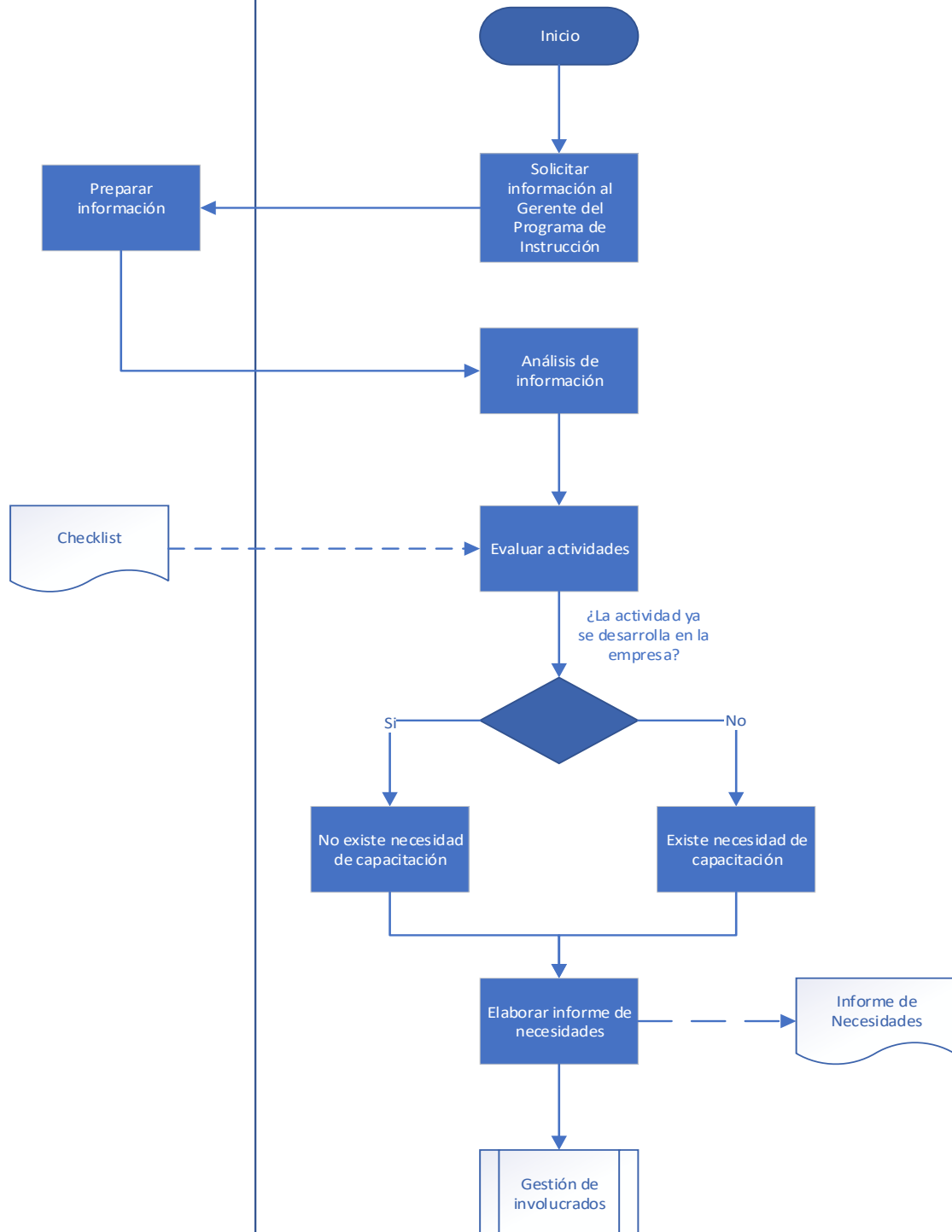
- Checklist para determinación de necesidades
- Informe de necesidades

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	Solicitar información al Gerente del PIFAD sobre los recursos disponibles para el desarrollo del Programa de Instrucción
02	El Gerente del PIFAD prepara la información solicitada
03	El líder del programa analiza la información y determina los requerimientos de recursos
04	Utilizando el Checklist para determinación de actividades, se evalúan las actividades que ya se desarrollan en la empresa y se determinan aquellos módulos que son necesarios para complementar el conocimiento que ya existe dentro de la empresa.
05	Si dentro de la empresa la actividad bajo análisis ya se desarrolla, se determina que no existe necesidad de instrucción para esa actividad en específico. Si no se realiza se determina que debe llevarse a cabo la instrucción
06	El líder del PIFAD elabora un informe con los módulos de instrucción a desarrollar.

Procedimiento para Investigación de Necesidades

Gerente del Programa de Instrucción

Lider del Programa de Instrucción



PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Planificación de la instrucción

Nombre del procedimiento: Gestión de involucrados

Objetivo del procedimiento: Determinar aquellas personas que cumplen con el perfil necesario para ser instruido en los diferentes módulos del PIFAD. Evaluar y seleccionar a los proveedores que tomaran el rol de instructor de los diferentes módulos del PIFAD.

Fecha de elaboración:
Octubre 2019

Fecha de revisión:
Octubre 2019

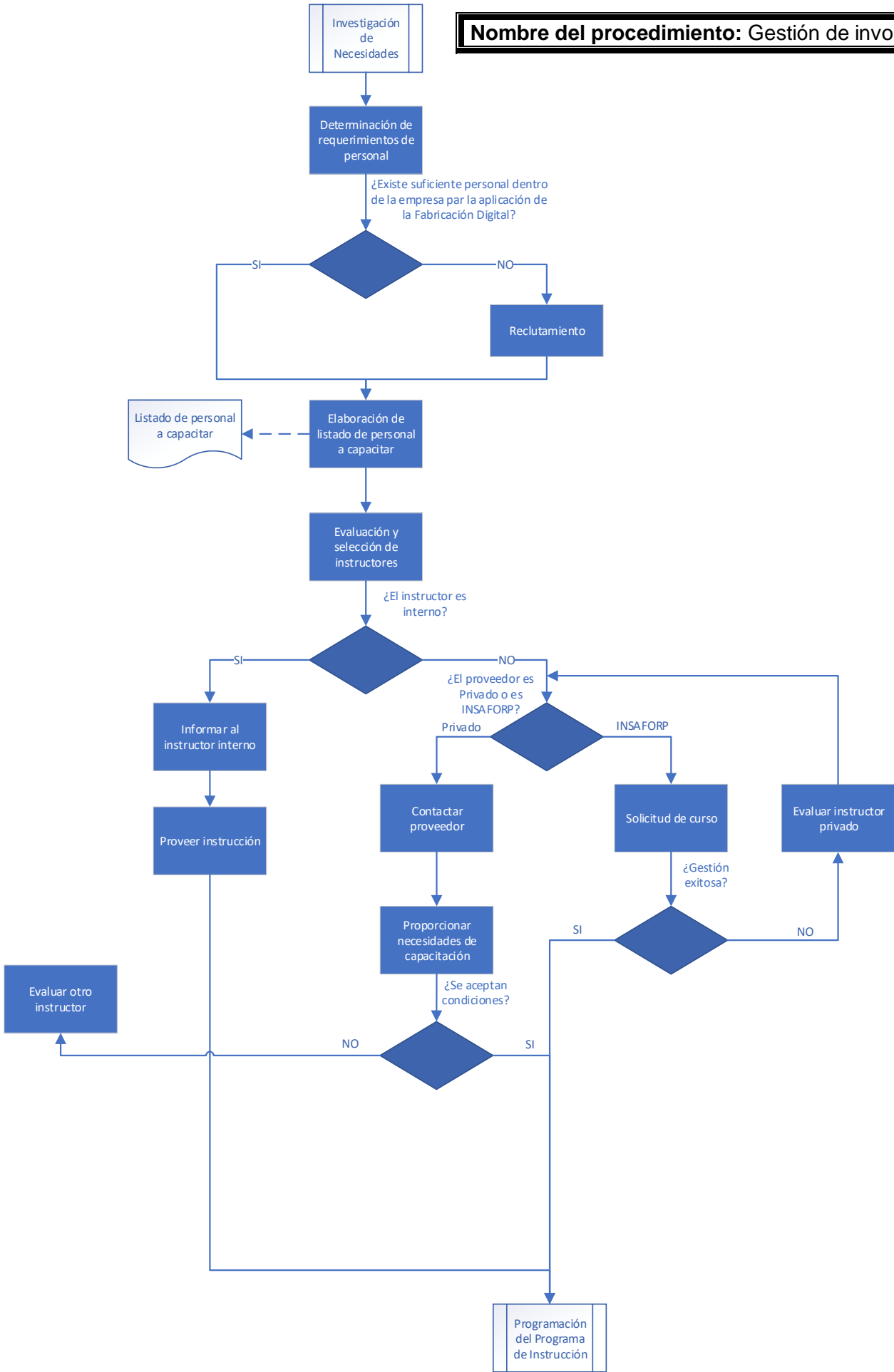
Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

- Listado de personal a capacitar

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	El líder del PIFAD determina si el personal dentro de la empresa es suficiente para abarcar todos los pasos de la fabricación digital.
02	Si el personal es suficiente se procede a elaborar el Listado de Personal a Capacitar, de no ser así, se procede a realizar el reclutamiento de las personas que son necesarias para la capacitación y posterior implementación de la fabricación digital.
03	Utilizando la matriz de proveedores se realiza la evaluación y selección de los instructores que desarrollaran los módulos de conocimiento del PIFAD.
04	Si el instructor es una persona que ya está laborando dentro de la empresa, se procede a informarle sobre el desarrollo del módulo que le será asignado. De no ser seleccionado un instructor interno, se procede a analizar entre uno privado e INSAFORP.
05	Si se selecciona a un instructor privado se realiza el contacto con el proveedor y se proporcionan las necesidades de capacitación, caso contrario se realiza la solicitud de capacitación a INSAFORP.
06	Si la gestión en INSAFORP es exitosa se procede con la Programación del PIFAD, caso contrario se procede a evaluar a un proveedor privado.
07	Si el instructor privado tiene la capacidad de cumplir con las necesidades de capacitación se procede a la programación del PIFAD, caso contrario se procede a evaluar a otro instructor privado hasta encontrar al más adecuado para el desarrollo de los módulos.
08	Se procede a la programación del PIFAD

Nombre del procedimiento: Gestión de involucrados



PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Planificación de la instrucción

Nombre del procedimiento: Programación del Programa de instrucción

Objetivo del procedimiento: Obtener un plan de instrucción que contenga los tiempos y lugares de desarrollo de los módulos del PIFAD, en base a la disponibilidad de espacio y de los instructores.

Fecha de elaboración:

Octubre 2019

Fecha de revisión:

Octubre 2019

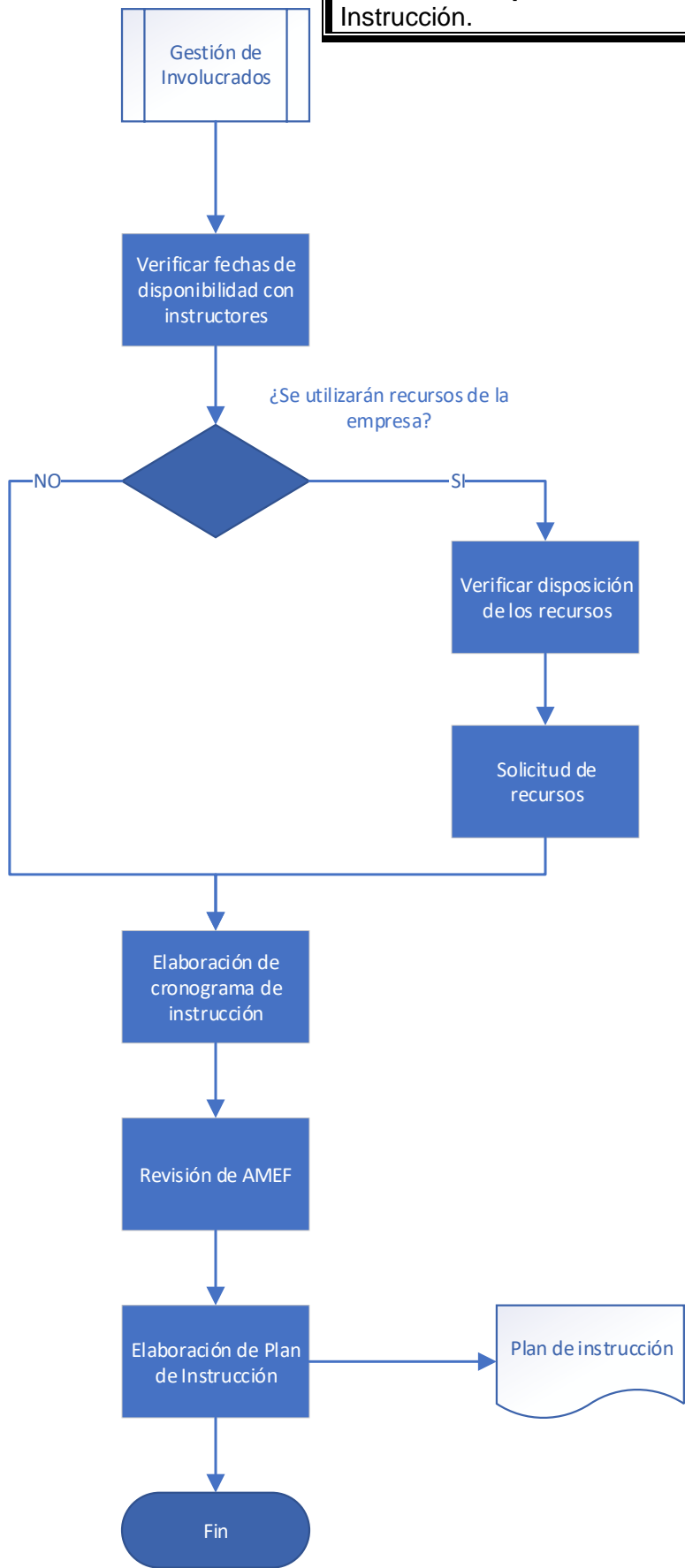
Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

- Plan de instrucción
- AMEF de ejecución

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	El líder del PIFAD verifica las ofertas de espacio y tiempo brindados por los instructores seleccionados, para asignar al personal en los diferentes módulos del PIFAD
02	El líder del PIFAD determina cuales son los módulos que requieren recursos de la empresa tales como: equipo, espacio para impartir el módulo, materiales de oficina, etc. Si no son necesarios los recursos de la empresa se procede con la elaboración del programa de instrucción.
03	El líder del PIFAD realiza la solicitud de recursos al Gerente del PIFAD, luego se procede a la elaboración del programa de instrucción.
04	Con toda la información sobre recursos, tiempo disponible, espacio disponible se elabora el programa de instrucción que contiene la asignación de personal a los diferentes módulos necesarios a impartir para la capacitación sobre Fabricación Digital.
05	Se elabora el cronograma bajo el cual se regirá el desarrollo del PIFAD
06	Se revisa el AMEF de la ejecución para determinar aquellos fallos que se han presentado durante la planificación y tomar medidas correctivas de ser necesarias.
07	Si todo está de acuerdo a lo esperado, se elabora el plan de instrucción, dicho plan contiene los módulos a desarrollar, los recursos necesarios para la ejecución de estos y la programación del PIFAD.

Nombre del procedimiento: Programación de la Instrucción.



Procedimientos para la Ejecución del plan de instrucción

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Ejecución del plan de instrucción

Nombre del procedimiento: Preparación de la instrucción

Objetivo del procedimiento: Preparar el inicio del PIFAD mediante la transmisión de los objetivos de este a los empleados y darles a conocer las horas, lugares y dinámica de desarrollo del PIFAD. Incluye la preparación de todos aquellos documentos de control utilizados para monitorear el desempeño del PIFAD.

Fecha de elaboración:
Octubre 2019

Fecha de revisión:
Octubre 2019

Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

Ninguno

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	Se lleva a cabo una reunión informativa en donde el personal a capacitar es informado sobre los objetivos del PIFAD, los horarios y espacios asignados para el desarrollo de este, así como indicaciones generales para asegurar el éxito en el desarrollo del PIFAD.
02	El gestor de procesos obtiene y facilita a los instructores los formatos de control de asistencia del personal a instruir.
03	El líder del PIFAD obtiene los formatos de desempeño de los instructores y los facilitarlos al Líder de Gestión de Procesos del PIFAD.

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Ejecución del plan de instrucción

Nombre del procedimiento: Desarrollo de la instrucción

Objetivo del procedimiento: Ejecutar los módulos de instrucción y garantizar la transmisión de los conocimientos necesarios al personal para la implementación de la Fabricación Digital en la empresa.

Fecha de elaboración:

Octubre 2019

Fecha de revisión:

Octubre 2019

Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

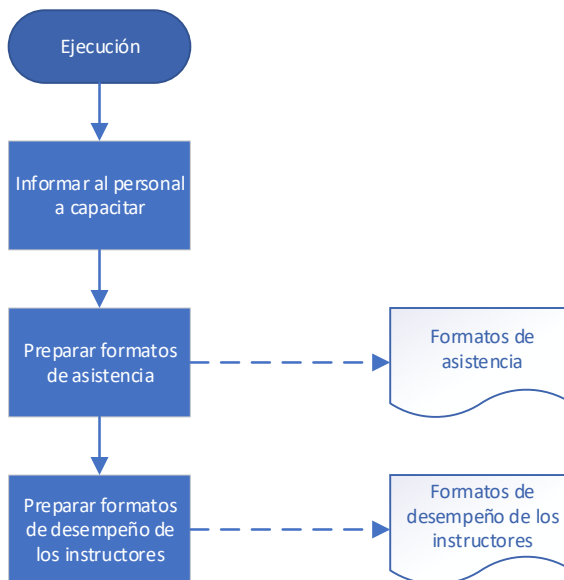
Ninguno

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	Se ejecutan los módulos basándose en el plan de instrucción.
02	El Gestor de Procesos verifica la asistencia al azar de los módulos y contrasta los resultados con los formatos llenados por los instructores.
03	Se verifica el desempeño de los instructores mediante una evaluación oral realizada al personal que recibe las instrucciones.

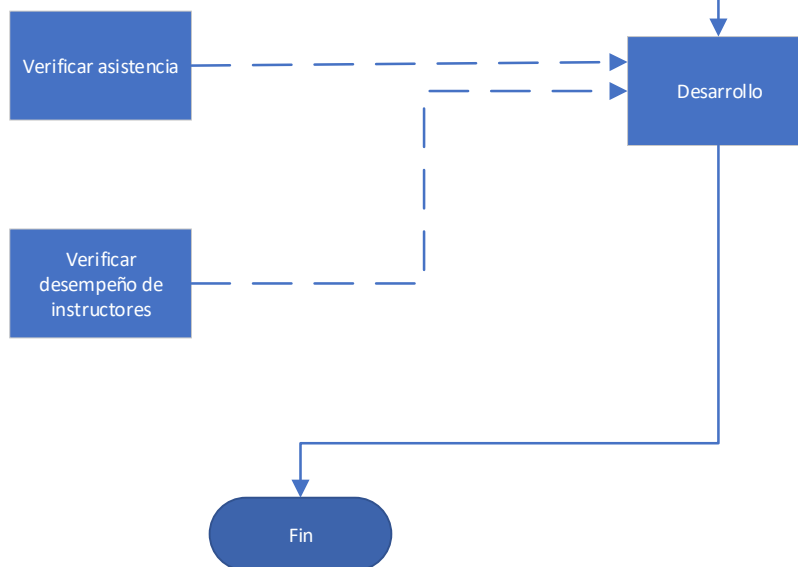
Procedimientos para la Ejecución

Fase

Preparación de la ejecución



Desarrollo de las instrucciones



**Procedimientos
para la
Evaluación y
Mejora
Continua del
PIFAD**

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Evaluación y Mejora Continua del PIFAD

Nombre del procedimiento: Evaluación de la ejecución

Objetivo del procedimiento: Recolectar la información necesaria para determinar si la ejecución de los módulos fue satisfactoria o deben aplicarse medidas correctivas.

Fecha de elaboración:
Octubre 2019

Fecha de revisión:
Octubre 2019

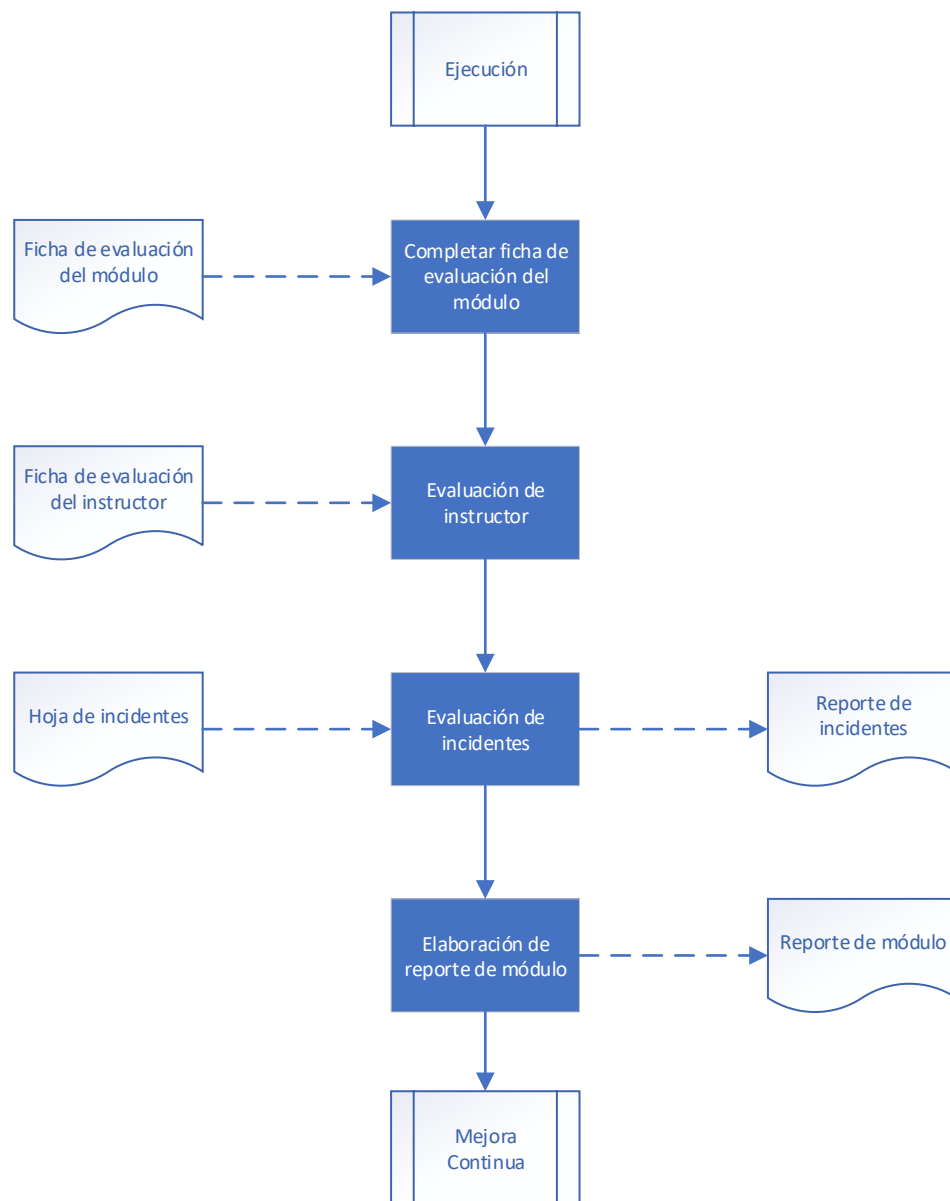
Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

- Ficha de evaluación de módulo
- Ficha de evaluación de instructor
- Hoja de incidentes
- Reporte de incidentes
- Reporte de módulo

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	Finalizada la ejecución de cualquiera de los módulos, el Gestor del Procesos del PIFAD debe completar la ficha de evaluación del módulo.
02	El Gestor de Procesos lleva a cabo la evaluación del instructor.
03	El Gestor de Procesos completa la hoja de incidentes ocurridos durante el desarrollo del módulo y genera un reporte de incidentes.
04	Una vez llenadas todas las fichas de control y generado el reporte de incidentes, se elabora el reporte final del módulo, con observaciones necesarias para la aplicación de la mejora continua.

Nombre del procedimiento: Evaluación de la ejecución



PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Nombre de la unidad: Evaluación y Mejora Continua del PIFAD

Nombre del procedimiento: Mejora Continua

Objetivo del procedimiento: Analizar el reporte final de cada módulo desarrollado y determinar posibles oportunidades de mejora que puede aplicarse a los módulos siguientes. Al final del programa de instrucción se encarga de elaborar el reporte final de PIFAD.

Fecha de elaboración:

Octubre 2019

Fecha de revisión:

Octubre 2019

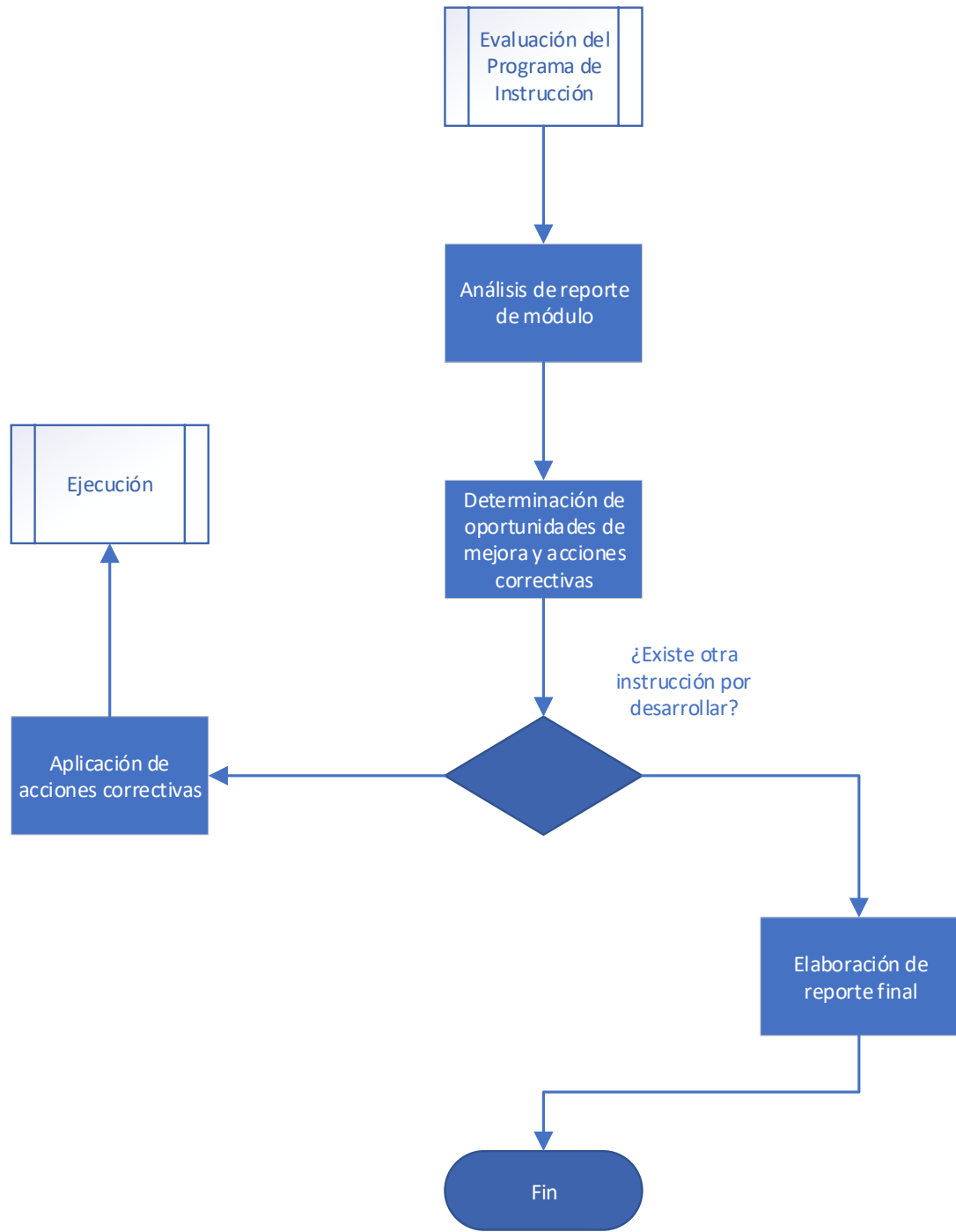
Frecuencia de uso: Este procedimiento se llevará a cabo siempre que se desee iniciar un proceso de instrucción sobre fabricación digital.

Documentos que intervienen:

- Ninguno

PASO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
01	El Gestor de Procesos y el Líder del PIFAD realizan el análisis del reporte final del módulo ejecutado.
02	Se enlistan las posibles oportunidades de mejora para aplicar en los módulos consecuentes.
03	Si faltan módulos por desarrollar se aplican las acciones correctivas basadas en las oportunidades de mejora identificadas, caso contrario, se procede a elaborar el informe final del PIFAD.

Nombre del procedimiento: Mejora Continua



Formatos Utilizados

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

CHECKLIST PARA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES	
Objetivo: Determinar los módulos necesarios a impartir para la implementación de la Fabricación Digital en la empresa.	
Encargado:	Fecha:

No.	Aplicación de Fabricación Digital	Estado/ Comentarios
Módulo CAD		
1	¿Se realizan los diseños de los productos de la empresa utilizando software CAD?	
2	¿Los moldes son fabricados por la empresa?	
3	¿El diseño de los moldes es realizado por personal de la empresa?	
4	¿Se utiliza equipo de digitalización de productos como Escáneres 3D?	
5	¿El personal de la empresa posee conocimientos en el uso de instrumentos de medición?	
Módulo CAE		
6	¿Los diseños de productos y moldes son analizados mediante un software de simulación CAE?	
7	¿El número de cavidades que puede contener un molde es determinado con la ayuda de software de ingeniería?	
8	¿Se realiza una simulación del llenado de los moldes antes de aprobar el diseño de este?	
Módulo CAM		
9	¿El diseño de la manufactura es realizado por el personal de la empresa con ayuda de software especializado?	
10	¿El personal es capaz de identificar el punto de inicio de corte de la herramienta que garantice la eficiencia de la operación y maximice la utilización del material?	
11	¿El personal tiene la capacidad de seleccionar la dirección de corte según la geometría de cada superficie?	
12	¿Las herramientas de cortes que van a intervenir en el proceso son seleccionadas de manera óptima?	
13	¿Se seleccionan las operaciones adecuadas para la obtención de los moldes?	
14	¿Los parámetros de las operaciones como: velocidad de corte, profundidad, avance de la herramienta, RPM, etc, son seleccionados de manera óptima?	
Módulo Manufactura		
15	¿La manufactura de los moldes es realizada por el personal de la empresa?	
16	¿El personal encargado es capaz de seleccionar el material más adecuado en base a las características del molde?	
17	¿El personal es capaz de cargar el código en la máquina para su funcionamiento?	
18	¿El personal es capaz de obtener piezas terminadas con las características necesarias para su uso en máquinas inyectoras de plástico?	

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

INFORME DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN	
Proyecto:	Programa de Instrucción sobre Fabricación Digital
Dirigido a:	Gerente del PIFAD
Elaborado por:	Líder de PIFAD
Lugar y Fecha de Emisión:	

Módulo	Ejecución	Justificación
Diseño CAD	Si/No	
Análisis CAE	Si/No	
Diseño CAM	Si/No	
Manufactura	Si/No	

Gerente del PIFAD

Líder del PIFAD

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

Listado de participantes Programa de Instrucción sobre Fabricación Digital			
Código	Apellidos	Nombres	Módulo a Participar

Gerente del PIFAD

Líder del PIFAD

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

PLAN DE INSTRUCCIÓN

SECTOR: Industria
ÁREA: Plástico
PERFIL DE COMPETENCIA: Fabricación de moldes
UNIDAD DE COMPETENCIA: Diseño CAD
DURACIÓN: 7 horas
NÚMERO DE PARTICIPANTES: Quince (15)

Horas Actividad	1H				2H				3H				4H				5H				6H				7H				
	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

FORMATO DE ASISTENCIA				
Módulo:				
Lugar:				
Instructor:				
Fecha y Hora:				
Apellidos	Nombres	Hora Entrada	Hora Salida	Firma

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

FICHA DE EVALUACIÓN PARA EL RENDIMIENTO DE LOS TUTORES	
Módulo:	
Instructor:	
Lugar:	
Fecha:	
<p>Indicaciones: Marque con una (X) la casilla que mejor se ajuste a su criterio, utilizando la siguiente escala:</p> <p style="text-align: center;"> 5. Excelente 4. Muy buena 3. Bueno 2. Regular 1. Deficiente </p>	

Desempeño del instructor	Criterios				
	5	4	3	2	1
1. Su manera de enseñanza estimuló en usted el aprendizaje:					
2. Demostró dominio del tema:					
3. Transmitió su mensaje en forma:					
4. Distribuyó el tiempo durante en forma:					
6. Utilizó el tiempo asignado en forma:					
7. Utilizó el material didáctico en forma:					
8. Brindó las instrucciones de la actividad en forma:					
9. Contesto las preguntas de los participantes en forma:					
10. Mantuvo el interés de los participantes en forma:					
11. Resumió las ideas principales de cada tema:					
12. Verificó el avance de los participantes en forma:					
13. Su trato con los participantes fue:					
14. Estableció una relación directa entre la teoría y la practica en forma:					
TOTAL					

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

FICHA DE EVALUACIÓN DE LOS MÓDULOS DE INSTRUCCIÓN	
Módulo:	
Instructor:	
Lugar:	
Fecha:	
<p>Indicaciones: Marque con una (X) la casilla que mejor se ajuste a su criterio, utilizando la siguiente escala:</p> <p style="text-align: center;"> 5. Excelente 4. Muy buena 3. Bueno 2. Regular 1. Deficiente </p>	

Evaluación del módulo	Criterios				
	5	4	3	2	1
1. Existe un desglose de contenido de tal manera que pueda ser entendido por el participante					
2. Los contenidos están acordes con los conocimientos previos de los participantes					
3. Los contenidos del módulo están acordes con lo necesario para la ejecución de las tareas para los que son impartidos.					
4. El tiempo de duración del módulo es suficiente para desarrollar la totalidad de los contenidos.					
5. Los contenidos del módulos son los adecuados para cumplir con los objetivos del PIFAD.					
6. El equipo utilizado es el adecuado para el desarrollo del módulo.					
7. Las instalaciones donde se desarrolla el módulo de instrucción proporcionan las condiciones adecuadas para los participantes.					
8. Se cuenta con el equipo necesario para desarrollar la parte práctica del módulo de instrucción.					
9. La asistencia del personal ha sido la esperada					
10. Los resultados de las evaluaciones han sido los esperados					
11. El número de participantes aprobados está acorde con los objetivos planteados.					
TOTAL					

PROGRAMA DE INSTRUCCIÓN SOBRE FABRICACIÓN DIGITAL

HOJA DE INCIDENTES				
Fecha	Hora	Módulo	Incidente	Firma

VII. DISEÑO DE MODULOS DE INSTRUCCION

El proceso de ejecución del PIFAD consiste en el desarrollo de actividades de aprendizajes estructuradas y definidas en módulos de instrucción. El diseño de los módulos de instrucción seguirá la metodología para el diseño curricular de programas de formación por competencias definido por INSAFORP.

A. DESARROLLO INSTRUCCIONAL Y CURRICULAR SISTEMÁTICO (SCID)

Para la elaboración de programas de formación profesional por competencias se siguen los principios del desarrollo Instruccional y Curricular Sistemático (SCID), constituido por cinco fases: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Estos principios consideran el desarrollo de las siguientes actividades en cada una de sus fases:

ACTIVIDADES	APLICA	NO APLICA	DETALLE
FASE 1 - Análisis			
Efectuar el análisis de las necesidades		x	Determinado en el diagnostico
Efectuar el análisis ocupacional (DACUM)	x		
Seleccionar las tareas para la Instrucción	x		
Analizar las tareas individualmente	x		
Establecer los conocimientos básicos necesarios para efectuar las tareas	x		
Fase 2 - Diseño			
Determinar la modalidad más apropiada para la capacitación	x		
Establecer los objetivos de aprendizaje	x		
Desarrollar los parámetros de desempeño requeridos	x		
Diseñar el programa de instrucción	x		
Fase 3 - Desarrollo instruccional			
Desarrollar el perfil de competencia	x		
Elaborar las guías de aprendizaje		x	Atribución de instructores
Elaborar las ayudas para el trabajo		x	Atribución de instructores
Realizar prueba piloto y revisión del material elaborado		x	Atribución de instructores
Fase 4 – Operación			
Operar el plan de capacitación		x	Gestión del PIFAD
Realizar la capacitación		x	Gestión del PIFAD
Efectuar la evaluación formativa		x	Gestión del PIFAD
Documentar los resultados		x	Gestión del PIFAD
Fase 5 – Evaluación			
Efectuar la evaluación sumativa (al finalizar)		x	Gestión del PIFAD
Analizar la información recolectada		x	Gestión del PIFAD
Tomar las medidas correctivas necesarias		x	Gestión del PIFAD

Tabla 25: Desarrollo Instruccional y Curricular Sistemático

B. ANÁLISIS OCUPACIONAL

El análisis ocupacional fue muy utilizado en la década de los ochenta y aún hoy se aplica en algunos casos. Su fórmula básica radica en definir la sentencia inicial del trabajo: ¿Qué hace el trabajador, para qué lo hace y cómo lo hace? Incluye también el enunciado de las habilidades y destrezas necesarias, así como los conocimientos aplicados. Un aspecto notorio es la inclusión de características físicas tales como la coordinación, la destreza y los diferentes tipos de esfuerzo o desplazamiento físico en una determinada labor.

Definiciones:

- Cinterfor/OIT: Proceso de identificación a través de la observación, la entrevista y el estudio, de las actividades y requisitos del trabajador y los factores técnicos y ambientales de la ocupación. Comprende la identificación de las tareas de la ocupación y de las habilidades, conocimientos, aptitudes y responsabilidades que se requieren del trabajador para la ejecución satisfactoria de la ocupación, que permiten distinguirla de todas las demás.
- Glosario de términos de la OIT: acción que consiste en identificar, por la observación y el estudio, las actividades y factores técnicos que constituyen una ocupación. Este proceso comprende la descripción de las tareas que hay que cumplir, así como los conocimientos y calificaciones requeridos para desempeñarse con eficacia y éxito en una ocupación determinada.

C. ANÁLISIS FUNCIONAL

La identificación de las funciones y tareas puede realizarse aplicando el análisis funcional del puesto en el cual se definen las funciones principales y se aplica un proceso de desagregación para identificar las tareas que conforman cada una. El proceso de desagregación (desglose) de las funciones se hace siguiendo la lógica de causa-efecto. Al realizar el desglose se debe verificar lo que debe lograrse para alcanzar el resultado descrito en la función que está siendo desagregada. De este modo, la desagregación de una función en el siguiente nivel, está representando lo que se debe lograr para que dicha función se lleve a cabo. La pregunta clave en el desglose es: “¿qué hay que hacer para que esto se logre?”

El análisis funcional tiene como resultado un Mapa Funcional o árbol funcional. Su forma de “árbol” (dispuesto horizontalmente) refleja la metodología seguida para su elaboración en la que, una vez definido el propósito clave, este se desagrega sucesivamente en las funciones constitutivas. Las ramas del árbol son “causas” ligadas gráficamente hacia la izquierda (o hacia abajo según se haya dibujado) con sus respectivas “consecuencias”. Si se lee de abajo hacia arriba (o de izquierda a derecha) se estaría respondiendo el “cómo” una función principal se lleva a cabo mediante la realización de las funciones básicas que la integran. En sentido contrario, de derecha a izquierda se estaría respondiendo el “para qué” de cada función que se encuentra en la función del nivel inmediatamente siguiente. Puede verse a continuación una representación gráfica y un ejemplo de un mapa funcional.

Esquema general de un mapa funcional

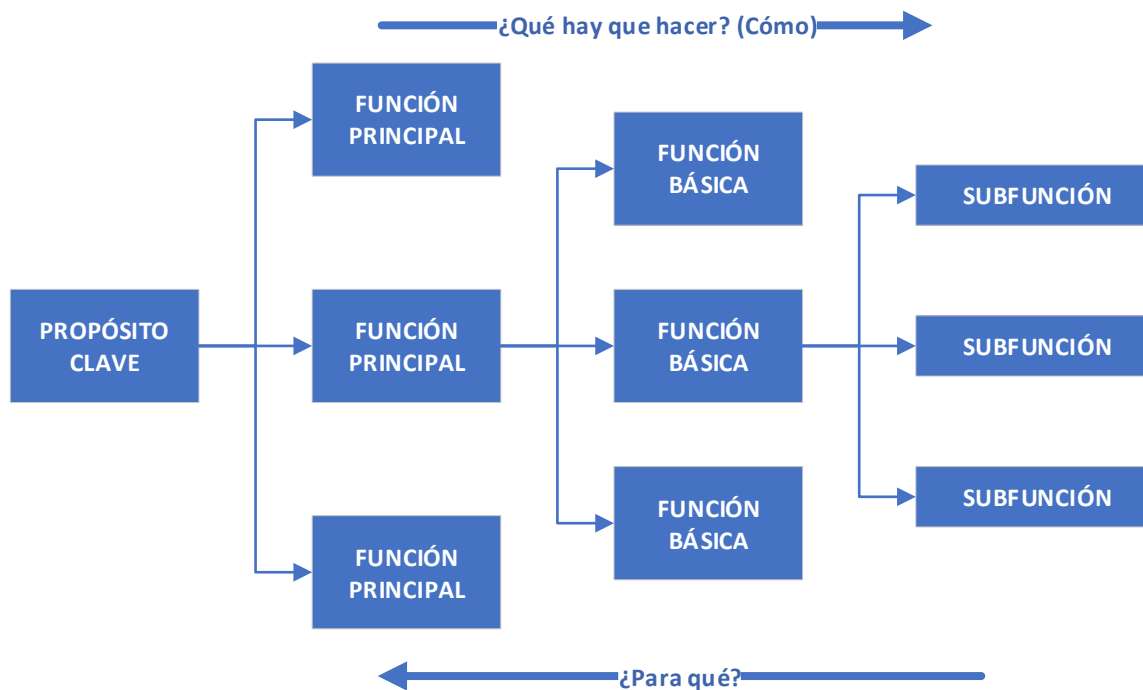


Ilustración 48: Esquema general de un mapa funcional

1. DACUM - AMOD

DACUM (Developing a Curriculum) es un método de análisis ocupacional orientado a obtener resultados de aplicación inmediata en el desarrollo de currículos de formación. El resultado se suele expresar en la llamada “carta DACUM” o “mapa DACUM” donde se describe el puesto de trabajo a partir de las competencias y subcompetencias que lo conforman.

Es un Proceso que identifica Funciones de un puesto de trabajo para obtener una ruta de aprendizaje y que representa la base de una formación técnica. El objetivo del DACUM es Identificar los conocimientos, habilidades, conductas, así como el uso eficiente y seguro de herramientas y equipos de un puesto.

El método AMOD (A Model) toma el mapa DACUM y realiza un ordenamiento de las subcompetencias de acuerdo con su grado de complejidad dentro de cada una de las competencias identificadas. Se trata de organizar las subcompetencias que componen cada competencia, empezando por las más simples y avanzando hacia las más complejas.

El Método DACUM – AMOD permite establecer la base del Perfil de competencia que sirve como insumo fundamental para la elaboración de los módulos de instrucción. El Mapa DACUM – AMOD se representa de la siguiente manera.

MODELO DACUM-AMOD

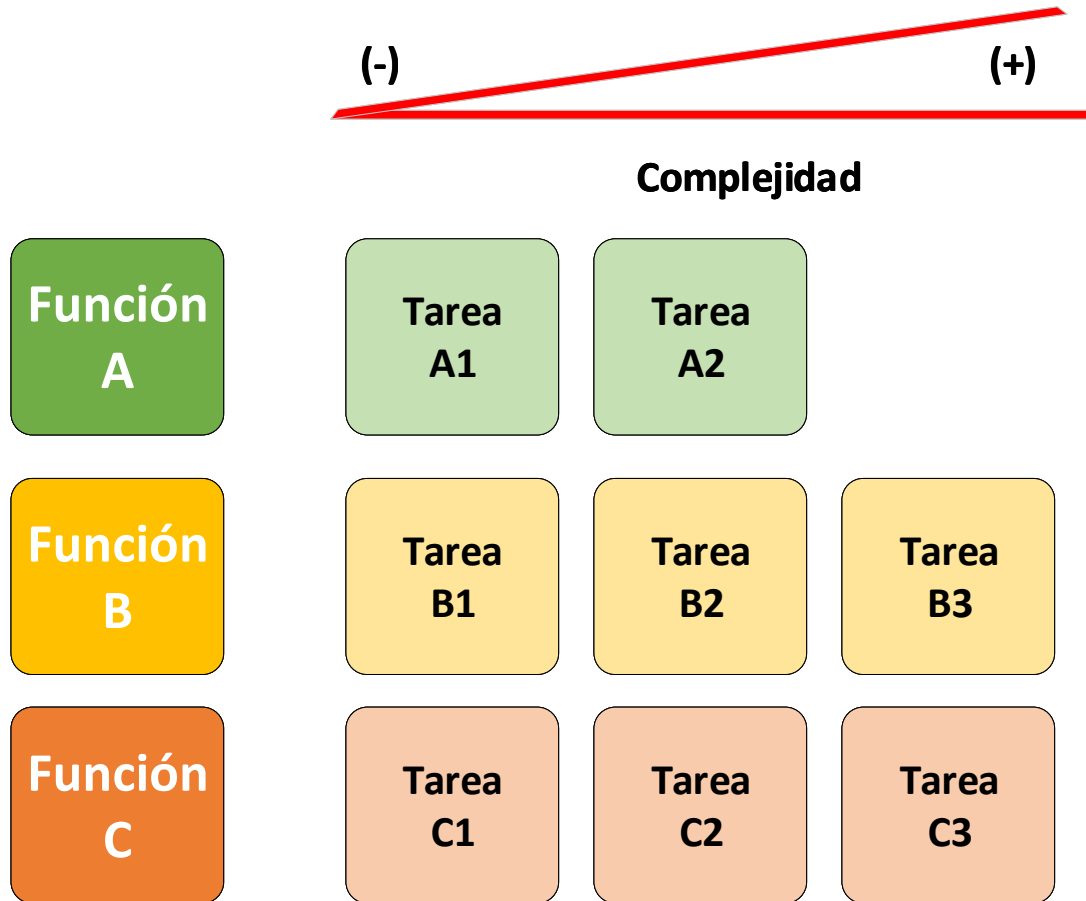


Ilustración 49: Modelo DACUM-AMOD

D. MAPA FUNCIONAL

De acuerdo al análisis funcional del proceso de fabricación digital de moldes de inyección validado en Kontein, empresa piloto verificada en la etapa de diagnóstico, Se realizó el siguiente Mapa Funcional para la fabricación digital de moldes de inyección y soplado:

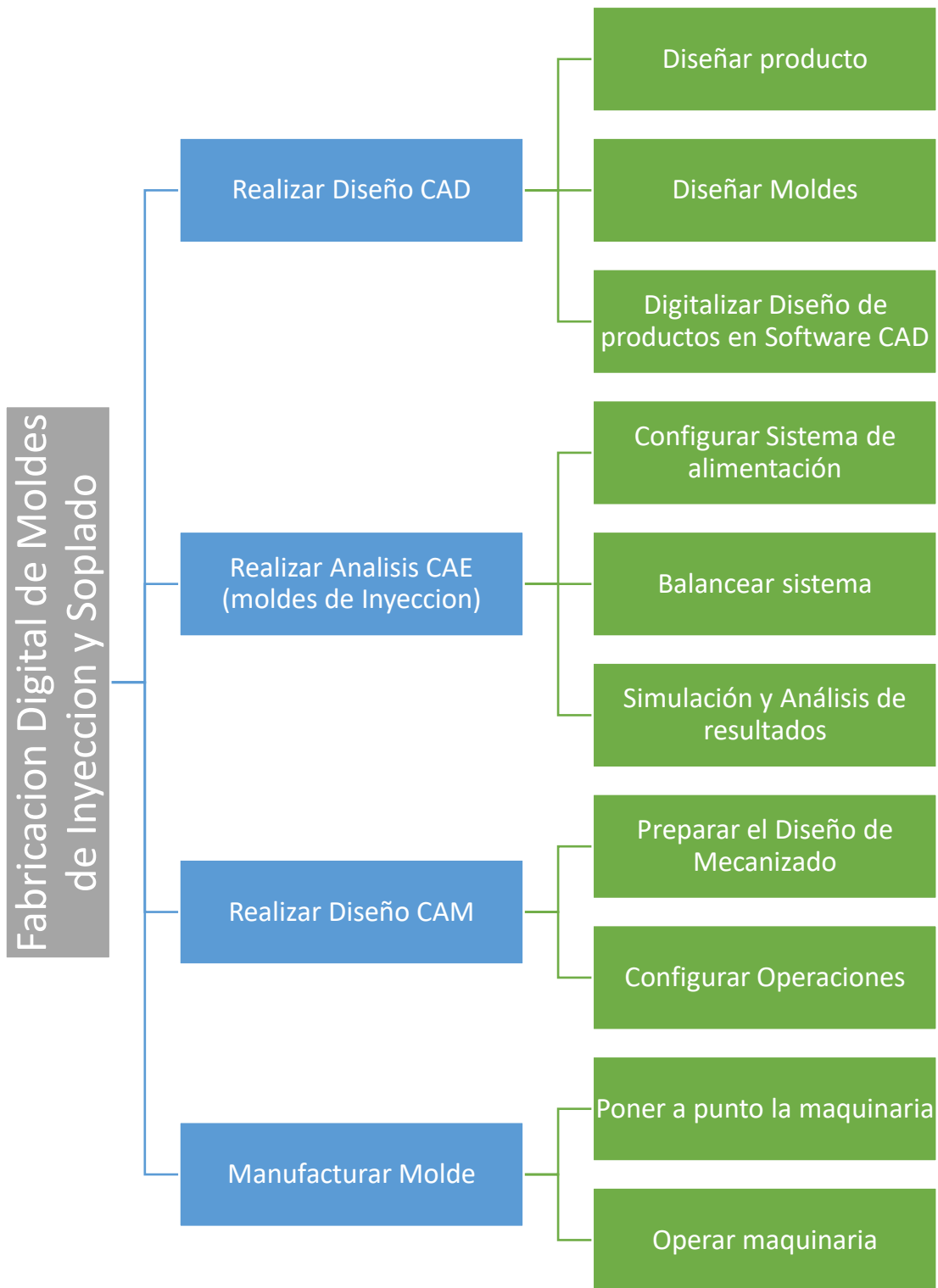


Ilustración 50: Mapa funcional

E. MAPA DACUM – AMOD

Retomando el Mapa funcional de la Fabricación digital de moldes de inyección y soplado se elabora el siguiente mapa DACUM – AMOD para la elaboración del Perfil de Competencia: TECNICO DE FABRICACION DIGITAL DE MOLDES.

A. Realizar Diseño CAD	A1. Diseñar Producto	A2. Diseñar Moldes	A3. Digitalizar Diseño de Producto en Software CAD	A4 Digitalizar Diseño de molde en Software CAD
B. Realizar Análisis CAE	B1. Configurar Sistema de alimentación	B2. Balancear sistema	B3. Simulación y de Análisis de resultados	
C. Realizar Diseño CAM	C1. Preparar el Diseño de Mecanizado	C2. Configurar Operaciones		
D. Manufacturar Molde	D1. Poner a punto la maquinaria	D2. Operar maquinaria		

Ilustración 51: Mapa DACUM-AMOD

F. ESTRUCTURA TÉCNICA PARA EL DISEÑO CURRICULAR DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN PROFESIONAL POR COMPETENCIAS

A. Ficha de registro de estándares de rendimiento y criterios de ejecución

- Concepto de estándar de rendimiento:

Es el nivel de rendimiento necesario en un puesto de trabajo. El estándar indica a las y los participantes que se espera de ellos en cuanto a calidad y cantidad en el momento que ejecuten la unidad de competencia. El estándar puede definirse en términos de: porcentajes de logros, tiempo para completar la unidad de competencia, niveles apropiados con que debe lograr la unidad de competencia. El estándar de rendimiento debe redactarse de manera clara y concisa, para dar lugar a confusiones, ni dejar de lado ningún aspecto importante que debe considerarse la hora de ejecutar la unidad de competencia. Para que los criterios de ejecución y la definición de estándar de rendimiento sea real, se deben seleccionar expertos trabajadores con 5 o más años de experiencia ejecutando la unidad de competencia a la que se le determinara el estándar.

- Concepto de criterio de ejecución:

El criterio de ejecución está constituido por las acciones (pasos) más relevantes para el logro de una unidad de competencia. Los expertos trabajadores indicaran claramente los pasos más importantes que se deben seguir para completar la unidad de competencia; deben considerar todas las posibilidades que se puedan tener en la realidad. Se deben redactar de forma clara y puntual no permitiendo que den lugar a ambigüedades. El o la instructora a cargo de la acción formativa, debe centrar la supervisión y evaluación de estos criterios de ejecución, asegurándose de que la o el participante los domine, ya que esto permitirá que alcancen el estándar de rendimiento; si lo anterior no es logrado la formación por competencia exige que la o el participante los repita hasta dominarlos.

B. Ficha de registro analítica

La ficha analítica está constituida por los datos generales de la unidad de competencia de interés: nombre del perfil, nombre de la competencia y la descripción detallada del estándar de rendimiento previamente elaborado; además cuenta con una tabla con ocho columnas en las cuales se describe lo siguiente:

- Pasos a realizar:

Los expertos trabajadores indicaran los pasos que deben colocarse para indicar como debe realizarse la unidad de competencia; detallaran claramente el seguimiento sistemático para lograr el nivel de competencia requerido. En estos pasos debe quedar claramente establecido el inicio y el final de la unidad de competencia de interés. En esta columna los pasos deberán ubicarse siguiendo la secuencia necesaria para ejecutar la unidad de competencia.

- Conocimientos técnicos:

Se deben colocar los conocimientos técnicos que permitan dominar la base teórica para alcanzar con éxito la parte práctica de la unidad de competencia de interés. Se deben considerar conocimientos técnicos adicionales, según se detallan en el perfil, donde se indica que deben aplicarse a todas las unidades de competencia, ejemplo: usar herramientas y equipos; aplicar normas de seguridad; aplicar normas eléctricas, u otros.

- Conocimientos relacionados:

Se escribe una lista de los contenidos que reflejen el alcance del dominio de una unidad de competencia, relacionados con una base teórica que sea puntual para conceptualizar aún más los conocimientos aplicados a la misma. Ejemplos; matemática, física, química, aplicados a la unidad de competencia. Se debe ser muy claro en estos conocimientos, especificando a que se refieren, ejemplo: operaciones matemáticas básicas: Suma y resta de números enteros y quebrados. Multiplicación de números enteros y quebrados.

- Equipos, herramientas, y materiales:

También es necesario detallar en una lista los equipos, herramientas y materiales que los y las participantes emplearan para ejecutar la unidad de competencia. Es necesario especificarlos detallando los datos técnicos de cada uno y asegurarse de que existan en el mercado.

- Normas de seguridad:

Se deben especificar los cuidados y normas de seguridad a tomar en cuenta en la ejecución de la unidad de competencia de interés.

- Actitudes y valores:

Para lograr de manera integral la ejecución de la unidad de competencia, es necesario recalcar las actitudes y valores que él o la participante de una acción formativa debe adquirir para el desempeño eficiente de la misma en un puesto de trabajo. Se debe detallar claramente en que pasos o actividades se aplicarán estas actitudes listadas al ejecutar la unidad de competencia. Posteriormente estas actitudes listadas servirán para elaborar los instrumentos de evaluación del área actitudinal y valórica que permitirán determinar si los y las participantes las han adquirido durante el desarrollo de la unidad de competencia.

- Errores comunes que se cometen en la ejecución:

Se deben colocar los errores que comúnmente se cometen y que se reflejan durante el período de formación y/o capacitación y dónde el o la participante tendrá que poner mayor interés y cuidado en no cometerlos al ejecutar la unidad de competencia.

- Decisiones que se toman durante la ejecución:

Es necesario hacer énfasis en las decisiones que deben tomar en cuenta cada uno de las o los participantes al momento de realizar la unidad de competencia de interés.

C. La ficha de registro de objetivos de rendimientos

- Objetivo de rendimiento:

Es una declaración que define exactamente lo que la o el participante deberá hacer después de la instrucción, debe indicar parámetros que pueden ser observados y medibles; lo constituyen tres componentes fundamentales: condiciones, conductas y estándar de rendimiento.

- Objetivo general:

Determinará el desempeño o los comportamientos observables y medibles; estarán expresados de manera general para cada unidad de competencia y son los que deberán dominar los y las participantes al finalizar la unidad de competencia. Los objetivos generales deben ser redactados de forma clara y que no den lugar a ambigüedades, tomando en cuenta los aspectos cognoscitivos, psicomotrices y actitudinales que el o la participante deben dominar al finalizar la unidad de competencia. En el proceso enseñanza - aprendizaje de una ocupación se deben plantear logros de aprendizaje, para poder transmitir los conocimientos teóricos y prácticos además de considerar actitudes acordes a cada unidad de competencia; para alcanzar lo anterior se debe tomar en cuenta los dominios que recomienda la taxonomía propuesta por Bloom según los siguientes dominios:

a) Cognoscitivo:

Se refiere al desarrollo de capacidades y habilidades intelectuales más complejas y permite a la o el participante, emplear información y conocimientos de tipo teórico y que se relacionan con factores mentales. Estos objetivos cognoscitivos deben estar en armonía con los conocimientos técnicos y relacionados, y más específicamente a los contenidos, los cuales se quedarán reflejados posteriormente en la guía de aprendizaje teórica. Estos objetivos cognoscitivos

planteados serán la base a considerar para plantear las actividades y evaluaciones en la guía de aprendizaje teórica, con el fin de lograr dichos objetivos.

b) Psicomotriz:

En esta área se agrupan las acciones que se refieren a la utilización de destreza motora, relacionada con la manipulación de herramientas, equipos y materiales; actividades que obligadamente necesitan del cerebro y los músculos y están relacionadas con el aspecto físico. Para su redacción se debe considerar en toda su magnitud las destrezas motoras que el o la participante debe desarrollar en la unidad de competencia de interés; esto queda claramente explicitado en el estándar de rendimiento. Estos objetivos son los que deben aparecer en la guía de aprendizaje técnica.

c) Actitudinal y valórica:

Se refiere a los comportamientos relacionados con la adquisición y aplicación de las actitudes, valores y sentimientos; para su redacción se debe tomar en cuenta las actitudes y valores recomendados en la columna de la ficha de rendimiento.

D. Ficha de registro de diseño curricular

El instrumento que forma la ficha de diseño curricular está constituido por el nombre del perfil, nombre de la competencia, nombre de la unidad de competencia y la descripción del estándar de rendimiento previamente elaborados; además cuenta con una tabla de nueve columnas en las cuales se explicita lo siguiente:

- Contenidos:

Se derivan de los conocimientos técnicos recomendados en la ficha analítica y debe incluir también los conocimientos relacionados; estos contenidos deben ser jerarquizados considerando que las personas que se capacitarán son principiantes en la unidad de competencia de interés. En el caso de los conocimientos relacionados, serán los expertos trabajadores quienes indicarán en qué posición se ubican, si al principio, en medio o al final de los contenidos. Los contenidos deben estar relacionados a la unidad de competencia de interés para que las o los participantes adquieran las bases tecnológicas que le permitan alcanzar la competencia requerida; no se deben incluir contenidos que no sean necesarios para el desarrollo exitoso de la unidad de competencia.

- Métodos y técnicas:

Se refieren a la forma de desarrollar la acción formativa o los caminos para lograr los objetivos. Para impartir conocimientos se recomiendan, entre otros, los métodos inductivos, que se utilizan cuando se presentan los casos particulares al aprendizaje y que se le induce a que extraiga la ley a principios generales; deductivos, cuando se enseñan los conceptos generales y la o el participante los aplica a casos particulares y, de refuerzo teórico.

- Actividades de enseñanza aprendizaje:

Estas constituyen los elementos que utiliza la o el instructor para crear situaciones cercanas a la realidad de enseñanza y aprendizaje y facilitar el aporte de contenidos, que permiten a las o los participantes la vivencia de las experiencias, necesarias para su transformación o cambio de actitud. La estructura de los objetivos, los métodos y las técnicas recomendadas determinan el

tipo de actividad propuesta para lograr el dominio de las competencias. Para lograr los objetivos, las y los participantes son expuestos a la presencia de temas o contenidos de la especialidad escogida; por ejemplo, se expone ante hechos, situaciones, fórmulas, teorías, principios, conceptos, procesos, sistemas, figuras y otros. Generalmente estos elementos se presentan formando parte del conjunto al que pertenecen, no se presentan aislados. Las actividades de enseñanza aprendizaje deben programarse para momentos de introducción, desarrollo y conclusión.

- Medios y materiales didácticos:

Los medios didácticos son los recursos que se emplean para presentar un contenido teórico o práctico con una técnica concreta en el ámbito de un método de aprendizaje determinado, y suelen llamarse apoyos de instrucción. Los materiales didácticos son instrumentos o soportes que se utilizan en forma impresa, audiovisual, y otros que se pueden utilizar combinados entre sí, en sistemas multimedia y por separado; todo depende del objetivo del aprendizaje y del método que se aplique; además permite seleccionar los recursos o medios didácticos apropiados en función de las posibilidades físicas que tenemos para obtener mayor rendimiento de las y los participantes como de los o las instructoras.

- Instrumentos de evaluación y tipos de ítems:

Los instrumentos a utilizar dependen de dónde se ubiquen los objetivos de aprendizaje, si dentro del dominio cognoscitivo, el dominio afectivo o el dominio psicomotor. Otras condiciones son las evaluaciones que se realizan dentro del aula y los instrumentos empleados son llamados pruebas escritas; hay dos tipos de pruebas escritas que la o el instructor puede diseñar para ser aplicadas en el aula con el propósito de evaluar adquisiciones de los dominios cognoscitivos y afectivos: prueba objetiva y prueba de ensayo.

- Criterios de ejecución

Se consideran los ya elaborados con anterioridad para lograr en forma resumida y precisa la aprobación de la unidad de competencia.

- Horas teóricas (HT)

Se tomarán en cuenta las horas teóricas necesarias por cada uno de los contenidos a desarrollar, en este punto es muy importante la experiencia de los o las instructoras quienes ya han desarrollado estos contenidos, y quienes deben recomendar los tiempos prudenciales considerando que los y las participantes son principiantes en la unidad de competencia de interés.

- Horas Prácticas (HP)

Se tomarán en cuenta las horas prácticas que los expertos trabajadores recomienden para desarrollar la unidad de competencia; en este aspecto los curriculistas deben considerar un margen adicional tomando en cuenta que las personas a capacitar son principiantes en la unidad de competencia.

- Total de horas (TH)

Representan la sumatoria de las horas teóricas y prácticas

G. MODULO DE INSTRUCCIÓN: DISEÑO CAD

1. FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Diseñar producto

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Crear un diseño acorde a las especificaciones requeridas	<ul style="list-style-type: none">- Analizar las características de las especificaciones requeridas- Definir las dimensiones de cada parte del producto- Realizar boceto del producto

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Diseñar Molde

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
<p>Definir un diseño de molde con todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento</p>	<ul style="list-style-type: none">- Analizar la maquina en la que se usara el molde- Analizar proceso de fabricación del producto- Definir dimensiones del molde- Diseñar sistema de partición y desmoldeo- Diseñar Sistema de Alimentación- Diseñar Sistema de Refrigeración- Diseñar Sistema de Expulsión- Diseñar Sistema de Guiado- Diseñar Estructura

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Digitalizar Diseño de producto en Software CAD

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Elaborar diseño digital del producto en Software CAD con sus dimensiones correctas	<ul style="list-style-type: none">- Definir operaciones de dibujo y su orden de realización- Asignar dimensiones correctas a cada operación

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Digitalizar Diseño de molde en Software CAD

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Elaborar diseño digital del molde en Software CAD con las medidas correctas	<ul style="list-style-type: none">- Diseñar placas del molde según diseño- Asignar dimensiones correctas a cada parte del molde- Utilizar el diseño 3D de la para elaborar cavidades del molde

2. FICHA DE REGISTRO ANALITICA

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Diseñar producto

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Crear un diseño acorde a las especificaciones requeridas

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar las características de las especificaciones requeridas - Definir las dimensiones de cada partedel producto - Realizar boceto del producto 	<ul style="list-style-type: none"> - Dibujo técnico - Instrumentos de medición 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de planos - Conocimiento de acotado 	<ul style="list-style-type: none"> - Regla, Compas, Vernier, Micrómetro 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Creatividad • Precisión 	<ul style="list-style-type: none"> - Mal dimensionamiento de partes del producto - Errores funcionales del diseño 	<ul style="list-style-type: none"> Elegir mejor diseño que cumpla con especificaciones

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Diseñar Molde

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Definir un diseño de molde con todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento.

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none">- Analizar la maquina en la que se usara el molde- Analizar proceso de fabricación del producto- Definir dimensiones del molde- Diseñar sistema de partición y desmoldeo- Diseñar Sistema de Alimentación- Diseñar Sistema de Refrigeración- Diseñar Sistema de Expulsión- Diseñar Sistema de Guiado- Diseñar Estructura	<ul style="list-style-type: none">- Dibujo técnico- Funcionamiento de moldes- Configuración de placas de moldes	<ul style="list-style-type: none">- Sistema de alimentación- Sistema de refrigeración- Sistema de expulsión	<ul style="list-style-type: none">- Maquinaria de inyección	-N/A	<ul style="list-style-type: none">• Creatividad• Precisión	Mal dimensionamiento del molde	Geometría del Sistema de Refrigeración

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Digitalizar diseño del producto en Software CAD

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Elaborar diseño digital del producto en Software CAD con las medidas correctas

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none">- Definir operaciones de dibujo y su orden de realización- Asignar dimensiones correctas a cada operación	<ul style="list-style-type: none">- Manejo de Software de Diseño CAD	<ul style="list-style-type: none">- Operaciones de diseño 3D	<ul style="list-style-type: none">- Software CAD- Computadora de Alta Gama	-N/A	<ul style="list-style-type: none">• Precisión• Paciencia	<ul style="list-style-type: none">- Omitir partes del producto- Dimensiones incorrectas	N/A

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar diseño CAD

UNIDAD DE COMPETENCIA: Digitalizar diseño del molde en Software CAD

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Elaborar diseño digital del molde en Software CAD con las medidas correctas

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none">- Diseñar placas del molde según diseño- Asignar dimensiones correctas a cada parte del molde- Utilizar el diseño 3D de la para elaborar cavidades del molde	<ul style="list-style-type: none">- Manejo de Software de Diseño CAD	<ul style="list-style-type: none">- Operaciones de diseño 3D- Calculo de cavidades	<ul style="list-style-type: none">- Software CAD- Computadora de Alta Gama	-N/A	<ul style="list-style-type: none">• Precisión• Trabajo Metódico	<ul style="list-style-type: none">- Omitir partes del producto- Dimensiones incorrectas	N/A

4. FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAD

UNIDADES DE COMPETENCIA: Diseñar producto, Diseñar Molde, Digitalizar diseño del producto en Software CAD, Digitalizar diseño del molde en Software CAD

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Crear un diseño acorde a las especificaciones requeridas
- Definir un diseño de molde con todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento
- Elaborar diseño digital del producto en Software CAD con sus dimensiones correctas
- Elaborar diseño digital del molde en Software CAD con las medidas correctas

Objetivo General	Objetivo Área Cognoscitiva	Objetivo del Área Psicomotriz	Objetivo del Área Actitudinal y Valórica
El personal instruido será capaz de transformar necesidades, requisitos e ideas en diseño, los cuales digitalizara por medio de sus habilidades de modelado digital 3D, además será capaz de diseñar y digitalizar el molde respectivo para la fabricación del producto diseñada.	Asimilar los conocimientos relacionados a la funcionalidad y diseño de los moldes y comprender los comandos y la interfaz del software CAD a utilizar.	Ser capaz de representar una producto o molde mediante un boceto y ser hábil en el manejo de comandos del software	durante el desarrollo del PIFAD el personal será capaz de trabajar bajo presión y con una actitud propositiva

5. FICHA DE DISEÑO CURRICULAR

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAD

UNIDADES DE COMPETENCIA: Diseñar Producto, Diseñar Molde, Digitalizar diseño del producto en Software CAD, Digitalizar diseño del molde en Software CAD

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Crear un diseño acorde a las especificaciones requeridas
- Definir un diseño de molde con todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento
- Elaborar diseño digital del producto en Software CAD con sus dimensiones correctas
- Elaborar diseño digital del molde en Software CAD con las medidas correctas

PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE				EVALUACION		HT	HP	TH
CONTENIDOS	METODOS Y TECNICAS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	MEDIOS Y MATERIALES DIDACTICOS	INTRUMENTOS Y TIPOS DE ITEM	CRITERIOS DE EJECUCION			
Diseño de Moldes: - Sistema de Alimentación - Sistema de Refrigeración - Sistema de Expulsión - Sistema de Guiado - Estructura de Operaciones de Dibujo CAD - Modelado 3D	Método Expositivo Método demostrativo Realización de proyecto	Exposición del instructor Desarrollo de casos prácticos	Guía de contenidos Presentación PowerPoint	Prueba de conocimiento Prueba practica	Diseño CAD De acuerdo a diseño del producto o molde	18	20	38

H. MODULO DE INSTRUCCIÓN: ANALISIS CAE

1. FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Configurar sistema de alimentación

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Diseñar sistema de llenado de molde con los elementos necesarios para el análisis de ingeniería	<ul style="list-style-type: none">- Determinar el número de cavidades- Definir disposición de cavidades- Definir geometría y dimensiones de canales, entradas- Diseñar canales, entradas y bebedero

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Balancear sistema

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Optimizar el tiempo de inyección por medio del llenado uniforme de las cavidades.	<ul style="list-style-type: none">- Rediseñar disposición de los productos en el molde- Rediseñar geometría de canales y entradas

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Simular y Analizar resultados

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Configurar la simulación con datos reales del proceso	<ul style="list-style-type: none">- Seleccionar el material a inyectar correcto- Seleccionar el material correcto del molde- Configurar los parámetros del proceso según la maquinaria correspondiente- Identificar necesidades de balanceo del sistema

2. FICHA DE REGISTRO ANALITICA

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Configurar canales, entradas y bebedero

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Diseñar sistema de llenado de molde con los elementos necesarios para el análisis de ingeniería

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el número de cavidades - Definir disposición de cavidades - Definir geometría y dimensiones de canales, entradas - Diseñar canales, entradas y bebedero 	<ul style="list-style-type: none"> - Geometría de canales, entradas y bebederos 	<ul style="list-style-type: none"> - Calculo de cavidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Software CAE - Computadora de Alta Gama 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad analítica • Creatividad • Trabajo Metódico 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones incorrectas 	<ul style="list-style-type: none"> - Criterios para calcular número de cavidades - Disposición de las cavidades

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Balancear sistema

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Optimizar el tiempo de inyección por medio del llenado uniforme de las cavidades.

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
<ul style="list-style-type: none">- Rediseñar disposición de los productos en el molde- Rediseñar geometría de canales y entradas	<ul style="list-style-type: none">- Configuración de canales, entradas y bebederos- Software CAE	<ul style="list-style-type: none">- Interpretación de simulación de llenado	<ul style="list-style-type: none">- Software CAE- Computadora de Alta Gama	-	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad analítica• Resolución de problemas• Trabajo Metódico		

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDAD DE COMPETENCIA: Simulación y Análisis de resultados

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Configurar la simulación con datos reales del proceso

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECION
<ul style="list-style-type: none">- Seleccionar el material a inyectar correcto- Seleccionar el material correcto del molde- Configurar los parámetros del proceso según la maquinaria correspondiente- Identificar necesidades de balanceo del sistema	<ul style="list-style-type: none">- Software CAE- Parámetros del proceso de inyección	<ul style="list-style-type: none">- Interpretación de resultados de simulación de llenado	<ul style="list-style-type: none">- Software CAE- Computadora de Alta Gama	-	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad analítica• Trabajo Metódico	<ul style="list-style-type: none">- Elección incorrecta de material a inyectar- Elección incorrecta de material del molde- Parámetros configurados diferentes a los reales	

3. FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDADES DE COMPETENCIA: Configurar canales, entradas y bebedero, Balancear sistema, Simulación y Análisis de resultados

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Diseñar sistema de llenado de molde con los elementos necesarios para el análisis de ingeniería
- Optimizar el tiempo de inyección por medio del llenado uniforme de las cavidades
- Configurar la simulación con datos reales del proceso

Objetivo General	Objetivo Área Cognoscitiva	Objetivo del Área Psicomotriz	Objetivo del Área Actitudinal y Valórica
<p>Realizar, con ayuda de un software, el análisis de ingeniería necesario para optimizar el diseño de las cavidades del molde en cuanto al flujo y el tiempo de llenado.</p>	<p>Entender y aplicar ecuaciones para calcular dimensiones mínimas permitibles para canales, entradas y bebederos.</p> <p>Enunciar reglas fundamentales para el diseño de un sistema de llenado funcional</p> <p>Listar los parámetros necesarios para configurar el análisis CAE</p>	<p>Diseñar el sistema de llenado de acuerdo a los lineamientos establecidos para su correcto funcionamiento.</p> <p>Configurar correctamente los parámetros requeridos por el Software para el análisis CAE</p>	<p>Asistir a las sesiones de aprendizaje responsablemente con una actitud participativa y receptiva para comprender los conocimientos impartidos por el instructor y haciendo uso responsable del tiempo y el equipo informático destinado a las practicas durante el Desarrollo de los módulos de instrucción.</p>

4. FICHA DE DISEÑO CURRICULAR

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Análisis CAE

UNIDADES DE COMPETENCIA: Realizar Simulación con Software CAE, Calcular tiempos óptimos de ciclo

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Diseñar sistema de llenado de molde con los elementos necesarios para el análisis de ingeniería
- Optimizar el tiempo de inyección por medio del llenado uniforme de las cavidades
- Configurar la simulación con datos reales del proceso

PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE				EVALUACION		HT	HP	TH
CONTENIDOS	METODOS Y TECNICAS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	MEDIOS Y MATERIALES DIDACTICOS	INTRUMENTOS Y TIPOS DE ITEM	CRITERIOS DE EJECUCION			
Sistema de alimentación Calculo de dimensiones mínimas Parámetros de configuración de la simulación	Método Expositivo Método demostrativo Realización de proyecto	Exposición del instructor Ejemplos prácticos Desarrollo de proyecto de aplicación	Guía de contenidos Presentación PowerPoint Equipos informáticos y Software CAE	Prueba de conocimiento teórico Evaluación de proyecto	Determinar el número de cavidades Definir disposición de cavidades Definir geometría y dimensiones de canales, entradas Diseñar canales, entradas y bebedero Rediseñar disposición de los productos en el molde Rediseñar geometría de canales y entradas Seleccionar el material a inyectar correcto Seleccionar el material correcto del molde	10	20	30

Resultados de la simulación					Configurar los parámetros del proceso según la maquinaria correspondiente			
Opciones de balanceo					Identificar necesidades de balanceo del sistema			

I. MODULO DE INSTRUCCIÓN: DISEÑO CAM

1. FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDAD DE COMPETENCIA: Preparar el diseño de Mecanizado

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Programar condiciones iniciales del diseño del mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> - Definir el punto de inicio de corte - Definir los lados de compensación de cada geometría - Definir la dirección o sentido de corte para cada geometría

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDAD DE COMPETENCIA: Configurar operaciones de mecanizado

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Programar las operaciones correctamente	<ul style="list-style-type: none">- Seleccionar las herramientas- Seleccionar las operaciones- Configurar parámetros de las operaciones

2. FICHA DE REGISTRO ANALITICA

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDAD DE COMPETENCIA: Preparar el diseño de Mecanizado

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Programar condiciones iniciales del diseño del mecanizado

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECCION
<p>Definir el punto de inicio de corte</p> <p>Definir los lados de compensación de cada geometría</p> <p>Definir la dirección o sentido de corte para cada geometría</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Software CAM - Configuración inicial del mecanizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Operaciones de mecanizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Software CAM - Computadora de Alta Gama 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo Metódico • Precisión 	<p>Definir erróneamente los lados de compensación</p>	

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDAD DE COMPETENCIA: Configurar Operaciones

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Programar las operaciones correctamente

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
Seleccionar las herramientas Seleccionar las operaciones Configurar parámetros de las operaciones	<ul style="list-style-type: none">- Software CAM- Operaciones de mecanizado	<ul style="list-style-type: none">- Dimensiones del molde	<ul style="list-style-type: none">- Software CAM- Computadora de Alta Gama	N/A	<ul style="list-style-type: none">• Trabajo Metódico• Precisión	Profundidad de corte de las operaciones incorrecta	Selección de las herramientas Selección de las operaciones

3. FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDADES DE COMPETENCIA: Diseñar el Mecanizado, Configurar Operaciones

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Preparar el diseño de Mecanizado
- Configurar Operaciones

Objetivo General	Objetivo Área Cognoscitiva	Objetivo del Área Psicomotriz	Objetivo del Área Actitudinal y Valórica
Realizar el diseño de mecanizado del molde por medio de la correcta selección de operación, herramientas y su configuración.	Identificar y describir los tipos de operaciones utilizadas en el mecanizado de moldes Identificar las herramientas utilizadas para cada operación.	Elegir las herramientas y operaciones adecuadas para realizar el diseño de manufactura según el diseño CAD.	Asistir a las sesiones de aprendizaje responsablemente con una actitud participativa y receptiva para comprender los conocimientos impartidos por el instructor y haciendo uso responsable del tiempo y el equipo informático destinado a las practicas durante el Desarrollo de los módulos de instrucción.

4. FICHA DE DISEÑO CURRICULAR

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Realizar Diseño CAM

UNIDADES DE COMPETENCIA: Diseñar el mecanizado, Configurar Operaciones

ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

- Preparar el diseño de Mecanizado
- Configurar Operaciones

PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE				EVALUACION		HT	HP	TH
CONTENIDOS	METODOS Y TECNICAS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	MEDIOS Y MATERIALES DIDACTICOS	INTRUMENTOS Y TIPOS DE ITEM	CRITERIOS DE EJECUCION			
Configuración inicial del diseño de mecanizado Operaciones de manufactura Herramientas para manufactura Configuración de operación en software CAM	Método Expositivo Método demostrativo Realización de proyecto	Exposición del instructor Ejemplos prácticos Desarrollo de proyecto de aplicación	Guía de contenidos Presentación PowerPoint Equipos informáticos y Software CAM	Prueba de conocimiento teórico Evaluación de proyecto	Definir el punto de inicio de corte Definir los lados de compensación de cada geometría Definir la dirección o sentido de corte para cada geometría Seleccionar las herramientas Seleccionar las operaciones Configurar parámetros de las operaciones	10	20	30

J. MODULO DE INSTRUCCIÓN: MANUFACTURA CNC

1. FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Poner a punto la maquinaria

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Preparar la maquinaria y la materia prima según manual técnico de la maquinaria	<ul style="list-style-type: none">- Seleccionar la materia prima- Fijar materia prima en maquinaria- Verificar herramientas a utilizar

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Operar maquinaria

Estándar de Rendimiento	Criterios de Ejecución
Programar la manufactura según manual técnico de usuario	<ul style="list-style-type: none">- Cargar Diseño CAM- Monitorear la fabricación- retirar producto e inspeccionar

2. FICHAS DE REGISTRO DE ESTANDARES DE RENDIMIENTO Y CRITERIOS DE EJECUCION

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Poner a punto la maquinaria

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Preparar la maquinaria y la materia prima según manual técnico de la maquinaria

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECUCION
Seleccionar la materia prima Fijar materia prima en maquinaria Verificar funcionamiento de la maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Propiedades de materias primas 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones del molde - Mantenimiento u ajuste de maquinaria 	Centro de mecanizado CNC		<ul style="list-style-type: none"> - Orden - Trabajo Metódico 	Dimensiones de la materia prima incorrectas Materia prima fijada incorrectamente No identificar necesidades de ajuste de maquinaria	Verificar si la materia prima es apta para el mecanizado verificar si la maquinaria necesita ajuste o mantenimiento

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en fabricación digital

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Operar maquinaria

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Programar la manufactura según manual técnico de usuario

PASOS A REALIZAR	CONOCIMIENTOS TECNICOS	CONOCIMIENTOS RELACIONADOS	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NORMAS DE SEGURIDAD	ACTITUD Y VALORES	ERRORES DE EJECUCION	DECISIONES A TOMAR EN LA EJECCION
Cargar Diseño CAM Ejecutar código de programación cargado Monitorear la fabricación retirar producto e inspeccionar	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de corte - Programación de maquinaria CNC 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones del molde - Funcionamiento normal de la maquinaria 	Maquinaria CNC Vernier Equipo de limpieza y post procesado		<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza - concentración 	Diseño cargado equivocado Dimensiones de la materia prima incorrectas Modificación de programación	Parar maquinaria por problemas en la fabricación Definir errores del modelo fabricado

3. FICHA DE OBJETIVO DE RENDIMIENTO

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Poner a punto la maquinaria, Operar maquinaria

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Poner a punto la maquinaria, Operar maquinaria

- Preparar la maquinaria y la materia prima según manual técnico de la maquinaria
- Programar la manufactura según manual técnico de usuario

Objetivo General	Objetivo Área Cognoscitiva	Objetivo del Área Psicomotriz	Objetivo del Área Actitudinal y Valórica
<p>Realizar actividades previas, durante y posteriores a la manufactura para lograr obtener un molde en perfectas condiciones para la producción</p>	<p>Conocer las propiedades y usos de los diferentes materiales para moldes.</p> <p>Identificar partes de la maquinaria y describir su funcionamiento</p>	<p>Preparar la materia prima, instalarla y ejecutar el código programado.</p>	<p>Asistir a las sesiones de aprendizaje responsablemente con una actitud participativa y receptiva para comprender los conocimientos impartidos por el instructor y haciendo uso responsable del tiempo y el equipo informático destinado a las practicas durante el Desarrollo de los módulos de instrucción.</p>

4. FICHA DE DISEÑO CURRICULAR

SECTOR: Industria

AREA: Plástico

PERFIL DE COMPETENCIA: Técnico en Fabricación Digital de Moldes

COMPETENCIA: Manufacturar Molde

UNIDAD DE COMPETENCIA: Poner a punto la maquinaria, Operar maquinaria

ESTANDAR DE RENDIMIENTO: Poner a punto la maquinaria, Operar maquinaria

- Preparar la maquinaria y la materia prima según manual técnico de la maquinaria
- Programar la manufactura según manual técnico de usuario

PROCESO ENSEÑANZA - APRENDIZAJE				EVALUACION		HT	HP	TH
CONTENIDOS	METODOS Y TECNICAS	ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	MEDIOS Y MATERIALES DIDACTICOS	INTRUMENTOS Y TIPOS DE ITEM	CRITERIOS DE EJECUCION			
Materiales para fabricación de moldes Partes y funciones de la maquinaria Puesta a punto para la fabricación Preparar	Método demostrativo Realización de proyecto	Demostración práctica con maquinaria Desarrollo de proyecto de aplicación	Guía instructiva Videos instructivos Centro de mecanizado CNC Manual técnico de usuario	Evaluación practica Evaluación de proyecto	Definir el punto de inicio de corte Definir los lados de compensación de cada geometría Definir la dirección	6	20	26

<p>programación de código</p> <p>Actividades durante la manufactura</p> <p>Retiro de molde e inspección de molde</p>					<p>sentido de corte para cada geometría</p> <p>Seleccionar las herramientas</p> <p>Seleccionar las operaciones</p> <p>Configurar parámetros de las operaciones</p>			
---	--	--	--	--	--	--	--	--

VIII. PERFIL DE COMPETENCIA: TÉCNICO EN FABRICACIÓN DIGITAL DE MOLDES

TÍTULO: Técnico en fabricación digital de moldes

COMPETENCIAS:

- I. Realizar diseño CAD
- II. Realizar análisis CAE
- III. Realizar diseño de Manufactura
- IV. Manufacturar molde

CRITERIOS DE EVALUACION

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

DESEMPEÑOS

Diseña un producto:

- Analizando las características de las especificaciones requeridas.
- Definiendo las dimensiones requeridas del producto.
- Realizando boceto del producto

Diseña un molde:

- Analizando la maquina en la que se usara el molde
- Analizando el proceso de fabricación del producto
- Definiendo las dimensiones del molde
- Diseñando el sistema de partición y desmoldeo
- Diseñando el Sistema de Alimentación
- Diseñando el Sistema de Refrigeración
- Diseñando el Sistema de Expulsión
- Diseñando el Sistema de Guiado
- Diseñando la Estructura

Digitaliza Diseño de producto en Software CAD:

- Definiendo las operaciones de dibujo y su orden de realización
- Asignando las dimensiones correctas a cada operación

Digitaliza Diseño de molde en Software CAD:

- Diseñando las placas del molde según diseño
- Asignando dimensiones correctas a cada parte del molde
- Utilizando el diseño 3D de la para elaborar cavidades del molde Digitalizar Diseño de molde en Software CAD

Configura el sistema de alimentación:

- Determinando el número de cavidades
- Definiendo disposición de cavidades
- Definiendo geometría y dimensiones de canales, entradas
- Diseñando canales, entradas y bebedero

Balancea el sistema de alimentación:

- Rediseñando la disposición de los productos en el molde
- Rediseñando la geometría de canales y entradas

Simula y Analiza de resultados:

- Seleccionando el material a inyectar correcto
- Seleccionando el material correcto del molde
- Configurando los parámetros del proceso según la maquinaria correspondiente
- identificando necesidades de balanceo del sistema

Prepara el diseño de Mecanizado:

- Definiendo el punto de inicio de corte
- Definiendo los lados de compensación de cada geometría
- Definiendo la dirección o sentido de corte para cada geometría

Configura operaciones de mecanizado:

- Seleccionando las herramientas
- Seleccionando las operaciones
- Configurando los parámetros de las operaciones

Pone a punto la maquinaria:

- Seleccionando la materia prima
- Fijando la materia prima en maquinaria
- Verificando las herramientas a utilizar

Opera maquinaria:

- Cargando Diseño CAM
- Monitoreando la fabricación
- retirando producto e inspeccionar

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:**PRODUCTOS****El diseño del producto:**

- Cumple con las necesidades/especificaciones requeridas por el cliente
- Posee las dimensiones correctas
- Es útil para realizar análisis de ingeniería y manufactura de un molde

El molde fabricado:

- Coincide con las medidas del diseño elaborado
- Permite la obtención del producto diseñado según especificaciones
- Posee un sistema de alimentación que optimiza el tiempo de llenado

La persona es competente posee los siguientes:	
CONOCIMIENTOS	NIVEL
• Fabricación digital;	
○ Fabricación Aditiva	Conocimiento
○ Fabricación Sustractiva	
• Metrología dimensional	Comprensión
• Elaboración e interpretación de dibujos de fabricación	Comprensión
• Instrumentos de medición	Comprensión
• Moldes:	
○ Tipos	Comprensión
○ Partes principales	
○ Diseño de moldes	
• Software de diseño CAD	Conocimiento
• Modelado 3D	Aplicación
• Software CAE	Conocimiento
• Configuración de sistema de alimentación	Aplicación
• Programación de simulación de inyección	Aplicación
• Operaciones de mecanizado	Comprensión
• Software CAM	Conocimiento
• Diseño de Mecanizado	Aplicación
• Maquinaria CNC	
○ Partes de maquinaria CNC	
○ Herramientas utilizadas por maquinaria de control numérico	
○ Interfaz de programación	Conocimiento
La persona es competente cuando demuestra las siguientes:	
ACTITUDES/VALORES	
1. Creatividad	La manera que consigue resolver problemas de diseño para cumplir con las especificaciones de diseño.
2. Precisión	La manera en que las dimensiones del diseño digitalizado concuerdan con el diseño solicitado.
3. Concentración	La manera en que programa operaciones, parámetros y dimensiones exactas minimizando el riesgo de errores de diseño.

IX. PERFIL DE USUARIO PARA EL PIFAD

PERFIL DE USUARIO PARA EL PIFAD
Edad: Mayor de 18 años.
Sexo: Indiferente.
Nivel educativo deseado:
<ul style="list-style-type: none">• Bachiller técnico industrial, opción mecánica industrial.• Bachiller técnico industrial, opción diseño industrial• Bachiller técnico industrial, opción mecatrónica• Técnico en diseño industrial• Técnico en mecánica industrial
Conocimientos requeridos:
<ul style="list-style-type: none">• Principios de funcionamiento básico de maquinado convencional• Interpretación de planos• Conceptos de dibujo industrial• Lectura de planos• Metrología industrial general• Conceptos de metrología y trazabilidad metrológica• Matemáticas y trigonometría básica.
Habilidades complementarias:
<ul style="list-style-type: none">• Manejo intermedio de computadora• Paquete de office a nivel básico• Nociones de inglés técnico

X. GESTION DE RIESGOS DEL PIFAD

La gestión basada en riesgos ha cobrado una gran relevancia en la planificación y control de procesos. La gestión de riesgos es clave para prevenir y corregir situaciones indeseables en el desarrollo de las actividades de todo proceso,

El PIFAD comprenderá la gestión de riesgos a través de la aplicación del análisis de modo de efectos y fallas (AMEF) en dos modalidades:

- **AMEF de diseño:**

La aplicación del AMEF de diseño consiste en identificar aquellas fallas que surjan propiamente del proceso de diseño del PIFAD y que afecten en el desarrollo de la gestión del PIFAD.

- **AMEF de ejecución:**

La aplicación del AMEF de Ejecución consiste en identificar aquellas fallas que surjan durante la ejecución de los procedimientos de la gestión del PIFAD.

El AMEF tienen como objetivo ser una metodología de mejora continua y prevención de riesgo a través de la priorización de fallas de mayor impacto en cuanto a Gravedad, Ocurrencia y Probabilidad de Detección.

XI. METODOLOGIA AMEF

Los pasos para la aplicación del AMEF:

- 1. Desarrollar un mapa del proceso (Representación gráfica de las operaciones).**

La representación gráfica del diseño se encuentra en el método del diseño (AMEF diseño) y la representación gráfica de los procedimientos del proceso de "Gestión del PIFAD" se encuentra definido en el Manual de Procedimientos (AMEF ejecución).

- 2. Determinar los pasos críticos del proceso.**

Ubicar el componente de diseño (AMEF diseño) o paso específico (AMEF ejecución) en el que se presenta la falla

- 3. Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso**

Un modo de falla es la forma en que un producto o proceso puede afectar el cumplimiento de las especificaciones, afectando al cliente, al colaborador o al proceso siguiente.

4. Determinar sus efectos y evaluar su nivel de gravedad (severidad).

Un efecto puede considerarse como el impacto en el cliente o en el proceso siguiente, cuando el modo de falla se materializa. Evalúa la gravedad del efecto, o la consecuencia en el caso de plantearse un fallo, Este índice valora lo anterior en una escala de 1 a 10 según la siguiente escala:

CRITERIO	VALOR DE S
Ínfima. La Falla no afecta el proceso de instrucción y la gestión del PIFAD	1
Escasa La Falla genera inconvenientes de fácil solución	2-3
Baja La falla afecta la Gestión del PIFAD	4-5
Moderada La Falla afecta el proceso de instrucción	6-7
Elevada La Falla afecta la calidad de la instrucción	8-9
Muy Elevada La Falla detiene el desarrollo del PIFAD por completo	10

5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.

En este paso se deben relacionar las causas asociadas a cada falla identificada en el paso anterior. Evalúa la probabilidad de que se produzca el Modo de Fallo, por cada una de las causas potenciales, Se puntúa de 1 a 10 según la siguiente escala:

CRITERIO	VALOR DE O
Muy escasa La Falla nunca se ha materializado	1
Escasa La Falla se ha presentado como casos aislados	2-3
Moderada La falla se ha presenta ocasionalmente por errores humanos evitables	4-5

Frecuente La Falla se presenta con cierta frecuencia	6-7
Elevada La Falla se presenta con alta frecuencia	8-9
Muy Elevada Es seguro que la falla se presentara	10

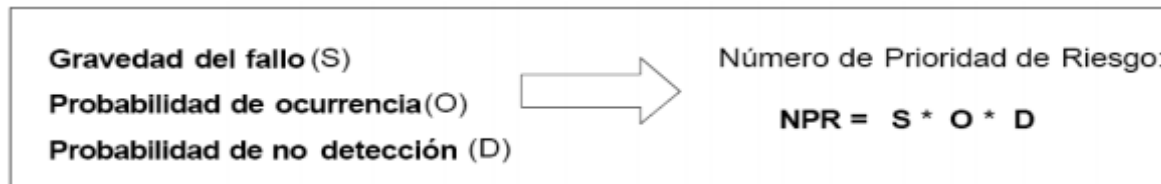
6. Indicar los controles (medidas de detección) que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.

Evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa, y el Modo de Fallo resultante, antes de llegar al cliente, Se puntúa de 1 a 10 según la siguiente escala:

CRITERIO	VALOR DE D
Muy escasa La Falla se detectara al instante	1
Escasa La Falla es fácilmente detectable pero puede haberse pasado por alto y ser detectada posteriormente	2-3
Moderada La Falla se detecta en la planificación del Programa de Instrucción	4-5
Frecuente La Falla se detecta en la ejecución del Programa de Instrucción	6-7
Elevada La Falla se detecta en la Evaluación del PIFAD	8-9
Muy Elevada La Falla difícilmente se detecta durante el desarrollo del PIFAD	10

7. Obtener el número de prioridad de riesgo (NPR) para cada falla y tomar decisiones.

El cálculo del NPR permite abordar las fallas de mayor impacto enfocándonos en aquellas que presenten un NPR más elevado.



Leyenda de responsables GP= Gerente PIFAD
 LP= Líder PIFAD
 ES= Gestor de Procesos

XII. AMEF DISEÑO

N°	Parte del diseño	Falla potencial	Efecto de la falla	Gravedad (S)	Causa de la falla	Ocurrencia (O)	Controles	Detección (D)	NPR	Responsable
1	Perfil de actores	Perfiles de responsables mal diseñados	Gestión deficiente del PIFAD	2	Responsabilidades no establecidas	1	Evaluación del PIFAD	9	18	LP
2	Perfiles de usuarios	Perfil de usuario inadecuado	No hay candidatos aptos para cursar el PIFAD	10	Requisitos definidos inadecuados	1	Evaluación del PIFAD	9	90	LP
3	Manual de procedimientos	Manual de Procedimientos incompletos	Errores en la ejecución de actividades no estandarizadas	5	Actividades operativas no identificadas en el diseño	1	Evaluación del PIFAD	5	25	LP
4	Manual de procedimientos	Formatos ineficaces o no elaborados	Control y supervisión ineficiente de la ejecución del PIFAD	2	Información de ejecución requerida por el liderazgo sin formatos apropiados de registro	1	Evaluación del PIFAD	5	10	GES
5	Análisis Ocupacional/ Funcional	Funciones o tareas incorrectamente definidas	Contenidos de Módulos de instrucción incompletos	7	Análisis ocupacional no validado oficialmente	1	Evaluación del PIFAD	9	63	LP
6	Módulos de Instrucción	Contenidos de Módulos de instrucción inadecuados	Instrucción deficiente o incompleta	7	Omisión de contenidos de Módulos de instrucción	1	Evaluación del PIFAD	9	63	LP
7	Módulos de Instrucción	Tiempo insuficiente para desarrollar las actividades de aprendizaje	Desarrollo de destrezas y habilidades insuficiente	8	Sub Estimación de horas requeridas	1	Indicador de desempeño	9	72	LP

Tabla 26: AMEF de diseño

XIII. AMEF EJECUCION

N°	Actividad	Falla potencial	Efecto de la falla	Gravedad (S)	Causa de la falla	Ocurrencia (O)	Controles	Detección (D)	NPR	Responsable
1	Determinación de requerimientos de personal	Elección de personal no acorde al perfil	Conocimientos impartidos en el PIFAD no son captados adecuadamente	7	Discrepancia entre lo que la persona asegura conocer y lo que de verdad conoce	1	Listado de usuarios	5	35	LP
2	Determinación de requerimientos de personal	Personal en desacuerdo con formar parte del PIFAD	Necesidad de reclutamiento de nuevo personal	5	Falta de motivación y resistencia al cambio	1	N/A	5	25	GP
3	Evaluación y selección de instructores	Instructor interno sin capacidad de transmisión de conocimientos	Incapacidad de desarrollar el módulo de instrucción asignado	8	Instructor sin capacidad pedagógica y didáctica.	1	N/A	5	40	GP
4	Programación del PIFAD	Recursos de la empresa no disponibles para el desarrollo de la instrucción	Retraso en la ejecución de los módulos de instrucción	10	Mala gestión de parte del Gerente del PIFAD	1	Plan de instrucción	5	50	GES
	Programación del PIFAD	Errores en la programación respecto a fechas, lugares y horas.	Personal se presenta a la instrucción en un horario,	7	No revisión de la elaboración de la programación.	1	Plan de instrucción	5	35	GES

			lugar o fecha incorrectos							
5	Informar al personal a capacitar	Parte del personal no se hace presente a la reunión informativa	Retrasos en el inicio del PIFAD	7	Reunión interfiere con las actividades cotidianas del personal. Falta de interés del personal seleccionado.	1	N/A	1	7	GES
6	Desarrollo de las instrucciones	Instructor no se hace presente en lugar, fecha y hora acordada para el desarrollo de la instrucción	Retrasos en la ejecución del PIFAD	7	Inconvenientes personales del instructor.	1	Reporte de incidente	1	7	GES
7	Desarrollo de las instrucciones	El lugar de desarrollo de la instrucción no se encuentra disponible	Retrasos en la ejecución del PIFAD	10	Corte de energía. Lugar ocupado por otras actividades. Falta de coordinación	1	Reporte de incidente	1	10	GES
	Desarrollo de las instrucciones	Ausencia del personal en proceso de instrucción	Suspensión de la ejecución del módulo de instrucción.	7	Falta de interés de parte del personal.	1	Listado de asistencia	1	7	GES

					Errores en la programación del PIFAD					
	Desarrollo de las instrucciones	Discrepancia entre los contenidos impartidos y los solicitados	Contenidos que no se adecuan a las necesidades de instrucción de la empresa	8	Falta de claridad en las necesidades de instrucción presentadas a los proveedores.	1	Plan de instrucción	7	56	GES
	Desarrollo de las instrucciones	Personal no realiza el llenado correspondiente de los registros	Dificultades para la evaluación de ejecución del módulo.	3	Dificultades en la entrega de formato a los instructores	1	Reporte de modulo	9	27	GES
	Desarrollo de las instrucciones	Los contenidos nos están siendo captados por el personal	Repetición del módulo hasta garantizar la comprensión de los contenidos	7	Metodología pedagógica inadecuada.	1	Evaluación de modulo	7	49	GES
	Evaluación del PIFAD	Incidentes no reportados	No identificación de posibles oportunidades de mejora	5	Poca participación del personal en proceso de instrucción.	1	Evaluación del PIFAD	9	45	GES
	Mejora Continua	Acciones correctivas que no mejoran el desarrollo del PIFAD	El problema que trata de corregir la acción de mejora persiste	2	Mal análisis de los reportes de módulo.	1	AMEF	9	18	LP

Tabla 27: AMEF de ejecución

XIV. INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PROGRAMA

KPI es un acrónimo formado por las iniciales de los términos: Key Performance Indicator. La traducción válida en español de este término es: indicador clave de desempeño o indicadores de gestión. Los KPIs son métricas que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida indican el nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad.

En un entorno tan cambiante como es el actual, es necesario comparar periódicamente los resultados que se obtienen con los objetivos fijados. Esto permitirá averiguar si se va por buen camino o si existen desviaciones negativas. Si no se están obteniendo los resultados esperados, los KPIs funcionan como alerta para tomar acciones tempranas.

A. CARACTERÍSTICAS DE LOS KPI

- **Medible:** Los KPIs son métricas, por tanto, su principal característica es que son medibles en unidades. Ejemplo: 1,2, 100, 1000, 1000.000
- **Cuantificable:** Si se puede medir, se puede cuantificar. Por ejemplo, si se habla de unidades monetaria se cuantificarían en \$. También existen muchos indicadores de gestión que se miden en porcentaje.
- **Específico:** Se debe centrar en un único aspecto a medir, se debe ser concreto.
- **Temporal:** Debe poder medirse en el tiempo. Por ejemplo: diario, de forma semanal, mensual o anual.
- **Relevante:** el propio término hace referencia a esta característica “indicadores clave de gestión”. Únicamente sirven aquellos factores que sean relevantes para la empresa.

B. KPI PARA EL PIFAD

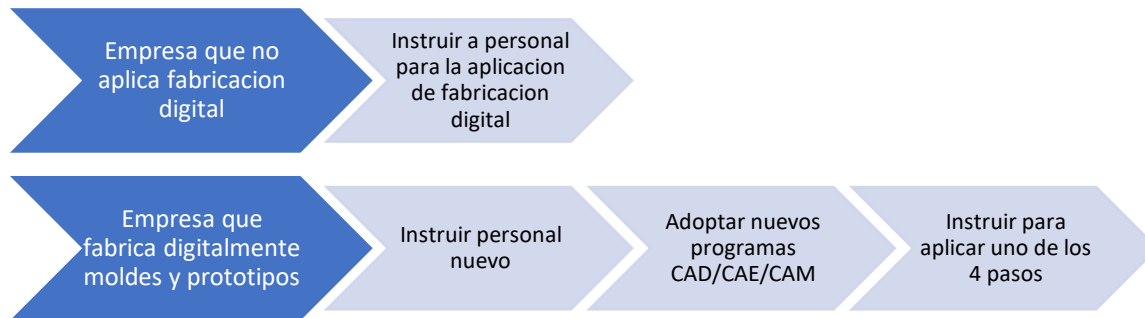
Indicador	¿Para qué sirve?	Fórmula	Meta
Cobertura	Sirve para comparar el alcance del PIFAD en cuanto a la capacidad de capacitación que posee la empresa.	Número de personas dentro del PIFAD/Número de personas aptas para estar dentro del PIFAD	Mayor a 80%
Asistencia	Permite replantearse las estrategias de difusión de la capacitación, el interés general de las personas, posibilidades reales de asistencia (dejando sus labores habituales para ir a los cursos) entre otros. Además, mientras más alta es la inasistencia, más dinero se pierde por concepto de cupos vacíos.	Número de personas convocadas/ Número de personas que efectivamente asistieron.	Mayor a 90%
Aprobación	La aprobación es una de las vías por las cuales la persona demuestra haber adquirido algunas competencias. La aprobación se entenderá como el resultado exitoso y coherente entre la metodología de enseñanza/aprendizaje y el logro de aprendizajes esperados, que supone un mejoramiento en el desempeño de la persona en sus funciones diarias.	Número de personas aprobadas/ Número de asistentes al curso	Mayor a 90%
Efectividad de aprendizaje	Indica en que porcentaje se logró el aprendizaje efectivo respecto de sus conocimientos de entrada a un curso.	(Nota final – Nota inicial)/Nota inicial	Superior al 70%
Cumplimiento del Plan de Instrucción	Permite verificar el cumplimiento del Plan de Instrucción	Número de instrucciones desarrolladas/ Número de capacitaciones programadas en el Plan de Instrucción	Mayor al 80%
Conformidad de recursos	Mide el grado de cobertura de la empresa en proporcionar los recursos necesarios para el desarrollo del PIFAD	Recursos existentes/Recursos necesarios	Igual al 100%

Tabla 28: KPI's del PIFAD

XV. GUIA DE APLICACIÓN DEL PIFAD

A. CASOS DE APLICACION

El presente diseño del PIFAD puede ser aplicado en las empresas de la industria de productos plásticos de acuerdo a los siguientes casos:



La aplicación del PIFAD en cada uno de los casos variara únicamente en la cantidad de módulos a desarrollar y la elección del proveedor de la instrucción para que esta se acople a cada caso. En el caso de instruir a nuevo personal para que se incorpore a la producción los módulos de instrucción puede ser impartida por uno de los técnicos ya instruidos. En los otros 3 casos los módulos de instrucción deberán ser impartidos por un tercero externo a la empresa debido a que se trata de una adopción de nueva tecnología o mejora en el proceso que no es posible realizarse por medio del personal propio de la empresa.

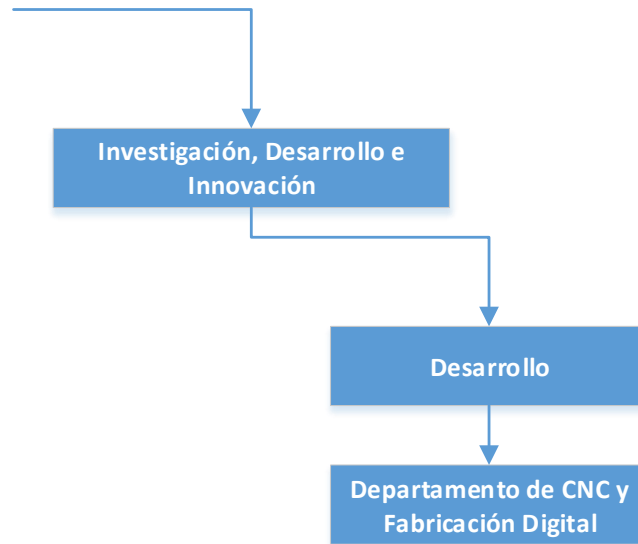
B. CONSIDERACIONES DE APLICACIÓN

La implementación de la fabricación digital para este caso requiere considerar los siguientes aspectos:

1. RESPONSABLES

La elección de los responsables es de suma importancia para aplicar el PIFAD exitosamente. Cuando la empresa no aplica fabricación se complica encontrar personas idóneas que cumplan con los conocimientos para desarrollar el PIFAD. En este caso la empresa puede optar por dos opciones: Elegir personas internas de la empresa con potencial para desarrollar las actividades del PIFAD y gestionar viajes con el fin de realizar Benchmarking con empresas y centros tecnológicos internacionales que puedan orientar al personal y aplicar los métodos productivos a la empresa. La otra opción se refiere a contratar temporalmente una consultoría que se encargue de impulsar el proyecto basado en su experticia y que el personal interno retome a partir del trabajo de implementación realizado por los consultores.

Las empresas que no aplican fabricación digital podrían optar por crear una unidad organizativa orientada a la Investigación, Desarrollo e innovación donde los jefes o líderes de estos podría ser los que desempeñen los roles del PIFAD. la nueva estructura a incluirse en la estructura organizacional de la empresa podría ser la siguiente:



2. MAQUINARIA, EQUIPO Y SOFTWARE

En este caso la empresa como mínimo debe adquirir equipo informático para diseño, tornos y fresadoras CNC, impresoras y escaners 3D. La maquinaria y equipo no es indispensable para el desarrollo de los primeros dos módulos de instrucción siempre y cuando se encuentre con un proveedor de instrucción que cuente con el equipo informático, instalaciones y programas para desarrollar los módulos.

A) EMPRESAS FABRICANTES DE MAQUINARIA CNC

- **Haas Automation**
 Haas Automation es el mayor fabricante de máquinas herramienta del mundo occidental, produce una gama completa de centros de mecanizado verticales CNC, centros de mecanizado horizontales, tornos CNC y productos giratorios.
 Oxnard, California, Estados Unidos.
<https://www.haascnc.com/es.html>
- **Mazak Corporation**
 Líderes en la manufactura de soluciones avanzadas de tecnología incluyendo, Multi Tareas, Maquinaria con 5 ejes, fresadoras, tornos, controles CNC y automatización.
 Florence, Kentucky, Estados Unidos.
<https://www.mazakusa.com/>
- **Quaser Machine Tools**
 Una de las empresas con más rápido crecimiento en Taiwan, especializada en el diseño de una variedad de maquinaria como: Maquinaria de propósito general, maquinaria para producción en serie, maquinaria de 5 ejes, moldes y matricera, entre otros.
 Taiwan.
<https://www.quaser.com>

- **Okuma**
Compañía japonesa fabricante de máquinas herramientas especialistas en automatización por medio de control numérico: Tornos, fresadoras y centros de maquinado. La compañía también ofrece paquetes de automatización y servomotores. Prefectura de Aichi, Japón.
<https://www.okuma.com/>
- **Doosan Machine Tools**
Con una producción de más de 17.000 máquinas al año, este fabricante coreano es reconocido mundialmente como una de las empresas líderes del sector de máquina herramienta.
<https://www.doosanmachinetools.com>

B) DISTRIBUIDORES DE MAQUINARIA CNC EN EL SALVADOR Y CENTROAMÉRICA

- **MAYPROD S.A. de C.V.**
Dirección: 10ª. Avenida Sur #1723, Colonia América, San Salvador, El Salvador.
Teléfono: 2213-4500
- **Hass Machine Tools S.A. de C.V. “CAM”**
Venta y servicio de máquinas herramienta CNC Haas para la industria en: Panamá, Costa Rica y Nicaragua.
Dirección: Antonio M. Rivera No. 10, Col. Centro Industrial Tlalnepantla, C.P. 54030, Estado de México
Tel: (+52) 55 4125 9100
- **MACHINE TOOLS**
Dirección: Residencial Rincón Verde II, local comercial # 9 San Pablo, Heredia, Costa Rica
Teléfono: (506) 2262-7064
- **HEMAQ**
Altos del Banco Nacional de Costa Rica, Segundo Piso, San Isidro de Heredia, COSTA RICA
Teléfono: (506) 4002-3199

C) SELECCIÓN DE SOFTWARE

Una de las decisiones principales a tomar en cuenta antes de desarrollar los módulos de instrucción es decidir el software a utilizar debido a que la instrucción debe ser específica en cada uno de los softwares. Entre las posibles combinaciones de software que se pueden utilizar en la fabricación digital se muestran en la siguiente tabla:

CAD	CAE	CAM
Fusion 360	Moldflow	Fusion 360
Inventor		Inventor CAM
Powershape		Powermill
Solidworks Plastics		Solidworks CAM

3. INSTRUCTORES

Cuando la empresa no aplica fabricación digital y por lo tanto no cuenta con personal instruido se tiene a Insaforp como primera opción para la gestión de involucrados. Este tipo de módulos de instrucción se solicitarían en la modalidad de cursos cerrados siguiendo el procedimiento establecido por Insaforp para la contratación de cursos cerrados por Libre Gestión (**Ver Anexo 6**) donde la empresa solicitante remite formulario de solicitud de cursos cerrados (**Ver Anexo 7**) anexando información de respaldo.

A) INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA FABRICACIÓN DIGITAL

AMBITO EDUCATIVO

- **Laboratorio de Fabricación Digital**
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad de El Salvador
Teléfono: 2235-4035
- **Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura**
Universidad Don Bosco
Teléfono: 2251-8200 Ext 1809
- **Laboratorio de Nanotecnología**
Universidad Francisco Gavidia
Teléfono: 7922-2626
- **Laboratorio de Impresión 3D**
Universidad Tecnológica de El Salvador
Teléfono: 2275-1023

INSTITUCIONES PRIVADAS DEDICADAS A LA FABRICACIÓN DIGITAL

- **3D Factory Lab**
Servicio completo de fabricación de objetos, asesoramiento inicial desde el diseño hasta el modelado y fabricación del objeto final.
Teléfono: 2323-8201
- **AVALON**
Centro tecnológico enfocado a solucionar problemas y mejorar los procesos de producción de pequeñas y medianas empresas a través del desarrollo local de hardware y software con la calidad y eficiencia requerida por el mercado, para promover la mejora competitiva de dichas empresas.
Además, se brindan servicios particulares a las personas o empresas que lo requieran.
Teléfono: 7256-6397

4. SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO

A) PIFAD

El PIFAD una vez adoptado y aplicado puede utilizarse en los casos de aplicación antes descritos sin generar ningún costo cuando no se esté aplicando. Las personas que desempeñen uno de los roles del PIFAD podrían fortalecer sus conocimientos referentes a la fabricación digital para identificar nuevos conocimientos y tecnologías para ser adoptadas a través del PIFAD

B) MAQUINARIA, EQUIPO Y SOFTWARE

El mantenimiento preventivo de la maquinaria se basará en las recomendaciones dictadas por el proveedor de esta. En cuanto al mantenimiento correctivo que no pueda ser solucionado por el personal propio de la empresa, deberá contactarse al proveedor de maquinaria para gestionar mantenimiento especializado o compra de repuestos.

En cuanto a softwares utilizados, las empresas proveedoras proveen servicios de apoyo técnico en línea en caso se tengan problemas de algún tipo en el correcto funcionamiento de los mismos. El mantenimiento de los equipos informáticos estará a cargo por el personal de la empresa.

CAPITULO V: EVALUACIONES

I. EVALUACION ECONOMICA

A. METODO DE EVALUACION

El PIFAD es una solución a dos problemáticas en la implementación de la Fabricación Digital en las empresas de productos plásticos:

1. La Necesidad de un plan de instrucción de personal para las empresas que buscan Fabricación Digitalmente sus propios moldes o prototipos.
2. La Necesidad de instrucción de personal para aplicar análisis de ingeniería (CAE) en la Fabricación Digital de moldes de inyección

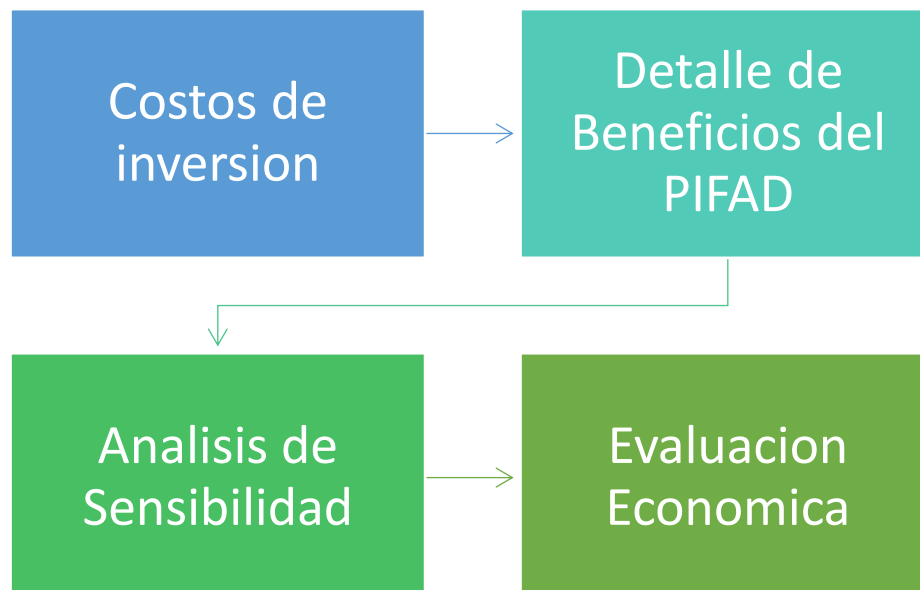
Las evaluaciones analizaran la solución de ambas problemáticas analizando escenarios para evaluar el impacto del PIFAD. El método de evolución contempla los siguientes pasos:

- **Evaluación del PIFAD en la implementación de Fabricación de Digital**

La evaluación del PIFAD en la implementación Digital se refiere a las ventajas y beneficios que brindaría el uso del PIFAD. Para realizar esta evaluación se desglosan los costos de inversión que requiere la implementación de la Fabricación Digital los cuales son fijos independientemente del uso o no del PIFAD, se determinan los costos de la implementación del PIFAD y los costos de inducción del personal con y sin la implementación del PIFAD.

La implementación del PIFAD también provee beneficios en la operatividad al ser implementada la Fabricación Digital producto de una curva de aprendizaje más corta y ahorros operativos referentes al abastecimiento de moldes.

Finalmente se determinan los costos y beneficios incrementales del PIFAD y se realiza la evaluación económica utilizando técnicas como Beneficio – Costo y Valor Actual Neto (VAN)



- **Evaluación de la implementación de CAE**

Las empresas que ya aplican fabricación digital aun no aplican el paso del análisis de ingeniería CAE debido a la poca instrucción de su aplicación. El PIFAD permite desarrollar los conocimientos para su aplicación y obtener así mejoras en la fabricación de moldes de inyección.

La evaluación de la implementación del CAE consiste en una simulación de la operatividad en un periodo de 5 años determinando los beneficios obtenidos con su implementación. Se detallan los costos y los beneficios de su aplicación y se evalúa su implementación con las técnicas económicas.

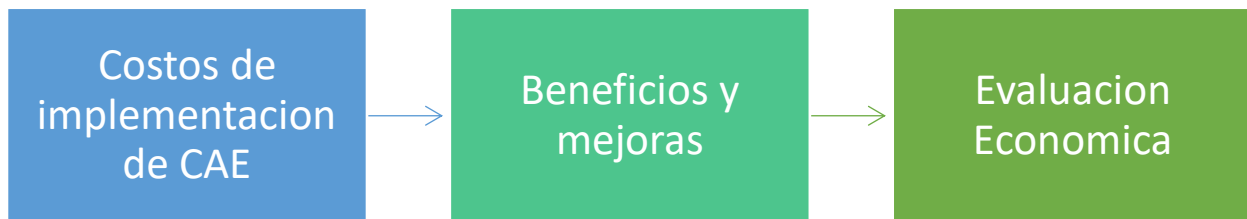


Ilustración 52: Evaluación de la implementación de CAE

B. ESTRATEGIA DE FINANCIAMIENTO

Principalmente, este tipo de proyectos de innovación son realizados por medio de fondos propios de las empresas, pero de acuerdo a las características propias del PIFAD se puede aprovechar dos formas para minimizar la inversión propia requerida.

1. FONDEPRO

La implementación de la fabricación digital de moldes requiere una inversión importante en maquinaria. Las empresas que decidan adoptar este tipo de tecnología pueden optar a un monto máximo de \$10,000 no reembolsables aplicando a las líneas de apoyo que ofrece FONDEPRO, específicamente la línea de **innovación y tecnología** por la adopción de nuevas tecnologías relacionadas a nuevos productos y la línea de apoyo de **productividad** por la adopción de nuevas tecnologías que mejoren la productividad y eficiencia empresarial.

2. INSAFORP

Las empresas que cuentan con un número igual o mayor de 10 empleados son obligadas a cotizar un 1% del valor de su planilla. Esta cotización permite a las empresas capacitar a su personal ya sea cubriendo la totalidad o bajo el esquema de co-financiamiento.

El PIFAD contempla el desarrollo de módulos de instrucción por lo que el costo de desarrollo de las instrucciones puede ser cubierto si se realizan las gestiones para que sean desarrollados a través o con la ayuda del instituto

C. EVALUACION DEL PIFAD EN LA IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL

1. COSTOS DE INVERSION PARA LA IMPLEMENTACION DE FABRICACION DIGITAL

Costos de Inversión

Los costos fijos son aquellos que se incurren para la adquisición de activos tangibles e intangibles necesario para la operatividad y funcionamiento del proyecto. Los costos a considerar en este proyecto son:

- Maquinaria:

Son el costo de adquisición de las maquinas requeridas por un área de Fabricación Digital, los siguientes costos son aproximados y sujetos a variaciones que dependen de las necesidades y requerimientos de la empresa.

MAQUINA	MONTO
Torno CNC	\$ 5,000
Fresadora CNC	\$ 10,000
Escáner CNC	\$ 2,000
Impresora 3D	\$ 3,000
TOTAL	\$ 20,000

- Instalaciones:

La maquinaria adquirida para Fabricación Digital requiere de un ambiente óptimo para asegurar su buen funcionamiento y el cumplimiento de su ciclo de vida útil, esto requiere que se incurra en la adecuación de instalaciones para su operación. Los siguientes costos son aproximados y sujetos a variaciones que dependen de las necesidades y requerimientos de la empresa.

RUBRO	MONTO
Paredes	\$ 1,500
Instalación de maquinaria	\$ 1,000
Aire acondicionado	\$ 2,000
TOTAL	\$ 4,500

- Mobiliario y equipo:

El área requiere de mobiliario y equipo para conformar las áreas de trabajo del personal y que son utilizados para el desarrollo de las diferentes actividades operativas. Los siguientes costos son aproximados y sujetos a variaciones que dependen de las necesidades y requerimientos de la empresa.

RUBRO	MONTO
Escritorios	\$ 500
Sillas	\$ 500
Mesas	\$ 300
Herramientas	\$ 700
Computadoras	\$ 3,000
TOTAL	\$ 5,000

- Software:

Los softwares CAD, CAE y CAM son la inversión intangible de este proyecto y tienen la misma importancia que la inversión tangible. Debido a la variedad de softwares se eligió el Software Solidwork Plastics Premium debido a que incorpora CAD y CAE y tiene aplicaciones orientadas a la optimización de moldes de inyección. La licencia de Solidworks cuenta con un precio fijo de compra y un costo anual de suscripción, el costo fijo de compra será el utilizado como costo de inversión. El software CAM será Powermill de Autodesk. Estos costos podrían variar de acuerdo a las necesidades o requerimientos de la empresa.

SOFTWARE	MONTO
Solidworks Plastics Professional	\$ 16,000
Powermill	\$ 300
TOTAL	\$ 16,300

El total de costos de inversión se detallan en la siguiente tabla:

COSTOS DE INVERSION	
RUBRO	MONTO
Maquinaria	\$ 20,000
Instalaciones	\$ 4,500
Mobiliario y equipo	\$ 5,000
Software	\$ 16,000
TOTAL	\$45,500

2. COSTOS DE INVERSION DEL PIFAD

Los costos de inversión del PIFAD comprenden aquellos costos relacionados al desarrollo de la instrucción. El periodo de instrucción del personal para la aplicación de fabricación digital, además del costo propio de la instrucción, genera costos operativos y son proporcionales a la duración del mismo. El costo principal en que se incurre en este periodo es la remuneración percibida por los técnicos instruidos debido a que durante este tiempo no se produce.

- **Costos de instrucción**

El costo de instrucción es el costo total de las horas totales definidas en los 4 módulos de instrucción que comprende el PIFAD. El periodo de instrucción del personal implementando el PIFAD se prevé de 6 meses, tiempo en el que el personal contara con los conocimientos técnicos y prácticos para realizar proyectos para la empresa o para clientes externos.

Debido a que este costo depende del proveedor que se elija, y siendo la contratación de un tercero como proveedor la opción más costosa, se determina un costo estimado asumiendo que se contratan los servicios de un tercero tomando de referencia un costo por hora de instrucción promedio tomando de referencia contratos adjudicados por INSAFORP para la prestación de servicios de horas de capacitación de empresas con los mayores costos por hora de instrucción.

- **Costos Operativos**

En la implementación de un proyecto de fabricación digital además de los costos de inversión se tienen los costos asociados a la inducción e instrucción del personal que se desempeñara en la fabricación de moldes y prototipos. El PIFAD se diseña como una solución para generar ahorros y eficientizar el proceso de instrucción. Los costos de implementación del PIFAD y dependerán de factores como los proveedores de instrucción o los recursos necesarios para llevar cabo el desarrollo de los módulos. Entre los costos se tienen:

Remuneraciones:

Se estima un costo en concepto de remuneración para el personal que desempeñe los roles de Líder del PIFAD y Gestor de Procesos del PIFAD, considerando que serán empleados, con definidas propias de su cargo, que desempeñaran adicionalmente las actividades propias del PIFAD. El costo mensual será de \$200 mensuales para el Líder del PIFAD y \$100 mensuales para el Gestor de Procesos del PIFAD durante el desarrollo del mismo (6 meses) como costo adicional por actividades adicionales realizadas a su cargo normal.

Insumos:

Se estima un costo relacionada a los insumos necesarios para el desarrollo del PIFAD (Papel, materiales, etc.) por un valor de \$20 mensuales.

Teléfono:

Se estiman un costo relacionado a llamadas y costos de redes móviles para el desarrollo del PIFAD por un valor de \$30 mensuales.

Instalaciones:

COSTOS OPERATIVOS			
Remuneración PIFAD	\$ 300	6 meses	\$1,800
Papelería	\$20	6 meses	\$ 120
Teléfono	\$30	6 meses	\$ 180
Instalaciones	\$1000	6 meses	\$ 6,000
TOTAL			\$ 8,100

Se estima un costo relacionado a la necesidad de alquilar instalaciones para el desarrollo de la instrucción por un valor \$1000 mensuales.

Transporte:

Se estima un costo relacionado a la necesidad de transporte para el personal en caso la instrucción se realiza en instalaciones fuera de la empresa por un valor de \$200 mensuales.

COSTOS DE INVERSION			
RUBRO	Costo unitario	Cantidad/Duración	MONTO
Instrucción (Horas)	\$70	124 horas	\$ 8,680

D. COMPARACION DE COSTOS

El siguiente cuadro resumen muestra el total de costos que conlleva la implementación de fabricación digital en una empresa, analizando dos alternativas, una de ellas empleando el PIFAD para la instrucción planificada de la instrucción y la otra sin el PIFAD:

COSTOS DE IMPLEMENTACION		
COSTO	MONTO SIN PIFAD	MONTO CON PIFAD
Inversión Fabricación Digital	\$ 45,500	\$ 45,500
Instrucción del PIFAD	-	\$ 8,680
Operativos	-	\$ 8,100
TOTAL	\$45,500	\$62,280

Se puede observar que la implementación del PIFAD no influye en los costos de inversión para aplicar la fabricación digital y estos se mantienen en ambos escenarios. El costo incremental es el costo por implementar una alternativa más costosa. El costo incremental debe analizarse contra los beneficios esperados para justificar su elección.

Costo incremental: Costo con PIFAD – Costo sin PIFAD

Costo incremental: \$ 60,280 – \$45,500

Costo incremental: \$ 14,780

3. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION DEL PIFAD

A) CURVA DE APRENDIZAJE DE LA APLICACIÓN DE FABRICACIÓN DIGITAL

Una curva de aprendizaje describe la relación entre el grado de aplicación eficiente de un conocimiento para realizar una tarea y el tiempo necesario para realizarla.

El proceso de instrucción del personal para aplicar fabricación digital tiene una incidencia alta en el tiempo productivo del personal para lograr proyectos exitosos. Al tratarse de un conocimiento nuevo es necesario asegurarse que el personal alcance un alto nivel de aprendizaje en el menor tiempo posible para poder obtener de manera más rápida, los beneficios de la fabricación digital y su aplicación.

La curva de aprendizaje del aprendizaje del personal por medio de un plan de instrucción, en este caso el PIFAD, es diferente a la curva de aprendizaje de instruir al personal sin un plan definido. La implementación del PIFAD brinda la posibilidad de conseguir proyectos exitosos en un menor tiempo.

Definición de Curvas de Aprendizaje

Las curvas de aprendizaje se caracterizan por su forma logarítmica y se representan a través de un gráfico donde el eje X es el número de éxitos acumulados y el eje Y el tiempo medio promedio.

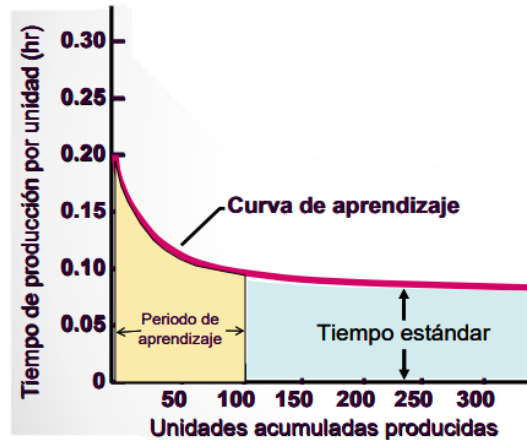


Ilustración 53: Curva de Aprendizaje

Las curvas de aprendizaje aportan datos importantes para evaluar la productividad en un periodo de aprendizaje y determinar tiempos estándar. El método a utilizar para la definición de las curvas de aprendizaje será el método logarítmico que consiste en utilizar la siguiente formula:

$$T_N = T_1 N^{\frac{\log L}{\log 2}}$$

Donde:

Tiempo de unidad “N” (T_N): Es el tiempo que tardara desarrollar el “N” proyecto exitoso.

Tiempo inicial (T₁): Se refiere al tiempo que tardaría el Departamento de fabricación digital en desarrollar el primer proyecto exitoso.

Numero de proyecto (N): Es el número correlativo del proyecto a realizar.

Coefficiente de aprendizaje (L): Pendiente de la curva de aprendizaje que determina el incremento de la productividad de la mano de obra a medida se realizan más unidades

La comparación de curvas de aprendizaje entre la implementación del PIFAD está basada en los siguientes supuestos

- La curva de aprendizaje de la fabricación digital de moldes es diferente a la de prototipado.
- El tiempo inicial para la curva de instrucción con PIFAD será la duración del periodo de inducción.
- El tiempo inicial para la curva de instrucción de la inducción sin PIFAD se calculará con una curva de aprendizaje para el periodo de inducción con una duración de 3 años.

Los tiempos se medirán en horas y se definirá una jornada de 40 horas semanales y 50 semanas al año. La siguiente tabla muestra un resumen de las conversiones a tener en cuenta para el cálculo de tiempos:

Meses	Horas	Años	Horas
1	167	1	2000
2	334	2	4000
3	501	3	6000
4	668	4	8000
5	835	5	10000
6	1002	6	12000
7	1169	7	14000
8	1336	8	16000
9	1503	9	18000
10	1670	10	20000
11	1837	11	22000
12	2000	12	24000

B) CURVA DE APRENDIZAJE DE FABRICACIÓN DIGITAL DE MOLDES

- Inducción de personal sin PIFAD

La curva de aprendizaje de este periodo de inducción durará 3 años o 6000 horas y tendrá un tiempo inicial de 1 año o 2000 horas con un coeficiente de aprendizaje de 85%. Los valores de la curva de aprendizaje resultante son:

N	T _N
T-3	2000
T-2	1700
T-1	1546
TOTAL	5245
T ₁	1445

- Instrucción de personal con PIFAD

El tiempo inicial corresponderá al tiempo de duración de la instrucción establecido en 6 meses de duración.

C) COMPARACIÓN DE CURVAS DE APRENDIZAJE

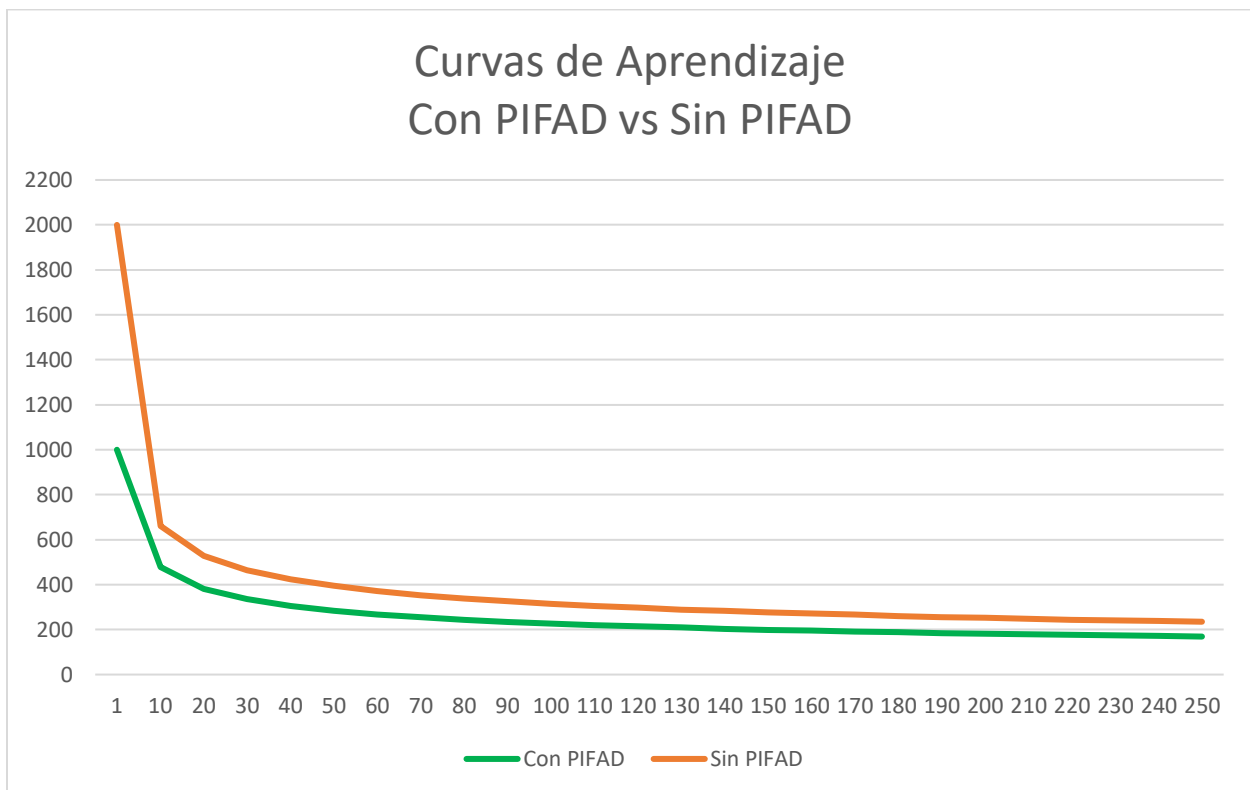
El cálculo de los tiempos mediante la fórmula del método logarítmico de curvas de aprendizaje se realiza tomando en cuenta los siguientes parámetros de entrada:

Parámetros para la determinación de curvas de aprendizaje		
Instrucción de personal con PIFAD	Parámetro	Inducción de personal sin PIFAD
1000 horas	Tiempo medio inicial	1445 horas
80%	Coefficiente de aprendizaje	80%

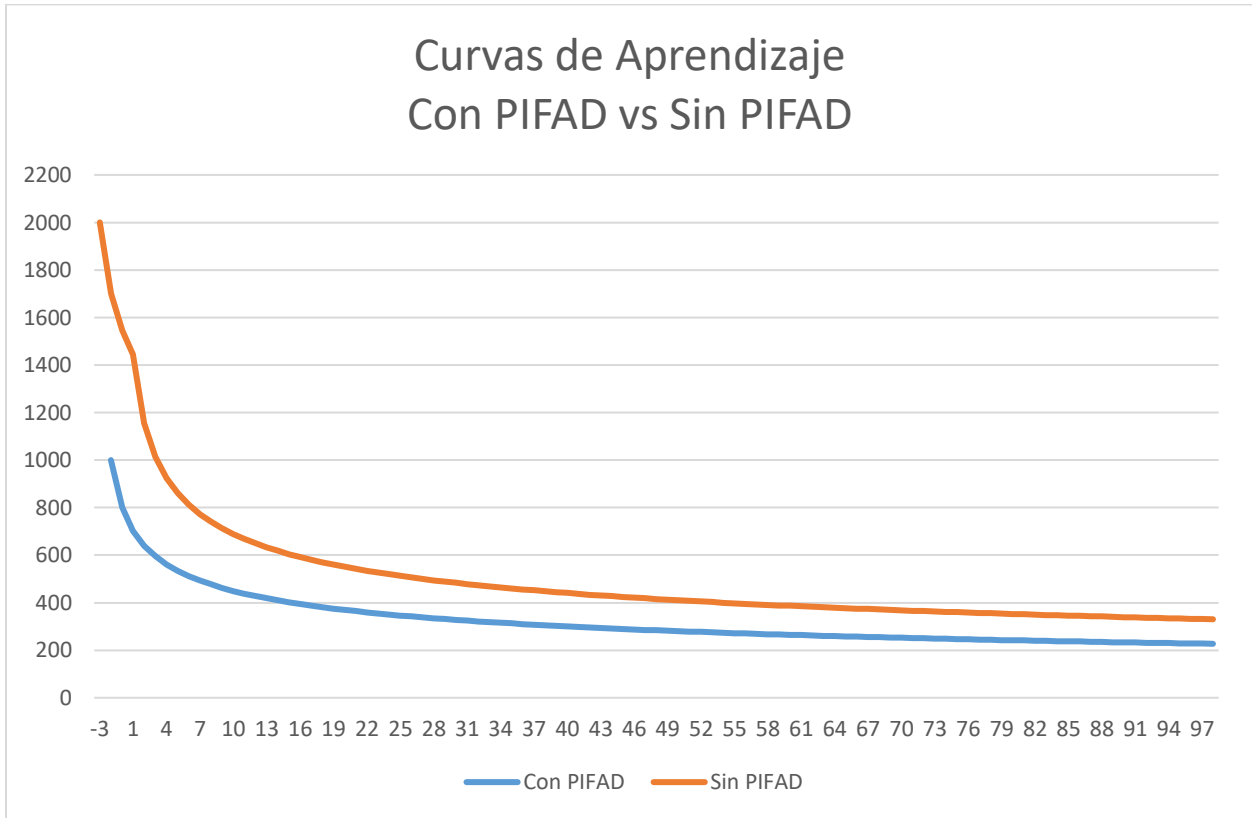
La siguiente tabla muestra los resultados de la aplicación de la fórmula:

Con PIFAD		Sin PIFAD	Con PIFAD		Sin PIFAD	Con PIFAD		Sin PIFAD
N	T _N (h)	T _N (h)	N	T _N (h)	T _N (h)	N	T _N (h)	T _N (h)
1	1000	2000	90	235	343	180	188	273
10	477	772	100	227	331	190	185	268
20	381	580	110	220	321	200	182	264
30	335	500	120	214	312	210	179	260
40	305	452	130	209	304	220	176	256
50	284	418	140	204	296	230	174	252
60	268	393	150	199	290	240	171	249
70	255	373	160	195	284	250	169	245
80	244	357	170	191	278			

La representación gráfica de los datos calculados se muestra en la siguiente grafica comparativa de ambas curvas de aprendizaje:



D) COMPARACIÓN DE ESCENARIOS



El método de curva de aprendizaje proporciona datos que analizados de manera correcta permiten evaluar el nivel de productividad del personal en el proceso de aprendizaje y estimar los posibles beneficios de la implementación de la fabricación digital. La siguiente tabla muestra algunos datos importantes de las curvas de aprendizaje planteadas:

Parámetros	Con PIFAD	Sin PIFAD
N° de proyectos exitosos para aprendizaje	100	100
Tiempo estándar (horas-hombre)	227	328
Tiempo total de aprendizaje (horas-hombre)	32,652	52,426
Tiempo total de aprendizaje (años)	5.4	8.7
N° de proyectos exitosos a realizar en los primeros 5 años	88	43

Tiempo medio estándar: Se refiere al menor tiempo medio que se desea alcanzar al final de la curva de aprendizaje producto de la experiencia adquirida por el personal en la medida que desarrollan más proyectos.

Periodo de aprendizaje: Se refiere al número de proyectos acumulados desarrollados exitosamente por el personal del Departamento necesarios para alcanzar el tiempo medio óptimo deseado.

Al comparar los datos obtenidos se puede concluir que el PIFAD permite lograr un tiempo

estándar menor y que el tiempo total de aprendizaje requerido es menor por 3 años. El impulso del aprendizaje del personal logrado a partir de tener un plan de instrucción que garantice la adquisición de las competencias necesarias permite una productividad extra del 100% con respecto a la no implementación del PIFAD.

E) PROYECCIÓN DE BENEFICIOS

La implementación de la fabricación digital de moldes y prototipos permite a la empresa el aprovechamiento de oportunidades de ingresos y ahorros de los siguientes tipos:

- Desarrollo de proyectos para clientes internos (otras empresas)
- Desarrollo de proyectos para clientes externo (Departamento de producción, ventas, Etc.)

La estimación del ingreso (Clientes externos) o ahorro (Clientes internos) se basará en la compensación del costo de mano de obra por medio de la capacidad productiva del Departamento. La proyección de ingresos no toma en cuenta los costos de materia prima, instalaciones y depreciación de maquinaria debido a que estos serán trasladados íntegramente al costo unitario del molde.

En el caso de los moldes fabricados para la misma empresa los beneficios se traducirán en el ahorro de tiempo costos al adquirir un nuevo molde para la producción. El costo del molde representa un costo de transferencia interna en el que el Departamento podría establecer un costo de valor agregado/desarrollo que signifique ingresos a la empresa. Se determina como meta de referencia que el Departamento desarrolle 20 proyectos anuales.

La estimación de ingresos se realizará para un horizonte de 5 años tomando los siguientes datos para su determinación:

Horas-hombre anuales disponibles:

Se calcula tomando una jornada de 40 horas semanales por 50 semanas anuales por cada técnico. Se determina que se contara con tres técnicos instruidos.

Número de proyectos anuales:

El número de proyectos se calcula sumando los proyectos cuyos tiempos de la curva de aprendizaje sumen el total de Horas-hombre anuales disponibles.

Horas-hombre reales anuales promedios:

Se calcula dividiendo el total de Horas-hombre anuales disponibles entre el número de proyecto anuales

Horas-hombre estándar:

Se toma a partir de la curva de aprendizaje y se define como el tiempo mínimo que puede tomar el desarrollo de un proyecto.

Costo Hora-hombre:

Se calcula multiplicando el salario establecido en \$700 por los 12 meses y por el número de técnicos y dividiendo este resultado entre las horas-hombres anuales disponibles.

Costo Hora-hombre Anual:

Se calcula multiplicando el total de horas-hombre anuales disponibles por el costo de la hora-hombre.

Ingreso/Costo de productividad:

Se refiere al costo o ingreso que percibe la empresa por su productividad respecto a la meta establecida

Margen de utilidad anual:

Se refiere a la ganancia determinada por el proceso de desarrollo y fabricación del molde. La ganancia se estima con base en el costo de mano obra directa y se determina que será el 100% del costo estándar anual.

Ingresos:

Los ingresos se calculan sumando el costo estándar anual y el margen de utilidad anual y restando el costo de horas-hombre anual

Inducción sin PIFAD							
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	3	2000	-\$25,200.00	\$3,780.00	75%	\$6,615.00	-\$18,585.00
2	6	1000	-\$25,200.00	\$7,560.00	75%	\$13,230.00	-\$11,970.00
3	9	667	-\$25,200.00	\$11,340.00	75%	\$19,845.00	-\$5,355.00
4	11	545	-\$25,200.00	\$13,860.00	75%	\$24,255.00	-\$945.00
5	14	429	-\$25,200.00	\$17,640.00	75%	\$30,870.00	\$5,670.00
6	14	429	-\$25,200.00	\$17,640.00	75%	\$30,870.00	\$5,670.00
7	15	400	-\$25,200.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$7,875.00
8	17	353	-\$25,200.00	\$21,420.00	75%	\$37,485.00	\$12,285.00
9	18	333	-\$25,200.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$14,490.00
10	18	333	-\$25,200.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$14,490.00
						TOTAL	\$23,625.00

Inducción con PIFAD							
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	9	667	-\$25,200.00	\$11,340.00	75%	\$19,845.00	-\$5,355.00
2	15	400	-\$25,200.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$7,875.00
3	18	333	-\$25,200.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$14,490.00
4	22	273	-\$25,200.00	\$27,720.00	75%	\$48,510.00	\$23,310.00
5	24	250	-\$25,200.00	\$30,240.00	75%	\$52,920.00	\$27,720.00
6	25	231	-\$25,200.00	\$32,760.00	75%	\$57,330.00	\$29,925.00
7	25	231	-\$25,200.00	\$32,760.00	75%	\$57,330.00	\$29,925.00
8	25	231	-\$25,200.00	\$32,760.00	75%	\$57,330.00	\$29,925.00
9	25	231	-\$25,200.00	\$32,760.00	75%	\$57,330.00	\$29,925.00
10	25	231	-\$25,200.00	\$32,760.00	75%	\$57,330.00	\$29,925.00
TOTAL							\$217,665.00

Los beneficios incrementales anuales se determinan restando los beneficios anuales sin PIFAD a los beneficios anuales con PIFAD.

Flujo de efectivo	Sin PIFAD	Con PIFAD
INVERSION	\$45,500.00	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$18,585.00	-\$5,355.00
AÑO 2	-\$11,970.00	\$7,875.00
AÑO 3	-\$5,355.00	\$14,490.00
AÑO 4	-\$945.00	\$23,310.00
AÑO 5	\$5,670.00	\$27,720.00
AÑO 6	\$5,670.00	\$29,925.00
AÑO 7	\$7,875.00	\$29,925.00
AÑO 8	\$12,285.00	\$29,925.00
AÑO 9	\$14,490.00	\$29,925.00
AÑO 10	\$14,490.00	\$29,925.00
VAN (i = 5.50%)	-\$39,892.55	\$89,860.30

E. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La incerteza de los factores futuros que puedan afectar los resultados de un proyecto generan la necesidad de establecer diferentes escenarios para tener una mayor certeza del riesgo que se está asumiendo.

La sensibilidad se refiere a afectar aquellos parámetros a los que el Valor Actual Neto (VAN) es más sensible y su alteración puede significar pérdidas en la operatividad del proyecto. Los parámetros a los que el VAN es más sensible son aquellos que provocan alteraciones en los ingresos y egresos del flujo de efectivo como pueden ser valores de demanda, costos, etc.

La simulación de escenario se realizará analizando el flujo de efectivo neto incremental para un horizonte de 5 años, donde se evaluará la implementación de fabricación digital de moldes con el PIFAD. Se utilizará una tasa de descuento de 5.50%, la mayor tasa ofrecida por el sistema financiero para depósitos a plazo fijo a 360 días vigente al mes de noviembre de 2019. Los diferentes escenarios serán analizados calculando el VAN.

El cálculo del VAN se realiza con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

F = Flujo Neto del Efectivo Anual

n = Tiempo de Análisis del Proyecto

i = Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento

I₀ = Inversión Inicial del Proyecto

1. FLUJOS DE EFECTIVO Y VAN DE ESCENARIOS

Escenario 1: Escenario Base

- Margen de utilidad: 75% del costo de horas-hombre estándar establecido
- Horas-Hombre estándar: 277
- Inversión de inicial: \$62,280.00
- TMAR= 10%

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$5,355.00
AÑO 2	\$7,875.00
AÑO 3	\$14,490.00
AÑO 4	\$23,310.00
AÑO 5	\$27,720.00
AÑO 6	\$29,925.00
AÑO 7	\$29,925.00
AÑO 8	\$29,925.00
AÑO 9	\$29,925.00
AÑO 10	\$29,925.00
5.50%	\$89,860.30

Análisis: se observa que el proyecto es rentable y factible bajo condiciones presupuestadas

Escenario 2:

- Aumento de inversión por costos de instrucción: 100%

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$79,060.00
AÑO 1	-\$5,355.00
AÑO 2	\$7,875.00
AÑO 3	\$14,490.00
AÑO 4	\$23,310.00
AÑO 5	\$27,720.00
AÑO 6	\$29,925.00
AÑO 7	\$29,925.00
AÑO 8	\$29,925.00
AÑO 9	\$29,925.00
AÑO 10	\$29,925.00
10.00%	\$37,036.49

Análisis: se observa que el proyecto es rentable y factible bajo condiciones presupuestadas

Escenario 3:

- Aumento del 10% de horas-hombre anuales promedio

Inducción con PIFAD							
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	8	750	-\$25,200.00	\$10,080.00	75%	\$17,640.00	-\$7,560.00
2	13	462	-\$25,200.00	\$16,380.00	75%	\$28,665.00	\$3,465.00
3	16	375	-\$25,200.00	\$20,160.00	75%	\$35,280.00	\$10,080.00
4	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
5	22	273	-\$25,200.00	\$27,720.00	75%	\$48,510.00	\$23,310.00
6	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
7	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
8	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
9	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
10	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
TOTAL							\$175,770.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$7,560.00
AÑO 2	\$3,465.00
AÑO 3	\$10,080.00
AÑO 4	\$18,900.00
AÑO 5	\$23,310.00
AÑO 6	\$25,515.00
AÑO 7	\$25,515.00
AÑO 8	\$25,515.00
AÑO 9	\$25,515.00
AÑO 10	\$25,515.00
10.00%	\$28,723.50

Análisis: se observa que las horas-hombre promedio afectan el número de proyectos a realizar pero que no lo suficiente como para provocar perdidas

Escenario 4:

- Refuerzos de instrucción anuales necesarios: \$2000/año

Inducción con PIFAD								
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo por refuerzo de instrucción	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	9	667	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$11,340.00	75%	\$19,845.00	-\$7,355.00
2	15	400	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$5,875.00
3	18	333	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$12,490.00
4	22	273	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$27,720.00	75%	\$48,510.00	\$21,310.00
5	24	250	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$30,240.00	75%	\$52,920.00	\$25,720.00
6	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
7	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
8	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
9	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
10	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
							TOTAL	\$197,665.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$7,355.00
AÑO 2	\$5,875.00
AÑO 3	\$12,490.00
AÑO 4	\$21,310.00
AÑO 5	\$25,720.00
AÑO 6	\$27,925.00
AÑO 7	\$27,925.00
AÑO 8	\$27,925.00
AÑO 9	\$27,925.00
AÑO 10	\$27,925.00
10.00%	\$41,527.36

Análisis: mediante el análisis podemos constatar que un costo periódico en concepto de refuerzo de instrucción no afectaría en los resultados positivos del proyecto

Escenario 5

- Límite de proyectos anuales: 20 proyectos

Inducción con PIFAD							
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	9	667	-\$25,200.00	\$11,340.00	75%	\$19,845.00	-\$5,355.00
2	15	400	-\$25,200.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$7,875.00
3	18	333	-\$25,200.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$14,490.00
4	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
5	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
6	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
7	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
8	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
9	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
10	20	300	-\$25,200.00	\$25,200.00	75%	\$44,100.00	\$18,900.00
						TOTAL	\$149,310.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$5,355.00
AÑO 2	\$7,875.00
AÑO 3	\$14,490.00
AÑO 4	\$18,900.00
AÑO 5	\$18,900.00
AÑO 6	\$18,900.00
AÑO 7	\$18,900.00
AÑO 8	\$18,900.00
AÑO 9	\$18,900.00
AÑO 10	\$18,900.00
10.00%	\$19,377.45

Análisis: Restringir la capacidad máxima del departamento a 20 proyectos por año no compromete el éxito del proyecto

Escenario 6

- Aumento de tiempo del primer proyecto en un 50%

Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	5	1200	-\$25,200.00	\$6,300.00	75%	\$11,025.00	-\$14,175.00
2	8	750	-\$25,200.00	\$10,080.00	75%	\$17,640.00	-\$7,560.00
3	11	545	-\$25,200.00	\$13,860.00	75%	\$24,255.00	-\$945.00
4	12	500	-\$25,200.00	\$15,120.00	75%	\$26,460.00	\$1,260.00
5	13	462	-\$25,200.00	\$16,380.00	75%	\$28,665.00	\$3,465.00
6	15	400	-\$25,200.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$7,875.00
7	16	375	-\$25,200.00	\$20,160.00	75%	\$35,280.00	\$10,080.00
8	17	353	-\$25,200.00	\$21,420.00	75%	\$37,485.00	\$12,285.00
9	18	333	-\$25,200.00	\$22,680.00	75%	\$39,690.00	\$14,490.00
10	19	316	-\$25,200.00	\$23,940.00	75%	\$41,895.00	\$16,695.00
						TOTAL	\$43,470.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$14,175.00
AÑO 2	-\$7,560.00
AÑO 3	-\$945.00
AÑO 4	\$1,260.00
AÑO 5	\$3,465.00
AÑO 6	\$7,875.00
AÑO 7	\$10,080.00
AÑO 8	\$12,285.00
AÑO 9	\$14,490.00
AÑO 10	\$16,695.00
10.00%	-\$51,181.47

Análisis: se puede observar el proyecto es susceptible a los cambios de tiempo inicial y estándar con respecto a lo presupuestado. El incremento de 50% al tiempo inicial de la curva de aprendizaje provoca una caída grande de los beneficios esperados y vuelve infectable el proyecto.

Escenario 7:

- Aumento de inversión por costos de instrucción de 25%
- Refuerzos de instrucción anuales necesarios: \$2000/año
- Aumento de tiempo inicial en un 10%

Inducción con PIFAD								
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo por refuerzo de instrucción	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	5	1200	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$6,300.00	75%	\$11,025.00	-\$9,560.00
2	13	462	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$16,380.00	75%	\$28,665.00	\$1,465.00
3	16	375	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$20,160.00	75%	\$35,280.00	\$8,080.00
4	19	316	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$23,940.00	75%	\$41,895.00	\$14,695.00
5	21	286	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$26,460.00	75%	\$46,305.00	\$16,900.00
6	23	261	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$23,515.00
7	24	250	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$30,240.00	75%	\$52,920.00	\$27,925.00
8	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
9	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
10	25	240	-\$25,200.00	-\$2,000.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$27,925.00
							TOTAL	\$166,795.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$63,958.00
AÑO 1	-\$9,560.00
AÑO 2	\$1,465.00
AÑO 3	\$8,080.00
AÑO 4	\$14,695.00
AÑO 5	\$16,900.00
AÑO 6	\$23,515.00
AÑO 7	\$27,925.00
AÑO 8	\$27,925.00
AÑO 9	\$27,925.00
AÑO 10	\$27,925.00
10.00%	\$18,402.90

Análisis: a pesar que en este escenario se aumentó un porcentaje el tiempo inicial de la curva de aprendizaje, el aumento fue poco, por lo que al analizar evaluar este proyecto junto con otras situaciones que por sí solas no generaban perdidas tampoco hace inviable el proyecto.

Escenario 8:

- Aumento de inversión por costos de instrucción de 100%
- Aumento de tiempo inicial en un 20%

Inducción con PIFAD							
Año	Número de proyectos	horas-hombre reales promedio anuales	Costo de horas-hombre anual	Costo de horas-hombre capitalizado	% de margen de utilidad	Valor anual de proyectos	Flujo de Efectivo
1	7	857	-\$25,200.00	\$8,820.00	75%	\$15,435.00	-\$9,765.00
2	11	545	-\$25,200.00	\$13,860.00	75%	\$24,255.00	-\$945.00
3	15	400	-\$25,200.00	\$18,900.00	75%	\$33,075.00	\$7,875.00
4	16	375	-\$25,200.00	\$20,160.00	75%	\$35,280.00	\$10,080.00
5	19	316	-\$25,200.00	\$23,940.00	75%	\$41,895.00	\$16,695.00
6	23	261	-\$25,200.00	\$28,980.00	75%	\$50,715.00	\$25,515.00
7	25	240	-\$25,200.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$29,925.00
8	25	240	-\$25,200.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$29,925.00
9	25	240	-\$25,200.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$29,925.00
10	25	240	-\$25,200.00	\$31,500.00	75%	\$55,125.00	\$29,925.00
TOTAL							\$169,155.00

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$79,060.00
AÑO 1	-\$9,765.00
AÑO 2	-\$945.00
AÑO 3	\$7,875.00
AÑO 4	\$10,080.00
AÑO 5	\$16,695.00
AÑO 6	\$25,515.00
AÑO 7	\$29,925.00
AÑO 8	\$29,925.00
AÑO 9	\$29,925.00
AÑO 10	\$29,925.00
10.00%	\$2,396.94

Análisis: se observa que el aumento del tiempo inicial junto con el aumento de la inversión en un alto grado puede acercar el proyecto a la infactibilidad.

Conclusiones del Análisis:

Las evaluaciones de los diferentes escenarios han sido positivas, se puede concluir que el proyecto permite aumentos de costos de inversión hasta 3 veces mayo sin comprometer los resultados. Se determina que el factor más riesgoso es el tiempo inicial de aprendizaje debido a que un aumento elevado de este factor significa una menos producción de moldes en los primeros años y entre más cerca estén los niveles de productividad a los propios de la implantación del PIFAD más probabilidades de fracaso existen. Se comprueba así que la instrucción del personal es un tema de alta importancia en la aplicación de nuevas tecnologías y que a medida se instruye al personal para que realice su trabajo de manera ms eficiente se generan mayores beneficios.

F. EVALUACIONES ECONOMICAS

1. TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)

Es un porcentaje que por lo regular determina la persona que va a invertir en un proyecto. Esta tasa se usa como referencia para determinar si el proyecto le puede generar ganancias o no. Regularmente para la determinación de la TMAR se toma en cuenta el valor de la inflación de los años futuros por el riesgo que esta genera. En El Salvador, debido a la estabilidad que provee la dolarización, la inflación es prácticamente cero por lo que se optó por determinar la TMAR tomando en cuenta la probabilidad de fracaso determinada a través del análisis de sensibilidad.

Para el cálculo de la TMAR del PIFAD se utilizará la siguiente formula:

$$TMAR = i + P(VAN \leq 0)$$

Donde:

i = tasa libre de riesgo

P(VAN≤0) = Probabilidad que el la VAN sea menor o igual a cero

A) TASA LIBRE DE RIESGO

La tasa de cero riesgo o tasa libre de riesgo, es un concepto teórico que asume que en la economía existe una alternativa de inversión que no tiene riesgo para el inversionista. Este ofrece un rendimiento seguro en una unidad monetaria y en un plazo determinado, donde no existe riesgo crediticio ni riesgo de reinversión ya que, vencido el período, se dispondrá del efectivo. La tasa a utilizar para este proyecto será de **5.74%**, promedio de las tasas máximas semanales del 2019 ofrecidas por depósito a plazo fijo en el sistema bancario financiero publicadas por el BCR.

Probabilidad que el la VAN sea menor o igual a cero

El análisis de sensibilidad evaluó 9 escenarios diferentes y se determinó su éxito o fracaso con el cálculo del Valor Actual Neto. La probabilidad se calculará con la siguiente formula:

$$P(VAN \leq 0) = \frac{\text{Escenarios no exitosos } (VAN \leq 0)}{\text{Total de escenarios}}$$

$$P(VAN \leq 0) = \frac{1}{8}$$

$$P(VAN \leq 0) = 12.5\%$$

Determinación de TMAR para el proyecto

$$TMAR = i + P(VAN \leq 0)$$

$$TMAR = 5.74\% + 12.50\%$$

$$TMAR = 17.24\%$$

2. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El VAN representa el valor presente del proyecto, se basa en los flujos de efectivo futuros del proyecto actualizados a una tasa de interés determinada, para el caso del PIFAD dicha tasa es igual a la TMAR. El cálculo del VAN se realiza con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

F = Flujo Neto del Efectivo Anual

n = Tiempo de Análisis del Proyecto

i = Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento

I₀ = Inversión Inicial del Proyecto

Las decisiones utilizando el VAN se toman de acuerdo al siguiente criterio:

- Si el Valor Actual Neto de los ingresos y gastos anuales es positivo o igual a cero (VAN >= 0), entonces se acepta el proyecto, ya que la utilidad de la inversión será mayor o por lo menos igual a la tasa mínima aceptable.
- Si el Valor Actual Neto de los ingresos y gastos anuales es menor que cero (VAN < 0), entonces se rechaza el proyecto, ya que la utilidad de la inversión será menor a la tasa mínima aceptable.

Flujo de efectivo - PIFAD	
INVERSION	-\$62,280.00
AÑO 1	-\$5,355.00
AÑO 2	\$7,875.00
AÑO 3	\$14,490.00
AÑO 4	\$23,310.00
AÑO 5	\$27,720.00
AÑO 6	\$29,925.00
AÑO 7	\$29,925.00
AÑO 8	\$29,925.00
AÑO 9	\$29,925.00
AÑO 10	\$29,925.00
17.24%	\$15,711.53

Los resultados de $VAN > 0$ indican que el proyecto es factible económicamente desde el punto de vista del VAN.

3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o TIR nos permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. El TIR realiza el mismo cálculo llevando el VAN a cero, por lo cual el resultado de esta ecuación da por resultado un porcentaje, que luego será comparado con el porcentaje de interés que se haya definido como más seguro. Como su nombre lo indica, la TIR muestra un valor de rendimiento interno de la empresa expresado en porcentaje, y comparable a una tasa de interés en este caso la TMAR previamente establecida

El procedimiento para determinar la TIR es igual al utilizado para el cálculo del VAN; para posteriormente aplicar el método numérico mediante aproximaciones sucesivas hasta acercarnos a un $VAN = 0$.

Para el cálculo de la TIR se utiliza la siguiente fórmula:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde el criterio de aceptación o del rechazo es:

- $TIR \geq TMAR$, entonces el proyecto se acepta.
- $TIR < TMAR$, el proyecto se rechaza.

En la siguiente tabla de detallan los datos para el cálculo de la TIR:

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	TIR	VAN
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	10%	\$53,816.49
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	11%	\$47,323.20
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	12%	\$41,283.34
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	13%	\$35,659.59
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	14%	\$30,418.13
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	15%	\$25,528.24
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	16%	\$20,962.01
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	17%	\$16,694.06
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	18%	\$12,701.27
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	19%	\$8,962.56
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	20%	\$5,458.69
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21%	\$2,172.09
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.1%	\$1,854.75
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.2%	\$1,539.40
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.3%	\$1,226.03
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.4%	\$914.63
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.5%	\$605.18
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.6%	\$297.67
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.7%	-\$7.92
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.8%	-\$311.61
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	21.9%	-\$613.41
-\$62,280.00	-\$5,355.00	\$7,875.00	\$14,490.00	\$23,310.00	\$27,720.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	\$29,925.00	22.0%	-\$913.32

Tabla 29: Cálculo de TIR

Con base en la simulación realizada se obtiene una **TIR igual a 21.7%**. Al compararla TIR con la TMAR de **17.24%** el proyecto se considera factible económicamente desde el punto de vista de la TIR y TMAR ya que se cumple la relación $TIR > TMAR$.

4. BENEFICIO – COSTO

La relación Beneficio Costo (B/C), muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto propuesto por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos de ventas entre los costos incurridos para la producción y comercialización de los productos.

Los posibles resultados de la Relación Beneficio Costo se describen a continuación:

- Si la relación B/C es mayor que la unidad, el Modelo de empresa es aceptable, porque el beneficio es superior al costo.
- Si la relación B/C es menor que la unidad, el modelo debe rechazarse porque no existe beneficio.
- Si la relación B/C es igual a la unidad, es indiferente llevar adelante el Modelo, porque no hay beneficio ni pérdidas.

El PIFAD es una alternativa para la instrucción del personal en la implementación de la fabricación digital que permite que esta sea exitosa y económicamente factible. El costo es la inversión requerida y el beneficio es la suma de los resultados anuales de los primeros 10 años del flujo de efectivo.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\$217,665.00}{\$62,280.00}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 3.49$$

De esta manera se demuestra que por cada dólar invertido en proyecto se tendrá un beneficio ya sea de ahorro o ingreso adicional de \$2.49, por lo que se dice que la aplicación del PIFAD en la implementación de la fabricación digital permite que esta sea económicamente factible.

G. EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION CAE

El PIFAD además de beneficiar la implementación de la fabricación digital en una empresa también es útil para identificar necesidades de instrucción en cualquiera de las competencias requeridas para la aplicación de la fabricación digital. En Kontein, la empresa utilizada para levantar la línea base de la aplicación de fabricación digital en la industria no se aplicaba el paso de análisis de ingeniería a los moldes que ellos fabrican. Se evaluara si la aplicación del PIFAD para instruir al personal es factible económicamente.

1. COSTOS DE IMPLEMENTACION DE CAE

Los costos incurridos en aplicar el PIFAD para instruir al personal en CAE son:

- Costos de inversión

COSTOS DE INVERSION	
Software	MONTO
Licencia Moldflow Insight Ultimate	\$ 2700
TOTAL	\$ 2700

- Costos operativos del PIFAD

COSTOS DE IMPLEMENTACION	
RUBRO	MONTO
Remuneraciones	\$ 500
Papelería	\$ 20
Teléfono	\$ 15
Instalaciones	\$ 1000
Transporte	\$ 200
TOTAL	\$ 1735

- Costos de la instrucción de CAE

COSTOS DE INSTRUCCIÓN			
Remuneraciones	c/u	Duración	Total
Personal	\$ 100/mes	1 meses x 3 técnicos	\$ 300
Instructores	\$20/h	30 horas	\$ 600
TOTAL			\$ 900

El consolidado de costos para determinar el costo total de la instrucción de CAE se muestra en la siguiente tabla:

COSTOS DE IMPLEMENTACION CAE	
COSTO	MONTO
Inversión	\$ 2,400
Implementación del PIFAD	\$ 1,735
Instrucción del personal	\$ 900
TOTAL	\$ 5035

2. BENEFICIOS DE IMPLEMENTACION DE CAE

A) APLICACIÓN Y TIPOS BENEFICIOS

La aplicación del CAE en el proceso de diseño de los moldes a fabricar permiten dos situaciones:

- Aumento de productividad:

El CAE permite simular el proceso de inyección y optimizar los tiempos de ciclo de inyección aumentar los niveles de producción.

- Aumento del porcentaje de productos buenos producidos:

El CAE permite identificar las causas de errores en la inyección de productos causados por un mal flujo del plástico o por un enfriamiento del plástico desequilibrado. Al atender estos problemas de diseño es posible incrementar el número de productos buenos producidos.

Los beneficios obtenidos por la aplicación de CAE se ven reflejados al utilizar el molde en producción. Difícilmente se puede cuantificar un beneficio estándar debido a que depende de la cantidad de moldes analizados, la incidencia de las mejoras realizadas y las condiciones de producción en que se utiliza el molde.

para realizar la evaluación se realizará una simulación de un escenario supuesto de fabricación de un molde obteniendo un ciclo de inyección con 1 segundo menos de duración y un aumento de 1% en el porcentaje de productos buenos producidos.

B) SIMULACION DE CASO

Los beneficios de la implementación del CAE se determinarán mediante la simulación de un caso hipotético que podría darse en la empresa que se quiera aplicar. La simulación se realizara con un calculador de Retorno de inversión disponible en <https://carlsontool.com/roi/#>

El caso a simular consiste en una empresa que desea mejora su molde actual para volverse más competitiva, mejorar sus niveles de producción y aumentar su rentabilidad reduciendo costos. Los parámetros a tomar en cuenta en la simulación son:

- **Tiempo del ciclo de inyección**

El tiempo de ciclo de inyección se prevé inicialmente de 25 segundos logrando con el CAE una disminución de 1 segundo.

- **Numero de cavidades por molde**

El número de cavidades no se ve afectado.

- **Porcentaje de productos defectuosos**

Se establece que el CAE permitirá reducir 1% el porcentaje de productos defectuosos pasando de 5% a 4%.

- **Horas diarias de trabajo**

Las horas de trabajo no se ven afectadas, siendo estas de 18 horas diarias

- **Semanas anuales**

Las semanas a trabajar se mantienen igual, 50 en cada caso.

- **Costo de maquina**

El Costo de maquina no se ve afectado y se establece de \$70 por hora

- **Costo de materia prima**

El Costo de materia prima se mantiene en \$0.25

- **Partes anuales requeridas**

Se tiene una demanda de producto de 1,200,000 productos anuales

- **Ganancias semanales por ventas**














Se mantienen las ganancias semanales.

- **Costo de mejoramiento de molde**

El costo de mejoramiento será el mismo costo de la implementación de CAE haciendo uso del PIFAD de \$ 5035.00.

25	Mold cycle time in seconds	24
2	Number of cavities per mold	2
5	Scrap rate %	4
18	Hour per Day	18
5	Days per Weeks	5
50	Weeks per Year	50
	MOLD ENHANCEMENT COST	\$5,035
\$70.00	Press cost per hour	\$70.00
\$0.25	Resin cost per part	\$0.25
1,200,000	Required parts per year	1,200,000
\$12,000.00	Profit per week of new sales	\$12,000.00

Ilustración 54: Simulación de mejora de moldes

OUTPUT			CALCULATE
1,231,200	Parts per year capacity		1,296,000
1,263,158	Parts to produce per year		1,250,000
51.298	Weeks per year required		48.225
-1.3	Weeks per year available		1.8
\$0.243	Press cost per part		\$0.233
\$31,140	Scrap cost per year		\$24,167
	Annual press savings		\$12,153
	Annual scrap savings		\$6,974
	Total annual savings		\$19,126
	Profit of new sales		\$36,870
	Press weeks freed up for new sales		3.1
	ROI in years		0.09
	ROI in months		1.1

En las imágenes se observa el ingreso de los datos de entrada y los resultados del calculador. Entre los datos de salida se pueden identificar los siguientes ahorros:

AHORRO	MONTO
Ahorro anual de maquina	\$12,153
Ahorro anual de desperdicios	\$6,974
Ingresos por nuevas ventas por semanas libres para atención de pedidos extras	\$36,870
TOTAL	\$55,997

3. EVALUACIONES ECONOMICAS

A) BENEFICIO – COSTO

La implementación del CAE difícilmente puede evaluarse con el VAN o la TIR debido a que para tener flujos de efectivos es necesario conocer la realidad de la operatividad de la empresa que lo implementara y todos los parámetros las estimaciones que se requieren. Para este caso es posible evaluar la implementación del CAE con el beneficio-costo que representaría para una empresa analizando un caso simplificado y determinando los beneficios mínimos que se podrían alcanzar.

El caso estudiado presenta la siguiente relación beneficio costo

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{\$55,997}{\$ 5035}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 11.12$$

De esta manera se demuestra que por cada dólar invertido en la implementación de CAE para el caso simulado se tendrá un beneficio ya sea de ahorro o ingreso adicional de \$10.12, por lo que se dice que es económicamente factible.

II. EVALUACION DE BENEFICIOS NO ECONÓMICOS

A. BENEFICIO ORGANIZACIONAL

El desarrollo del PIFAD tiene un impacto directo en mejoramiento de algunos aspectos organizacionales, entre ellos el clima organizacional, representa una mejora en las condiciones de los empleados en el aspecto motivacional a ser incluido en decisiones importantes dentro de la empresa. Se presenta un cuadro comparativo entre el clima organizacional antes y después de la aplicación del PIFAD.

Sin PIFAD	Con PIFAD
Sentido de pertenencia	
Bajo sentido de pertenencia para los posibles candidatos a capacitar debido a que no están desempeñando o aprovechando los conocimientos previos sobre algunos aspectos de la Fabricación Digital. Se acentúa más con el hecho de que no realizan ninguna actividad que puedan considerar imprescindible dentro de la empresa.	Aumento considerable del sentido de la pertenencia debido a que se están aprovechando al máximo los conocimientos adquiridos con el PIFAD y aquellos conocimientos previos que ya poseía e personal instruido. Sus ideas son tomadas en cuenta para la toma de decisiones ya que intervienen en labores de diseño. En el nuevo rol que desempeñan pueden sentir como propios los éxitos de la empresa. Tomarlos en cuenta para ser sometidos a programas de formación da la pauta de que la empresa se preocupa por el desarrollo personal de cada uno de sus empleados.
Eficiencia y Productividad	
Los métodos tradicionales de fabricación implican el uso de cantidades considerables de recursos para sacar adelante los proyectos de la empresa, no únicamente el recurso monetario si no también el recurso tiempo, mano de obra, calidad de los productos, etc.	Se aumenta considerablemente la rapidez en el desarrollo de los proyectos de la empresa. La calidad de los mismos también se ve mejorada debido a los conocimientos especializados que el personal ahora posee..
Disminución de la Rotación	
La carencia de conocimientos específicos o especializados en una persona desemboca en la rotación constante de puestos de trabajo hasta que se encuentra el que mejor se acople a las habilidades particulares de cada persona, motivo de desmotivación para el personal al no tener un lugar establecido dentro de la empresa.	Se disminuye la rotación del personal debido a que se asignan tareas específicas en base a los conocimientos obtenidos con el desarrollo del PIFAD.
Compromiso con la Empresa	
Al no tener un lugar determinado dentro de la empresa, el trabajador no se siente parte de la misma, lo que lo hace propenso a ser reclutado por otra empresa que proporciones mejores oportunidades en cuanto a crecimiento económico y profesional.	El personal tiene el sentimiento de un compromiso con la empresa para desempeñar los roles que se le han confiado gracias a los conocimientos adquiridos. Se hace más fácil mantener al personal dentro de las filas de la empresa.

Tabla 30: Comparación de beneficio organizacional

B. BENEFICIO TECNOLÓGICO

Sin PIFAD	Con PIFAD
<ul style="list-style-type: none">• Pobre capacidad de respuesta ante las nuevas tendencias de fabricación.• Desaprovechamiento de nuevas oportunidades de negocios a través de los nuevos métodos de fabricación.• Pérdida de ventaja competitiva ante otras empresas con personal con conocimientos en nuevas tecnologías y su aplicación en los procesos de la empresa.	<ul style="list-style-type: none">• Respuesta rápida ante las innovaciones en materia de manufactura de productos.• Aprovechamiento de nuevos nichos de mercado y de latentes oportunidades de negocios que únicamente son accesibles para aquellas empresas que se encuentran a la vanguardia con sus procesos de manufactura.• Mejora considerable en la calidad de los productos.• Disminución de errores y reprocesos.

Tabla 31: Comparación de beneficio tecnológico

CAPITULO VI: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

El plan de implementación es la ejecución u/o puesta en marcha de una idea programada, ya sea, de una aplicación informática, un plan, modelo científico, diseño específico, estándar, algoritmo o política.

Es una herramienta útil para determinar la duración de la implementación de un proyecto, determinar cuáles son aquellas actividades que repercuten directamente en la duración de este.

I. ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO

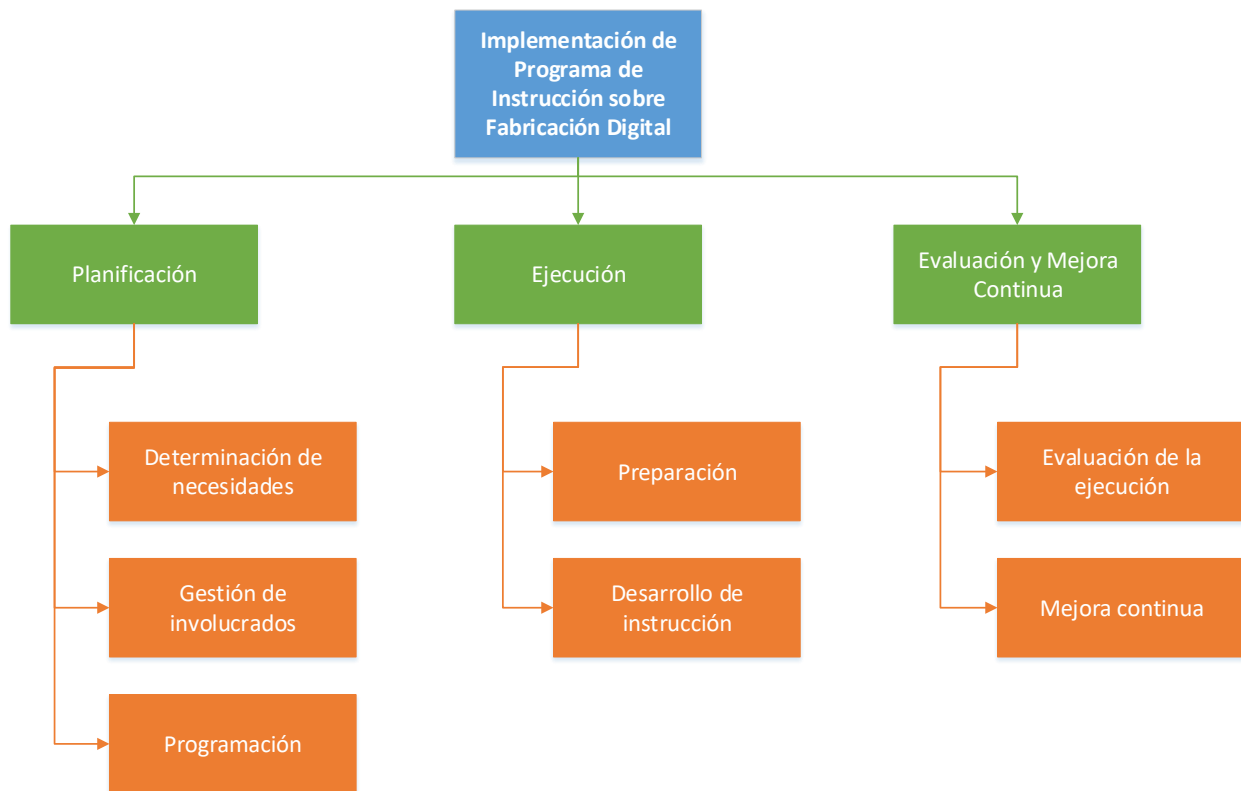


Ilustración 55: Estructura desglosada de trabajo

A. DESCRIPCIÓN DE ENTREGABLES Y PAQUETES DE TRABAJO

PLANIFICACIÓN

Comprende todas aquellas actividades que tienen como objetivo obtener todos los recursos necesarios para la ejecución del PIFAD: Formadores, equipo, espacio para la ejecución, recursos didácticos y recursos de control. Incluye los siguientes paquetes de trabajo:

- **Determinación de necesidades:** Se definen aquellos módulos de conocimiento que son necesarios o no desarrollar en base a los conocimientos previos que la empresa tiene sobre Fabricación Digital.

- **Gestión de Involucrados:** Comprende una evaluación del personal para determinar el personal que llena el perfil para ser sometido al PIFAD. Se realiza la evaluación y selección de las personas o entidades que desempeñaran el rol de instructores.
- **Programación:** Organizar los horarios y espacios disponibles en base a la conveniencia de los participantes y que interfiera de forma mínima en sus actividades laborales.

EJECUCIÓN

Es la esencia del PIFAD, es donde se informa al personal sobre el motivo y los objetivos que se pretenden lograr con el programa, de igual forma se ejecutan los módulos de instrucción necesarios que fueron determinados en la etapa de planificación.

- **Preparación:** Implica transmitir al personal involucrado en el PIFAD los objetivos de la ejecución, las horas, lugares y dinámica de desarrollo del programa. Implica preparar todos aquellos documentos de control para monitorear el desempeño tanto de los participantes como de los formadores.
- **Desarrollo de la instrucción:** Se ejecutan los módulos de instrucción, garantizando la máxima transmisión de conocimientos por parte del personal.

EVALUACIÓN Y MEJORA CONTINUA

Luego de la ejecución de los módulos de instrucción se procede a la evaluación y mejora continua que tiene por objetivo recolectar la información necesaria para determinar si se cumplieron los objetivos de aprendizaje o deben emplearse medidas correctivas.

- **Evaluación:** Mediante los instrumentos correspondientes se obtiene información del desarrollo de los módulos de instrucción para la elaboración de reportes que servirán de insumo para la aplicación de medidas correctivas.
- **Mejora Continua:** Analizando los reportes generados en la etapa de evaluación se estudian posibles oportunidades de mejora que pueden ser aplicadas en los módulos venideros y asegurar el máximo aprovechamiento de la instrucción. Al final del PIFAD se procede a elaborar el reporte final de ejecución.

B. DICCIONARIO DE EDT

Entregable	Nombre de la Tarea	Descripción
PLANIFICACIÓN	Investigación de necesidades	
	Solicitar información al gerente del PIFAD	Se solicita al Gerente del PIFAD sobre recursos que ya posee la empresa y que pueden ser utilizados para el desarrollo del programa.
	Preparar la información	El Gerente del PIFAD realiza la investigación solicitada y posteriormente se la facilita al líder del PIFAD.
	Analizar la información	El Líder del PIFAD compara los recursos disponibles con los necesarios y determina los requerimientos de recursos.
	Evaluar actividades	Con la ayuda del Checklist para determinación de actividades se evalúan aquellas actividades que ya se desarrollan dentro de la empresa
	Elaborar informe de necesidades	Evaluadas las actividades, el líder del PIFAD elabora un informe que contiene aquellas áreas de conocimiento que deben reforzarse mediante los módulos de instrucción.
	Gestión de involucrados	
	Determinar requerimientos de personal	Consiste en evaluar si el personal que ya labora en la empresa es suficiente para crear una unidad dedicada a la fabricación digital, de o ser suficiente se procede con la contratación de nuevo personal.
	Elaborar listado de personal a capacitar	Evaluado el personal y/o realizado la contratación de nuevo personal, se procede a elaborar el listado por módulo de personas a instruir.
	Evaluar y seleccionar instructores	Consiste en determinar si dentro de la empresa existe una persona.
	Programación del PIFAD	
	Verificar disponibilidad de fechas con los instructores	Se solicita a los instructores seleccionados la disponibilidad de horario y espacio ofertados para ser analizados por el líder del PIFAD.
	Verificar disponibilidad de recursos de la empresa	De ser necesario utilizar algún tipo de recurso que pueda ser proporcionado por la empresa, el líder del PIFAD verifica la disponibilidad de los mismos.
	Solicitar recursos de la empresa	Identificados los recursos disponibles de la empresa a utilizar

		para el desarrollo del PIFAD, se realiza la solicitud al líder.
	Elaborar cronograma de PIFAD	Se elabora una planificación en forma de cronograma para especificar el periodo que comprende la ejecución del PIFAD.
	Revisión de AMEF de ejecución	Auxiliándose del AMEF de ejecución se estudian aquellos posibles fallos que hayan presentado algún indicio de presentarse y corregirlos antes de la ejecución de PIFAD.
	Elaboración de plan de instrucción	Obtenidos los insumos necesarios como: los módulos a desarrollar, los recursos necesarios y la programación, se compilan y se crea el plan de instrucción, que será la guía para la ejecución del PIFAD
EJECUCIÓN	Preparación de la ejecución	
	Informar al personal a capacitar	El primer paso para la ejecución del PIFAD es la convocatoria del personal involucrado y de aquel que será sometido al programa. Se detallan los objetivos de aplicación del PIFAD, así como la asignación de módulos, horas y espacios en donde se desarrollará el programa.
	Preparar formatos de asistencia	El líder del PIFAD y el Gestor de procesos se encargan de obtener todos los formatos para el control de asistencia del personal a los módulos de instrucción.
	Preparar formatos de desempeño de instructores	El líder y el Gestor de Procesos se encargan de obtener los instrumentos necesarios para la recolección de información que posteriormente será utilizada para el análisis de desempeño de los instructores.
	Desarrollo de la instrucción	
	Ejecutar módulos de instrucción	Implica el desarrollo de los módulos de instrucción de la mano de los instructores y la participación del personal en formación.
	Verificar asistencia	El gestor de procesos del PIFAD verifica la asistencia a los módulos para garantizar que el 100% de los convocados participen del programa.

EVALUACIÓN Y MEJORA CONTINUA	Verificar desempeño de instructores	Mediante instrumentos predeterminados se realizan sondeos aleatorios a los participantes para recolectar una base de información que permita valorar el desempeño de los instructores.
	Evaluación de la ejecución	
	Completar la ficha de evaluación de módulo	En base a la información recolectada durante el desarrollo de los módulos de instrucción se llena la ficha para su posterior análisis.
	Evaluar al instructor	Utilizando la información descargada en la ficha de evaluación al instructor se evalúa si el desempeño es acorde a lo esperado.
	Evaluar incidentes	Se evalúan los incidentes (de haber ocurrido) contra los posibles contenidos en el AMEF
	Elaborar reporte de módulo	Se elabora un reporte de módulo con la evaluación del instructor, del módulo y de los incidentes ocurridos; servirá como insumo para la etapa de mejora continua.
	Mejora Continua	
	Analizar reporte de módulo	El líder y el gestor de procesos del PIFAD analizan el reporte de cada módulo y así determinar si todo se llevó a cabo según el plan de instrucción o es necesario aplicar medidas correctivas.
	Determinar oportunidades de mejora y acciones correctivas	Si es necesario mejorar algún aspecto del desarrollo de los módulos se plantean oportunidades de mejora a aplicar en el desarrollo de los módulos siguientes.
Elaborar reporte final de ejecución	Una vez hecha la corrida de todos los módulos se genera el reporte que contiene los resultados finales de la ejecución del PIFAD.	

Tabla 32: Diccionario de EDT

C. PRECEDENCIAS

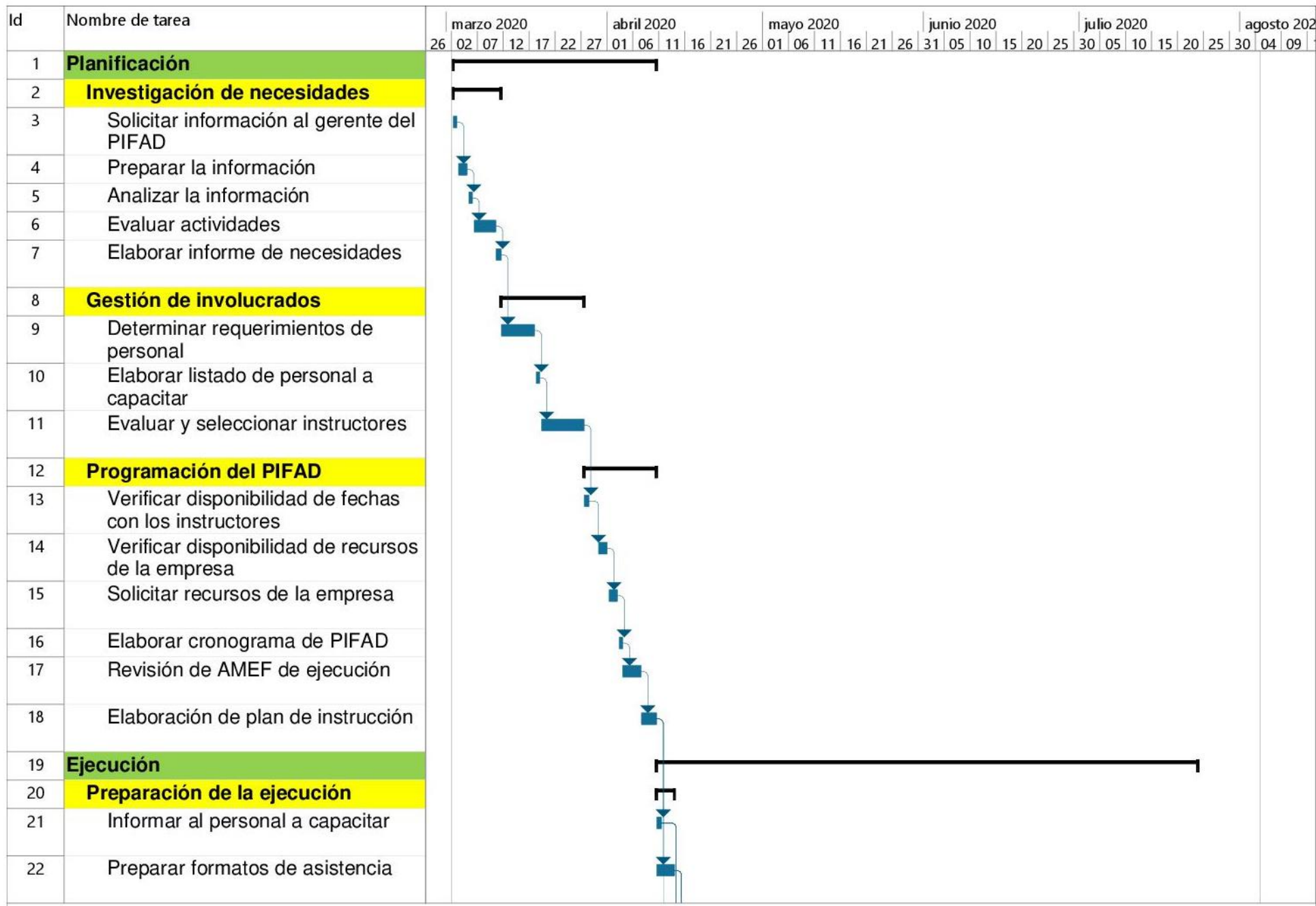
CÓDIGO	ACTIVIDAD	PRECEDENCIA
	Planificación	
	Investigación de necesidades	
A	Solicitar información al gerente del PIFAD	
B	Preparar la información	A
C	Analizar la información	B
D	Evaluar actividades	C
E	Elaborar informe de necesidades	D
	Gestión de involucrados	
F	Determinar requerimientos de personal	E
G	Elaborar listado de personal a capacitar	F
H	Evaluar y seleccionar instructores	G
	Programación del PIFAD	
I	Verificar disponibilidad de fechas con los instructores	H
J	Verificar disponibilidad de recursos de la empresa	I
K	Solicitar recursos de la empresa	H
L	Elaborar cronograma de PIFAD	K
M	Revisión de AMEF de ejecución	L
N	Elaboración de plan de instrucción	M
	Ejecución	
	Preparación de la ejecución	
O	Informar al personal a capacitar	N
P	Preparar formatos de asistencia	N
Q	Preparar formatos de desempeño de instructores	N
	Desarrollo de la instrucción	
R	Ejecutar módulos de instrucción	O, P, Q
S	Verificar asistencia	R
T	Verificar desempeño de instructores	R
	Evaluación y Mejora Continua	
	Evaluación de la ejecución	
U	Completar la ficha de evaluación de módulo	R
V	Evaluar al instructor	R

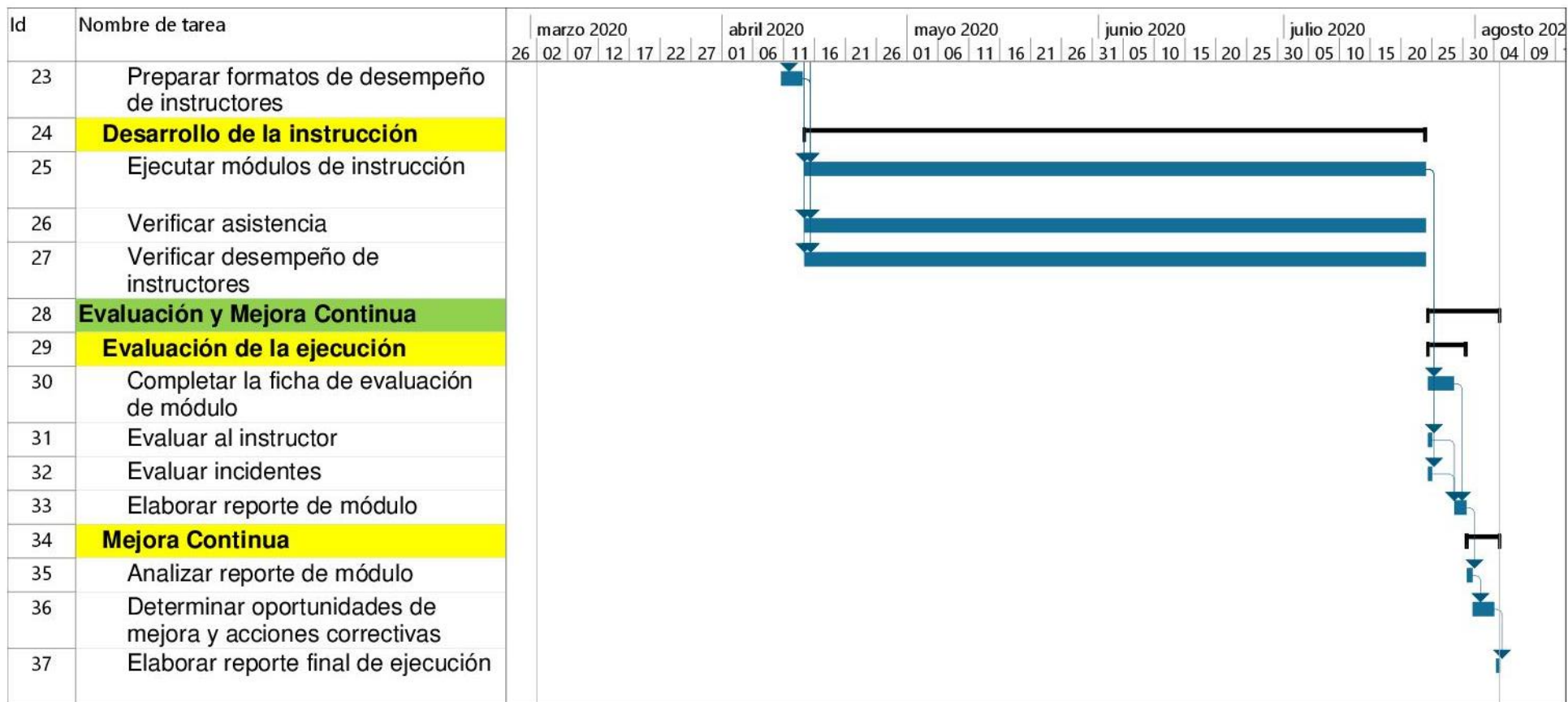
W	Evaluar incidentes	R
X	Elaborar reporte de módulo	U, V, W
	Mejora Continua	
Y	Analizar reporte de módulo	X
Z	Determinar oportunidades de mejora y acciones correctivas	Y
AA	Elaborar reporte final de ejecución	Z

Tabla 33: Tabla de precedencias

D. DIAGRAMA DE GANTT

Una herramienta que proporciona una visualización gráfica de la secuencia y duración de las actividades. Para la implementación del PIFAD, la duración es de **123 días laborales** equivalente a **6 meses** calendario.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

- La implementación de fabricación digital en una empresa del rubro de productos plásticos requiere de la identificación del área de oportunidad, la adquisición de maquinaria y equipo y la capacitación e instrucción del personal.
- Las empresas del rubro de productos plástico pueden obtener las siguientes ventajas competitivas con la fabricación digital:
 - o Disminución de costos, tiempo y aumento de precisión en la fabricación de prototipos.
 - o Disminución de costos y tiempo en la obtención de nuevos moldes y su posterior mantenimiento.
 - o Disminución de costos y tiempo en el desarrollo de nuevos productos.
- El Recurso Tecnológico necesario para la implementación de la fabricación digital en una empresa es:
 - o Maquinaria CNC (Tornos, Fresadora, impresora 3D)
 - o Equipo informático capaz de ejecutar programas de diseño CAD, CAE, CAM
 - o Software CAD, CAE y CAM
- La tecnología relacionada a la fabricación digital evoluciona constantemente a un ritmo superior al de las tecnologías tradicionales. La aplicación de este tipo de fabricación requiere una gestión del cambio tecnológico para evitar perder ventajas competitivas producto del atraso tecnológico.
- Las funciones a desempeñar por el personal de la empresa para la fabricación digital son:
 - o Gerenciar el proceso de fabricación digital, gestión del conocimiento y gestión del cambio tecnológico.
 - o Realizar Diseños en Software CAD acorde a las ideas, necesidades o requerimientos.
 - o Analizar Diseños CAD mediante Software de simulación.
 - o Diseño de la Manufactura del producto mediante Software CAM.
 - o Operar Maquinaria CNC
- La fabricación digital de moldes de inyección requiere, además de los conocimientos de CAD, CAE, CAM y Manufactura, conocimientos específicos de diseño y funcionamiento de moldes los cuales difícilmente pueden ser adquiridos por medio de una oferta académica debido a su baja demanda en general.
- La empresa piloto, consultada para la determinación de una línea base, experimentó un periodo de 3 años de proceso de inducción que comprendió capacitaciones y ensayos. El proceso de inducción no fue eficiente debido a la ausencia de un plan definido que

permitiera una ágil adquisición del conocimiento requerido para la aplicación de fabricación digital.

- La empresa piloto, como muchas otras del rubro, utiliza los cursos ofertados por INSAFORP para la capacitación de su personal respecto a fabricación digital, incluso después de haber superado el periodo de inducción. Los cursos ofertados por INSAFORP no siempre satisfacen las necesidades de capacitación de la empresa en su totalidad causando la necesidad de asistir a más de un curso relacionado al mismo tema. INSAFORP brinda la oportunidad a las empresas de solicitar cursos de conocimientos específicos requeridos y busca terceros que proporcionen el curso con los conocimientos solicitados.
 - La empresa piloto no posee un plan de contingencia que minimice el impacto que causaría la pérdida de talento humano involucrado con la fabricación digital a través de la gestión del conocimiento.
 - La fabricación digital en la empresa considerada como piloto se aplica en un 75% debido a que solo son aplicados 3 de los 4 pasos, siendo el CAE el paso que no se desarrolla en dicha empresa. Esta ausencia de CAE ocasiona atrasos en la fabricación de los moldes debido a que toda posible corrección se muestra en el producto terminado, obligando a realizar un reproceso, dichos defectos pueden ser detectados con el CAE y corregidos antes de proceder a la fabricación del molde.
 - El paso CAE es el paso más difícil de aplicar en la fabricación digital debido a la diversidad de análisis que pueden realizarse y que depende del producto, sus características y su funcionalidad. En la empresa piloto conocían uno de los softwares CAE más utilizados, Moldflow, pero desconocían de sus beneficios y aplicaciones. El personal no ha recibido capacitación alguna acerca de CAE en parte debido a que no lo consideran indispensable para la fabricación digital, siendo este el paso que mayor valor agregado puede brindar al proceso de fabricación y en parte a que la aplicación de CAE para moldes es un conocimiento especializado y que la oferta de instrucción es inexistente.
 - El PIFAD es económicamente factible debido a que para un horizonte de 5 años presenta:
 - VAN= \$46,647.15
 - TMAR: 16.85%
 - TIR: 109.65%
 - Beneficio/Costo= 6.71
- Todo esto siendo implementado en una empresa interesada en aplicar Fabricación Digital desde cero.

II. RECOMENDACIONES

- Para el correcto desarrollo del PIFAD se recomienda que la empresa disponga de la maquinaria necesaria para la realización de horas prácticas. De no ser posible se debe tener un externo que provea la oportunidad de acceder a prácticas con la maquinaria necesaria.
- Se recomienda poseer el equipo informático adecuado para la ejecución del software de diseño. De no ser posible se debe contar con una alternativa de acceso a dichos equipos.
- Se recomienda que las personas que formen parte del equipo de Gestión y Ejecución del PIFAD cuenten con nociones básicas de Fabricación Digital, con el motivo de que sean capaces de identificar posibles incongruencias entre los contenidos adecuados y los que no.
- Se recomienda hacer Benchmarking con empresas del sector que apliquen con éxito la fabricación digital, para trazar un camino a seguir en la formación del personal e identificar posibles áreas de oportunidad que permitan sacar el máximo provecho de los conocimientos que serán impartidos.
- Para las empresas que ya implementan la fabricación digital en sus procesos, se recomienda el uso del PIFAD para la adopción de software de diferentes proveedores que ofrezcan herramientas más enfocadas a sus necesidades específicas.
- Se recomienda que la implementación del programa no tenga una duración mayor a 6 meses para garantizar su factibilidad económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 330ohms. (17 de Enero de 2017). 330ohms. Obtenido de <https://blog.330ohms.com/2017/01/17/que-es-la-fabricacion-digital/>
- Aguñada, D. (2009). *ORGANIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS INSTRUCCIONALES PARA LA PREPARACIÓN TÉCNICA DEL PERSONAL EN TALLERES DE ENDEREZADO Y PINTURA AUTOMOTRICES*. San Salvador.
- Alfaro Loza, W. J., Alvarenga Rivera, K. M., & Trejos Ramírez, K. G. (Julio de 2018). *La Transformación Productiva de la Industria Manufacturera de El Salvador (1990-2015)*. San Salvador.
- Alphacam. (s.f.). *Etapas para un diseño CAD-CAM*.
- Asociación Salvadoreña de Industriales. (2018). Sector Plástico. *Ranking de Exportadores Industriales*, 288.
- BCR. (13 de marzo de 2009). Tòpicos Econòmicos. *El Rol de la Industria Manufacturera en los países en desarrollo: ¿Qué Rol debe jugar la Industria salvadoreña?*.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *Ingeniería Economica*. México DF: McGraw-Hill.
- Bu, R. C. (1995). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. México DF: LIMUSA.
- Camacho, J. F., Ramírez, M. M., & Pedraza, D. E. (2016). *Metodología de muestreo de poblaciones finitas*. México: Imaginaria Editores.
- Chango, M. (s.f.). *MariLas curvas de aprendizaje: Factor de éxito en la medición del desempeño laboral en la gestiónela Chango. Publicaciones científicas: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE*.
- ChileValora. (2010). *Mirada Comparativa sobre Métodos para Identificar Competencias Laborales*. Santiago.
- CONOCER. (2000). *Análisis Ocupacional y Funcional del Trabajo*. Madrid.
- Diaz, J. A. (2018). *Diseño de un molde de inyección de plásticos, con base en análisis de llenado, mediante herramientas computacionales CAD/CAM/CAE*. Bogotá.
- ESSS. (8 de Agosto de 2014). *Ingeniería Asistida por Computadora: ¿Qué es y como funciona?* Obtenido de <https://www.esss.co/blog/es/ingenieria-asistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/>
- Fab Lab Lima. (s.f.). *Fab Lab Lima*. Obtenido de <http://fab.pe/quienes-somos/>
- FIA LAB. (Julio de 2018). *Material de Apoyo, Módulo II, Curso de Fabricación Digital*. San Salvador.
- Fundación Telefónica. (2014). En *Fabricación digital: Nuevos modelos de enegocio y nuevas oportunidades para los emprendedores* (pág. 113). Madrid: Editorial Ariel.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México, D.F.: McGraw-Hill.

- Guevara, M. (s.f.). Formación y Capacitación del Personal.
- Guillén, M. d. (2012). Gestión del Cambio. En *La Gestión Empresarial*.
- INATEC-OIT. (1997). Metodología para la transformación curricular según los sistemas DACUM y SCID. Nicaragua.
- INSAFORP. (2001). *DACUM: Un método de análisis ocupacional*. San Salvador.
- INSAFORP. (2001). *UNA METODOLOGÍA DE DISEÑO CURRICULAR PARA PROGRAMAS DE FORMACIÓN PROFESIONAL POR COMPETENCIAS*. San Salvador.
- Larsen, H. (s.f.). *3D printing drops the tooling price for injection molding by 95 percent*. Obtenido de PLM GROUP: <https://plmgroup.eu/3d-printing-dops-the-tooling-price-for-injection-molding-by-95-percent/>
- Li Da Xu, E. L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*.
- Márquez, J. (s.f.). Introducción a los moldes de inyección.
- materialise. (s.f.). *Modelado por Deposición Fundida (FDM)*. Obtenido de materialise.com: <https://www.materialise.com/es/manufacturing/tecnologia-de-impresion-3d/modelado-por-deposicion-fundida>
- Mertens, L. (1998). Metodología AMOD para la construcción de un currículo de capacitación. Buenos Aires.
- Planes. (1 de Julio de 2017). *El mecanizado CNC en la industria del metal y el tubo*. Obtenido de Ferrosplanes.com: <https://ferrosplanes.com/mecanizado-cnc/>
- Robles, F. (2018). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/>
- Rojas Lazo, O., & Rojas Rojas, L. (2006). Diseño Asistido por Computador. *Diseño y Tecnología*.
- Rojas, R. (2017). La Gestión del Conocimiento basado en la Teoría de Nonaka y Takeuchi. *INNOVA Research Journal*.
- Sandoval, F. (2012). Gestión de perfiles de cargos laborales basados en competencias. *Revista Venezolana de Gerencia*.
- Universidad Sergio Arboleda. (s.f.). ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE LA CALIDAD. Bogotá.
- Ventura, V. (3 de diciembre de 2014). *Polaridad.es*. Obtenido de ¿Qué es G-Code?: <https://polaridad.es/que-es-g-code/>
- Wikipedia. (13 de abril de 2018). *Fabricación asistida por computadora*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Fabricaci%C3%B3n_asistida_por_computadora
- Zapata, J. (2018). *MODELO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO ORGANIZACIONAL EN EL MARCO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN UNA ORGANIZACIÓN SIN ANIMO DE LUCRO EN BOGOTÁ*. Bogotá.

Anexo 1: Afiche de promoción de los avances del CIDIM



**La Asociación Salvadoreña de Ingenieros
Mecánicos, Electricistas e Industriales .**

En Coordinación con el Centro de Innovación en Diseño Industrial
y Manufactura de la Universidad Don Bosco.
Tiene el agrado de invitarle a la conferencia:

Aplicaciones del escaneo 3D y la impresión 3D en la industria.

Lugar: Edificio FESIARA, Tercer Nivel
Fecha: Miércoles 3 de Julio
Hora: 6:00 PM. a 7:45 PM.
Entrada: Gratis, para público en general.



Ingeniero mecánico, con maestría en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos; docente investigador del Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura en la Universidad Don Bosco. Posee certificaciones en Manufactura Integrada por Computadora, Manufactura Digital y Prototipado Rápido. Participa en proyectos técnicos científicos con fondos de USAID, GIZ y red CYTED. Con experiencia y acreditación INSAFORP en mantenimiento industrial, prototipado, aeronáutica, formación profesional, diseño y fabricación de maquinaria

**Expositor: Mg. e Ing. Gilberto
Antonio Carrillo.**
Centro de Innovación en Diseño
Industrial y Manufactura, Universidad
Don Bosco

Contenido:

- Fundamentos del escaneo 3D
- Tratamiento de la nube de puntos
- Conexión con softwares CAD
- Salidas hacia CNC, corte láser, impresión 3D y otros.
- Experiencia de prototipado rápido en Alemania
- Experiencia de prototipado rápido en Chile
- Experiencia de prototipado rápido en Colombia
- Desafíos para la industria salvadoreña

Para mayor información:

 asimei@asimei.org.sv
 22262-0687 / 2262-3564



Anexo 2: Diseños innovadores en empresa Kontein



Anexo 3: Fotografía de visita a la empresa Kontein del Grupo Sigma



Anexo 4: Fotografías de maquinaria disponible en unidad CNC de Kontein



Ilustración 56: Escáner 3D propiedad de la empresa Kontein

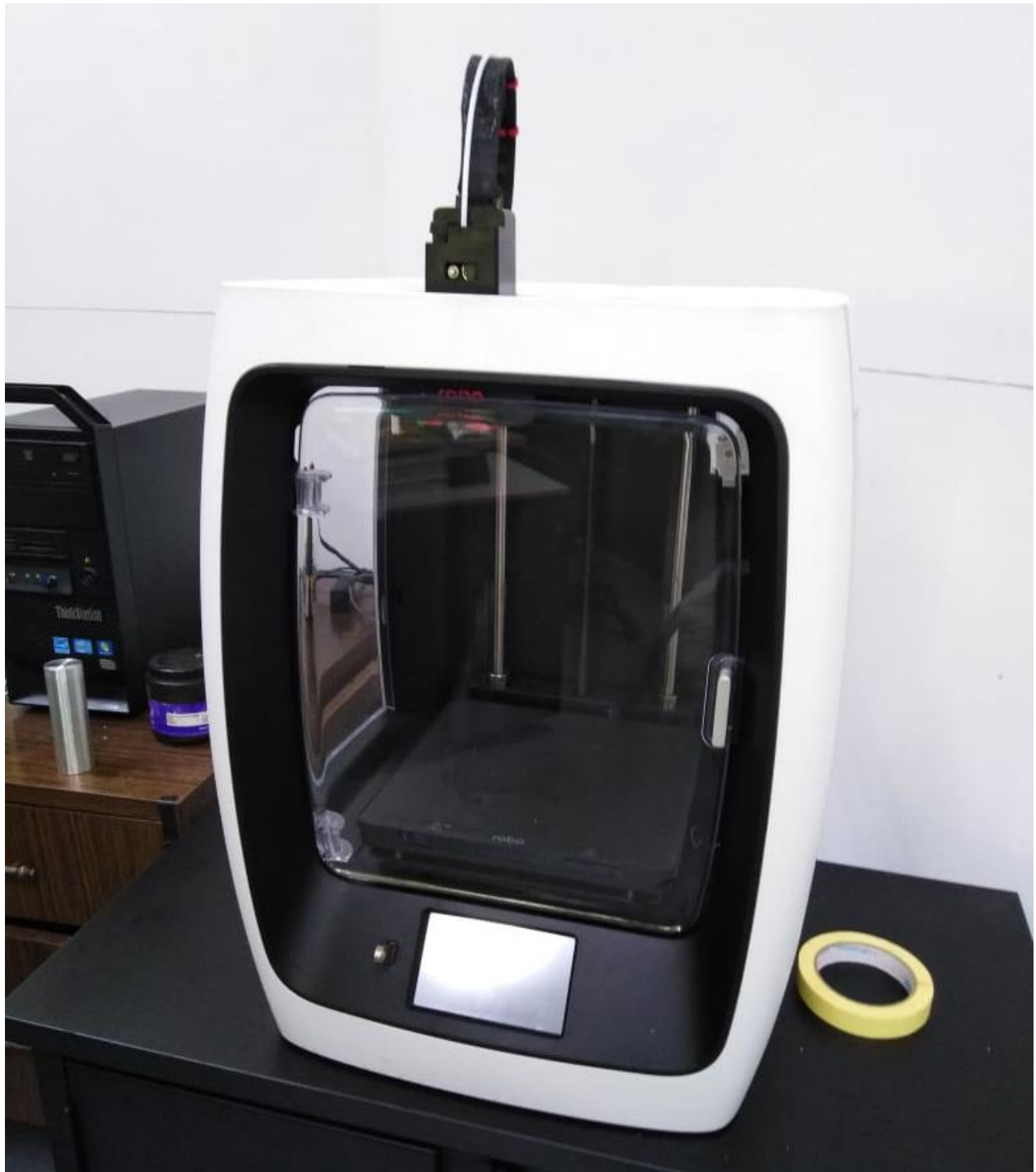


Ilustración 57: Impresora 3D propiedad de la empresa Kontein



Ilustración 58: Centro de maquinado CNC propiedad de la empresa Kontein



SOLIDWORKS PLASTICS

OBJETIVO

En empresas que diseñan piezas o moldes de inyección de plástico, el software SOLIDWORKS® Plastics ayuda a los usuarios a predecir y evitar defectos de fabricación durante las fases iniciales del diseño de piezas y moldes, lo que elimina el elevado coste de tener que volver a realizar los moldes y contribuye a mejorar la calidad de las piezas, así como a reducir el tiempo de comercialización.

DESCRIPCIÓN

SOLIDWORKS Plastics ofrece herramientas de simulación de ingeniería asistida por ordenador (Computer-Aided Engineering, CAE) que predicen cómo fluye el plástico fundido durante el proceso de moldeo por inyección, un método de fabricación utilizado para producir más del 80 por ciento de todos los productos plásticos. La capacidad de prever cómo fluirá el plástico permite predecir los defectos de fabricación. Al poder predecir estos defectos, los usuarios pueden cambiar la geometría del molde, las condiciones de procesamiento o el material plástico para eliminar o minimizar los potenciales defectos, ahorrar energía, recursos naturales, tiempo y dinero.

VENTAJAS

- Evite gastos inesperados: los productos de SOLIDWORKS Plastics se pueden utilizar para optimizar el espesor de la pared de la pieza, las ubicaciones de las entradas y el tamaño y el diseño de los sistemas de canales de colada para garantizar que el molde funcione correctamente a la primera y reducir o eliminar la necesidad de tener que repetirlo.
- Reduzca los defectos de fabricación y volumen de desechos: SOLIDWORKS Plastics facilita el análisis de las iteraciones de diseño en las etapas iniciales del desarrollo del producto, cuando el coste de los cambios es más bajo y el impacto en la viabilidad de fabricación es mayor. Esto mejora la calidad de las piezas y minimiza el volumen de desechos.
- Reduzca retrasos en el tiempo de comercialización: SOLIDWORKS Plastics ayuda a predecir y evitar posibles defectos de fabricación antes de la producción de cualquier herramienta de moldeo. De este modo, logra eliminar prácticamente la necesidad de repetir los moldes (una labor costosa que requiere mucho tiempo) y se garantiza el cumplimiento de los plazos del proyecto y las fechas de entrega sin salirse del presupuesto.
- Evite "islas de automatización" ineficientes: SOLIDWORKS Plastics ofrece herramientas de generación de informes automatizados que facilitan el intercambio y la interpretación de resultados de simulación y permite un mayor grado de colaboración entre los equipos de desarrollo en diferentes sitios.

CAPACIDADES

SOLIDWORKS PLASTICS STANDARD

SOLIDWORKS Plastics Standard es un software de moldeo por inyección de plástico fácil de usar que guía a los diseñadores de piezas durante el proceso de optimización de sus diseños, lo que mejora la calidad de las piezas y reduce el tiempo de comercialización.

SOLIDWORKS PLASTICS PROFESSIONAL

SOLIDWORKS Plastics Professional guía a los diseñadores y creadores de moldes a lo largo del proceso de optimización de sus diseños, lo que elimina la necesidad de repetir el costoso trabajo de creación de moldes.

SOLIDWORKS PLASTICS PREMIUM

SOLIDWORKS Plastics Premium guía a los diseñadores y fabricantes de moldes a lo largo del proceso de optimización de sus diseños, mediante el análisis de los diseños de línea de refrigeración del moldeo por inyección y la predicción de la deformación de la pieza moldeada. No todas las capacidades están disponibles en todos los paquetes o para todos los estudios.

SOPORTE DE DISEÑO DE SOLIDWORKS

- Archivos nativos de SOLIDWORKS
- Se asocia con la geometría de SOLIDWORKS
- Totalmente integrado en SOLIDWORKS 3D CAD

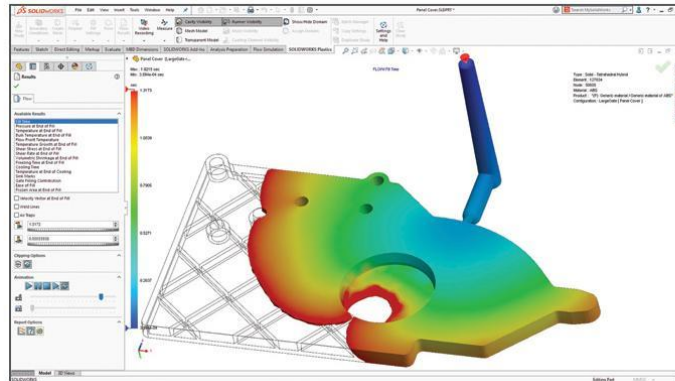
ANÁLISIS GENERAL Y MALLADO

- Generación automatizada de malla
- Creación de malla guiada y configuración del análisis
- Controles de refinamiento de mallado globales y locales
- Malla sólida 3D
- Malla de contorno (vaciado)



COMPATIBILIDAD CON GEOMETRÍA DE MOLDES

- Asistente de diseño de canales
- Bebederos y canales
- Canales calientes y fríos
- Moldes de varias cavidades
- Moldes compuestos
- Líneas de enfriamiento
- Deflectores y burbujas
- Canales de refrigeración conformal
- Inserciones de molde
- Categoría del dominio del canal



RESULTADOS (LISTA PARCIAL)

- Compatibilidad con eDrawings®
- Tiempo de llenado, facilidad de llenado, asesor de resultados
- Asesor de espesor nominal de pared
- Perfil de presión
- Perfiles de temperatura del molde y la pieza
- Tasa de cizallamiento
- Tiempo de refrigeración
- Líneas de soldadura, atrapamientos de aire, depresiones superficiales, perfiles de depresiones superficiales
- Fracción de capa fría
- Fuerza de cierre, duración del ciclo
- Contracción volumétrica
- Desplazamiento (deformación de piezas)
- Exportación a ABAQUS®, ANSYS®, Digimat®

BASE DE DATOS DE MATERIALES DE PLÁSTICO

- Amplias bases de datos de termoplásticos, materiales de moldes y refrigerantes
- Personalización de bases de datos de materiales

FUNCIONES DE SIMULACIÓN

- Fase de llenado
- Fase de empaquetado
- Análisis de refrigeración
- Predicción de deformación
- Ubicación/ubicaciones de entrada recomendada(s)

FUNCIONES DE SIMULACIÓN AVANZADAS

- Sobremoldeado de insertos de piezas
- Sobremoldeado de inyección múltiple
- Análisis de la orientación de las fibras
- Entradas de válvula
- Análisis de ventilación
- Inserciones de molde
- Moldeado por inyección asistido por gas
- Moldeado por coinyección
- Birrefrigencia
- Moldeado de inyección reactivo
- Análisis de refrigeración conformal
- Análisis de deformación

COMPATIBILIDAD DE IDIOMAS

- Checo
- Inglés
- Francés
- Alemán
- Italiano
- Japonés
- Coreano
- Polaco
- Portugués
- Ruso
- Chino simplificado
- Español
- Chino tradicional
- Turco

La plataforma 3DEXPERIENCE® impulsa nuestras aplicaciones y ofrece un extenso portfolio de experiencias que dan solución a 11 industrias diferentes.

Dassault Systèmes, la compañía de 3DEXPERIENCE®, suministra a empresas y usuarios universos virtuales en los que pueden dar rienda suelta a su imaginación para crear diseños innovadores y sostenibles. Sus soluciones, líderes mundiales, transforman las fases de diseño, producción y asistencia de todo tipo de productos. Las soluciones de colaboración de Dassault Systèmes fomentan la innovación social, lo que amplía las posibilidades de que el mundo virtual mejore el mundo real. El grupo aporta un gran valor a más de 250 000 clientes de todos los tamaños y sectores en más de 140 países. Si desea obtener más información, visite www.3ds.com/es.



Europa/Oriente Medio/África
Dassault Systèmes
10, rue Marcel Dassault
CS 40501
78946 Vélizy-Villacoublay
Cedex
France

América
Dassault Systèmes
175 Wyman Street
Waltham, MA, 02451 EE. UU.

Dassault Systèmes
España S.L.
+34-902-147-741
infospain@solidworks.com

©2019 Dassault Systèmes. Todos los derechos reservados. 3DEXPERIENCE®, el nombre de Compañía, el logotipo de 3DS, CATIA®, SOLIDWORKS®, 3DIA®, ENOVIA®, DOLYD®, NETVUES®, CENTRICAD®, 3DADAPTIC®, SIMULIA®, DELMIA® y PAVE® son marcas comerciales o marcas de Dassault Systèmes o sus filiales con licencia en otros países. El resto de marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios. El uso de cualquier

Anexo 6: Proceso de autorización de ejecución de cursos cerrados de formación continua.

	PROCESO AUTORIZACIÓN EJECUCIÓN DE CURSOS CERRADOS FORMACIÓN CONTINUA (LIBRE GESTIÓN)	VERSIÓN: 01 FV: FUR:
---	---	----------------------------

1. OBJETIVO:

Describir las actividades y niveles de autorización para el arranque en la ejecución de los cursos cerrados, en el área de Formación Cotinua a través de la contratación de Libre Gestión.

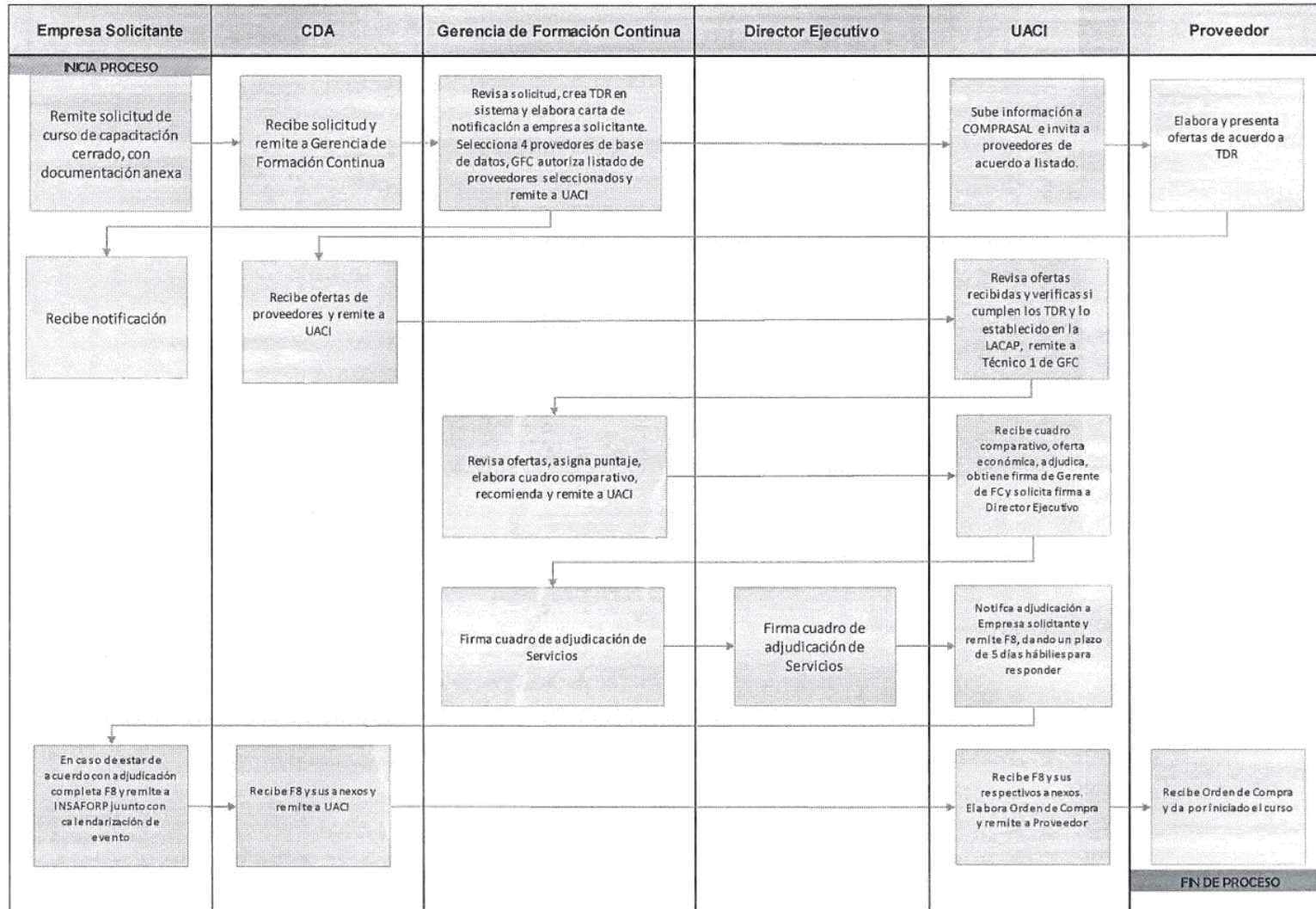
2. ALCANCE DE APLICACIÓN:


El presente procedimiento aplica desde el momento en que la empresa interesada emite una solicitud dirigida a INSAFORP para llevar a cabo un curso de capacitación cerrada y finaliza cuando el proveedor recibe la Orden de Compra e inicia el evento de formación.

3. OTROS DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

N/A

4. DIAGRAMA DE BLOQUES:




	PROCESO AUTORIZACIÓN EJECUCIÓN DE CURSOS CERRADOS FORMACIÓN CONTINUA (LIBRE GESTIÓN)	VERSIÓN: 01 FV: FUR:
---	---	----------------------------

5. ACTIVIDADES DEL PROCESO:

5.1 Autorización de ejecución de cursos abiertos:

Nro.	Responsable	Actividad	Evidencia
1	Empresa Solicitante	Emite solicitud a INSAFORP solicitando un tema determinado, con el formulario y los anexos requeridos.	Formulario Solicitud de Eventos cerrados Libre Gestión y sus anexos
2	CDA	Recibe Solicitud de empresa y remite a Gerencia de Formación Continua al técnico asignado de acuerdo a la modalidad que le corresponde la supervisión	Formulario Solicitud de Eventos cerrados Libre Gestión y sus anexos
3	Técnico 1	Revisión de los temas y contenidos, revisa el número de horas, el grupo objetivo al que va dirigido.	Formulario Solicitud de Eventos cerrados Libre Gestión y sus anexos
4	Técnico 1	Revisa el Catálogo de áreas y Sub áreas y hace el análisis para hace el equivalente entre Familias y Sub familias, codifica un número de solicitud del evento, digita en el Sistema, verifica si existe disponibilidad presupuestaria (el sistema lo determina de forma automática)	Formulario Solicitud de Eventos cerrados Libre Gestión y sus anexo TDR
5	Técnico 1	Diseña el TDR que contiene: tema, contenido, cantidad de grupo, lugar de ejecución, código asignado y área referente.	TDR
6	Técnico 1	Guarda en carpeta llamada TDR que queda compartida con UACI (digital), se imprime TDR y archiva en carpeta física.	TDR en formato pdf
7	Técnico 1	Elabora carta de notificación en la que comunica la aprobación de la solicitud y la remite vía correo electrónico a la empresa solicitante.	Correo electrónico Carta de notificación
8	Técnico 1	Imprime lista desde sistema proveedores que pueden dar la capacitación solicitada de acuerdo al código que se asignó en la solicitud.	Lista de Proveedores
9	Técnico 1	Se seleccionan 4 posibles proveedores, no existe criterio de selección. Remite a Gerente de Formación Continua para autorización.	Lista de Proveedores

10	Gerente de Formación Continua	Autoriza proveedores seleccionados	Lista de Proveedores
11	Técnico 1	Se remite a UACI listado de proveedores	Lista de Proveedores
12	UACI	Sube información a COMPRASAL y realiza la invitación a proveedores detallados en el listado vía correo electrónico, brindando una semana para presentar ofertas.	TDR en formato pdf correo electrónico
13	Proveedor	Presenta oferta técnica y económica en ventanilla de CDA	Oferta técnica y económica
14	CDA	Recibe oferta técnica y económica y remite a la UACI	Oferta técnica y económica
15	UACI	Una vez vencido el plazo de presentación de ofertas, verifica las ofertas ingresadas y si cumple de acuerdo a criterios de LACAP (montos y número de ofertas) remite a Técnico 1 de GFC.	Oferta técnica y económica
16	Técnico 1	Recibe y analiza la información contenida en la Oferta Técnica, utilizando formato en Excel que detalla puntaje de acuerdo a los criterios y lista de verificación previa de facilitadores, y asigna el puntaje correspondiente. Si se obtiene el puntaje de mayor o igual a 70 puntos se hace una selección del proveedor.	*Oferta técnica y económica *Lista de Puntaje de Facilitadores (digital Excel) *Cuadro comparativo de evaluación de ofertas de TDR
17	Técnico 1	Recomienda a UACI la evaluación y notifica quienes cumplieron con el proceso y quienes no lo hicieron y quedan descalificados. Remite el expediente y Cuadro comparativo de evaluación de ofertas TDR	*Oferta técnica y económica *Lista de Puntaje de Facilitadores (digital Excel) *Cuadro comparativo de evaluación de ofertas de TDR
18	UACI	Recibe el expediente y cuadro comparativo de evaluación de ofertas TDR y analiza respecto a oferta económica y adjudica.	Cuadro de adjudicación de servicio
19	UACI	Obtiene firma por parte de Gerente de Formación Continua en Cuadro de adjudicación de servicio	Cuadro de adjudicación de servicio
20	Gerente de Formación Continua y Técnico 1	Revisa y firma cuadro de adjudicación de Servicio	Cuadro de adjudicación de servicio
21	Director Ejecutivo	Firma Cuadro de Adjudicación de Servicio	Cuadro de adjudicación de servicio

	PROCESO AUTORIZACIÓN EJECUCIÓN DE CURSOS CERRADOS FORMACIÓN CONTINUA (LIBRE GESTIÓN)	VERSIÓN: 01 FV: FUR:
---	---	---

22	UACI	Remite a la Empresa Solicitante la adjudicación y formulario F8 y notifica el plazo de 5 días para responder.	Formulario F8 Correo electrónico
23	Empresa Solicitante	Si está de acuerdo con el proveedor seleccionado, completa la información del formulario F8 donde se detalla la calendarización del evento y remite a INSAFORP	Formulario F8
24	CDA	Recibe formulario F8 y remite a UACI	Formulario F8
25	UACI	Recibe formulario F8 y elabora la orden de Compra y remite a Proveedor	Formulario F8 Orden de compra
26	Proveedor	Da por iniciado el evento una vez recibe la Orden de Compra.	Orden de Compra

5.2 Autorización o denegación de cambios en los cursos de formación

Nro.	Responsable	Actividad	Evidencia
1	Proveedor	Ingresa en el Modulo solicitud de cambio, el cuál puede responder a las siguientes condiciones: Cambio de Hora de inicio y/o finalización del evento Cambio de Fecha de inicio y/o finalización del evento Cambio de lugar en el que se impartirá la capacitación Cambio de facilitador Suspensión del evento	Solicitud de cambio en el módulo
2	Técnico 1	Monitorea constantemente el módulo para verificar la existencia de solicitudes de cambio, una vez identificada, analiza la solicitud y causa del cambio. Si el proveedor ha realizado la solicitud con un mínimo de 24 horas de antelación el cambio es autorizado. En los casos en los que se solicita suspensión y el proveedor desea que el evento se lleve a cabo, repite el ciclo para autorización de inicio del mismo. En caso que el proveedor ejecute el evento sin antes haber sido autorizado el cambio, el evento no será pagado.	Solicitud de cambio en el módulo



**PROCESO AUTORIZACIÓN EJECUCIÓN DE CURSOS
CERRADOS FORMACIÓN CONTINUA
(LIBRE GESTIÓN)**

VERSIÓN: 01
FV:
FUR:

3	Proveedor	Identifica en el módulo si el cambio ha sido aprobado y ejecuta las acciones de acuerdo a las autorizaciones brindadas por la Gerencia de Formación.	
---	-----------	--	--

6. FORMULARIOS O EVIDENCIAS:

7. MODIFICACIONES DEL DOCUMENTO:

VERSIÓN	Modificaciones	FUR

Anexo 7: Solicitud de capacitación para cursos cerrados.



LICITACION PUBLICA 01/2017
SOLICITUD DE APOYO PARA CAPACITACION
CURSOS CERRADOS

I. DATOS GENERALES

FECHA DE ELABORACION

--	--	--

NOMBRE DE LA EMPRESA(Razón Social)

SIGLAS

--	--

N.I.T. DE LA EMPRESA

--	--	--	--	--

TELÉFONO

FAX

e - mail

--

--

--

ACTIVIDAD ECONÓMICA (De acuerdo a clasificación ISSS)

--

TAMAÑO DE EMPRESA (De acuerdo al número de trabajadores)

Micro (9 ó menos)

Mediana (50 a 99)

Pequeña (10 a 49)

Grande (100 ó más)

Monto aportación mensual al INSAFORP

\$

(Anexar fotocopia del comprobante de pago al ISSS donde se refleja la cotización al INSAFORP del mes recién pasado)

Nombre del Responsable de la Capacitación dentro de la empresa:

--	--	--

1er apellido

2do. Apellido

Nombres

II. SOBRE LA CAPACITACION SOLICITADA

NOMBRE DE LA CAPACITACION:

--

LA CAPACITACION ESTA RELACIONADA CON:

Actividad indirecta o Soporte al giro del negocio

Actividad principal o Directa al giro del negocio

AREA EN LA QUE SE CLASIFICA LA CAPACITACION (elijá una)

AREA DE LA CAPACITACION SOLICITADA (Elija Una)

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> ▼ </div>
--

Fecha de Recepción en INSAFORP:

--

RESERVADO PARA EL INSAFORP

No. de solicitud de la empresa

--

ASPECTOS GENERALES

1. La solicitud se enmarca en el contexto de la Formación Profesional SI NO

2. El grupo meta está formado por trabajadores activos de la empresa SI NO

3. La empresa está solvente con la entrega de documentos para pago de proveedores de eventos anteriores SI NO

4. Aportación anual estimada al INSAFORP

\$

5. Monto de apoyo a capacitaciones de la empresa en el año en curso

\$

6. La empresa ha colaborado con INSAFORP para evaluar el impacto de las capacitaciones SI NO

7. La empresa se compromete a:

a) Cumplir con el seguimiento de la capacitación SI NO

b) Efectuar evaluación de impacto. SI NO

c) Mostrar evidencias cuando el INSAFORP lo Requiera SI NO

CRITERIOS DE ANÁLISIS DE LA CAPACITACION SOLICITADA

1. La capacitación es pertinente con la actividad económica de la empresa SI NO

2. La capacitación contribuye a:

a) Mejorar la competitividad de la empresa

b) Mejorar la productividad de la empresa

c) Fomentar la atracción de inversiones

d) La promoción de exportaciones

e) Los Tratados de Libre Comercio

f) Un proyecto estratégico

g) Promoción de empleo

DISTRIBUCIÓN DE PARTICIPANTES

No. Del Grupo	Nivel de los Participantes										Total por Sexo		Total	
	Gerentes o Directores		Mandos Medios Administ		Personal técnico		Personal Administ		Personal Operativo		F	M		
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M				

Nota: Anexar listado con los nombres y cargos de los participantes (GFC - ANEXO 2)

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA CAPACITACION SOLICITADA VINCULADA CON MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y/O COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA:

a) Explicar el origen de la solicitud(la problemática a resolver vinculado a la productividad)

b) Explicar cómo se fortalecerán las competencias laborales requeridas de los participantes propuestos

c) Explicar cómo se aplicarán en sus puestos de trabajo las competencias laborales requeridas de los participantes propuestos

Nota: no procede la justificación si no completa los tres literales anteriores.

CUENTA LA EMPRESA CON UN PLAN DE CAPACITACION

Si No

ORIGEN DE LA SOLICITUD:

Incluida en un plan de capacitación de la empresa:

Si No Acción Correctiva, generada a partir de un Diagnóstico Si No

DESCRIBA EL IMPACTO (RESULTADOS) DE LA CAPACITACION EN LA PRODUCTIVIDAD / RENTABILIDAD DE LA EMPRESA

RESULTADOS	PLAZO

3. Área de incidencia de la capacitación solicitada(Marcar solo una)

* Área administrativa

Complementación

Actualización

Especialización

* Área técnica

Complementación

Actualización

Especialización

* Transversal

4. La capacitación es pertinente con el puesto, funciones o responsabilidades de los participantes (según listado anexo) SI NO

5. La justificación técnica:

a) Explica el origen de lo solicitado SI NO

b) Indica como se fortalecerán las competencias laborales de los participantes propuestos. SI NO

c) Es coherente con el grupo meta SI NO

d) Es coherente con los objetivos y los contenidos propuestos SI NO

6. Describe el impacto (resultados) a obtener y el plazo SI NO

Anexos: Fotocopia último recibo ISSS de la empresa y fotocopia de planilla de los participantes.

III. CONTROL Y MONITOREO DE LA CAPACITACION

DESCRIBA EL TIPO DE MONITOREO QUE EFECTUARÁ A LA CAPACITACION

a) Durante la ejecución de la capacitación:

b) Al final(Evaluación de Reacción):

c) Posterior a la capacitación:(en los puestos de trabajo):

CONTROL Y MONITOREO

1. El control y monitoreo a aplicar a la capacitación permitirá verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de la solicitud, posterior a la capacitación, en los puestos de trabajo. SI NO

1. La Empresa se compromete a proporcionar los aspectos logísticos de la capacitación(local, alimentación, otros) SI NO

2. La solicitud está firmada por la Gerencia General o Superior de la Empresa SI NO

IV. LUGAR Y FECHA TENTATIVA DE REALIZACIÓN DE LA CAPACITACION

Fecha tentativa de inicio

Fecha tentativa de finalización

DURACIÓN DE CADA GRUPO Horas

HORARIO TENTATIVO:

PROPUESTA DE LA

GERENCIA DE FORMACION CONTINUA

ESTA GERENCIA PROPONE:

Apoyar la capacitación SI NO

No. grupos solicitados

No. grupos que se recomienda apoyar

UBICACIÓN DE LA CAPACITACION

Departamento y Municipio donde se realizará la capacitación

Lugar y dirección tentativa donde se realizará la capacitación

FIRMA

Otras observaciones:

V. NOMBRE, CARGO Y FIRMA DEL GERENTE GENERAL O SUPERIOR DE LA EMPRESA.

NOMBRE DEL GERENTE GENERAL O SUPERIOR DE LA EMPRESA.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1er apellido	2do. Apellido	Nombres

CARGO

FIRMA

Sello