 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

CITANTE						
John Mario Osorio Trujillo – Jefe Departamento de Calidad y Producción						
Citación a Reunión de			Acta No.	Carácter de la Reunión		
Comité curricular Ingeniería de Producción			2	Ordinaria	X	Extraordinaria
Fecha de Reunión			Lugar de Reunión		Hora inicio	Hora final
Día	Mes	Año				
14	03	2024	Presencial		1:30: p.m.	3:30 pm
ORDEN DEL DÍA						
1. Verificación del quorum 2. Lectura y aprobación del orden del día 3. Aprobación del acta # 1 4. Informe de coordinación de área a cargo de la profesora Nelcy Suarez L 5. Presentación guías de Estudio para el área de Manufactura 6. Presentación de microcurrículos Sistemas Logísticos I, II, Procesos de Manufactura III, Negocios Internacionales 7. Proposiciones y Varios 8. Compromisos						

DESARROLLO Y DECISIONES
1. Verificación de quorum Asistentes: John Mario Osorio Trujillo, presidente Comité Curricular Nelcy Suarez Landazabal Representante de los docentes comité curricular de Ingeniería de Producción Yaneth Patricia Valencia Terreros, jefe departamento académico y secretaria Comité Curricular Invitados: Danna Briyith Arango Ramos Representante de los estudiantes ante el comité curricular de Tecnología en Sistemas de Producción Enrique Quiceno Rua- Docente Jose Adrian Tamayo- Docente Cristian Giovanni Gomez Marin- Docente Jorge Isaac Pemberthy Ruiz Docente Maria Alejandra Rendon Montoya, Auxiliar Administrativa 2. Aprobación del orden del día Sometido a consideración de los miembros del comité, el orden del día fue aprobado con modificaciones.

3. Aprobación del acta # 1

Los representantes del comité curricular aprueban el acta nº 1 realizada el 29 febrero del 2024, se indica por parte de la representante de los docentes tener en cuenta el compromiso de la última reunión para buscar que las actas del comité y sus anexos estén disponibles en un sitio público.

4. Informe de coordinación de área a cargo de la profesora Nelcy Suarez

La profesora da informe de los docentes coordinados y destaca la colaboración y disposición del docente **Johnatan Castro Gómez** quien ha mostrado compromiso y responsabilidad en su labor destaca su completa preparación.

5. Presentación guías de Estudio para el área de Manufactura

La profesora Libia Baena solicita al jefe de departamento que las guías enviadas mediante correo electrónico en fecha el 7 de marzo sean presentadas ante a los comités curriculares de los programas de Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción por lo que este material impacta las asignaturas del área de manufactura.

Si bien el jefe de departamento tiene la competencia para otorgar el aval de las guías, por tratarse de un tema que no es de su experticia informa que recurrió a dos pares docentes internos del área en cuestión para que emitan un concepto técnico sobre el soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores, la coherencia y pertinencia temática con las asignaturas del programa y el apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema, tal como lo indica el estatuto docente. Adicionalmente presenta las guías y los conceptos de los pares.

La representante de los docentes Nelcy Suarez Landazabal manifiesta su preocupación por que las guías se están presentando para ascenso al escalafón y ese no es el objetivo de este material; manifiesta que las guías son documentos académicos, didácticos, prácticos para los laboratorios, pero se están tomando como una necesidad de la profesora para escalafonarse debido a que hay una fecha límite para presentarlas.

La jefe del departamento académico manifestó que independientemente de que las guías sean recomendadas para ser aprobadas por el Consejo de Facultad la solicitud de la docente debe ser atendida por cuanto es un derecho que ella tiene independientemente de la finalidad.

Los profesores realizaron observaciones a las guías y dado que en este caso el jefe de departamento estableció este proceder, la docente Libia Baena debe de realizar los ajustes sugeridos por los profesores y volver a presentar las guías en el comité curricular.

6. Presentación de microcurrículos Sistemas Logísticos I, II, Procesos de Manufactura III, Negocios Internacionales

Los docentes Enrique Quiceno, Jose Adrian Tamayo y Jorge Pemberthy socializan los micros Sistemas Logísticos I, II, Procesos de Manufactura III

La representante Nelcy Suarez informa que reviso los microcurrículos y la única observación que realiza es que la evaluación es muy puntual y que esto amarra mucho a un docente con la estructura, con respecto al contenido se siente impedida porque no conoce del tema, pero está claro que es pertinente porque los docentes que lo diseñaron conocen del este.

El docente Jose Adrian Tamayo expresa que las evaluaciones se ajustaron muy puntal por el contenido que requiere de varias prácticas y no se puede dejar muy abierto; informa que los microcurrículos están articulados con las guías de estudio que se vienen desarrollando por parte de otros docentes.

El docente Jorge Pemberthy informa que el formato de evaluación se tomó como una recomendación, pero de igual forma sigue existiendo autonomía para el docente que dicte la asignatura.

La profesora Nelcy Suarez indica que el microcurrículo de Negocios Internacionales fue elaborado con apoyo del profesor Johnatan Castro Gomez quien atendió todas las recomendaciones para el ajuste microcurricular. Destacó el compromiso, responsabilidad y calidad del docente en la elaboración del microcurrículo.


Los micros quedan aprobados por los representantes del comité curricular.

Proposiciones y Varios

La docente Nelcy Suarez informa que presentó un informe de la situación del programa de Ingeniería de Producción al Vicerrector de Docencia y la Vicerrectora General, de igual forma indica que el jefe John Mario Osorio y la docente Ekaterina Castañeda presentaron otro informe con la misma finalidad. Solicita que el Consejo de Facultad analice ambos informes y que validen la información.

7. Compromisos


ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	FECHA COMPROMISO
El jefe de departamento de calidad y producción y la profesora Nelcy Suárez Landazábal deben enviar las presentaciones sobre la situación del Programa de Ingeniería de Producción.	Jefe de departamento calidad y producción y docente Nelcy Suárez Landazábal	15 de marzo
El jefe de departamento de calidad y producción se compromete a socializar con la docente Libia Baena los ajustes y observaciones que indican los pares con respecto a las guías que diseñó.	Jefe departamento calidad y producción	

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

Indagar sobre la posibilidad de habilitar en el micrositio de la Facultad un espacio para publicar las actas de los comités curriculares con los respectivos soportes, solicitud realizada desde el 29 de febrero de 2024.

Jefe departamento
académico

Siendo las 3:30 p.m. del día 14 de marzo de 2024 y agotado el orden del día se da por terminada la sesión de comité curricular.




John Mario Osorio Trujillo
Presidente comité curricular



Yaneth Patricia Valencia Terreros
Secretaria Comité Curricular

Original: Dependencia que ejerce Secretaría de Comité

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

CITANTE						
John Mario Osorio Trujillo – Jefe Departamento de Calidad y Producción						
Citación a Reunión de			Acta No.	Carácter de la Reunión		
Comité curricular Ingeniería de Producción			1	Ordinaria	X	Extraordinaria
Fecha de Reunión			Lugar de Reunión		Hora inicio	Hora final
Día	Mes	Año				
29	02	2024	Presencial		1:30: p.m.	3:30 pm
ORDEN DEL DÍA						
1. Verificación del quorum 2. Lectura y aprobación del orden del día 3. Aprobación del acta # 4 y 5 4. Posesión Representante Estudiante DANNA BRIYITH ARAGÓN RAMOS al comité curricular Tecnología Sistemas de Producción 5. Casos de Docentes 6. Presentación y aprobación línea de optativas Automatización (Optativa I “Control Lógico Programable PLC”, Optativa II “Integración y Aplicación de Tecnologías de Automatización y Control en Sistemas de Producción”, Optativa III “Control Avanzado”, Optativa IV “Control no Convencional” 7. Proposiciones y Varios 8. Compromisos						

DESARROLLO Y DECISIONES
1. Verificación de quorum Asistentes: John Mario Osorio Trujillo, presidente Comité Curricular y secretario Ad hoc Nelcy Suarez Landazabal Representante de los docentes comité curricular de Ingeniería de Producción Invitados: Carlos Mario Rodriguez Ledesma - docente Juan Carlos Posada Correa - docente Maria Alejandra Rendon Montoya, Auxiliar Administrativa Ausente: Yaneth Patricia Valencia Terreros, jefe departamento académico y secretaria Comité Curricular 2. Aprobación del orden del día Sometido a consideración de los miembros del comité, se retira el punto de posesión de la representante de los estudiantes dado que ella manifestó. El nuevo orden del día es el siguiente: 1. Verificación del quorum 2. Lectura y aprobación del orden del día 3. Aprobación del acta # 4 y 5 4. Casos de Docentes

5. Presentación y aprobación línea de optativas Automatización (**Optativa I** “Control Lógico Programable PLC”, **Optativa II** “Integración y Aplicación de Tecnologías de Automatización y Control en Sistemas de Producción”, **Optativa III** “Control Avanzado”, **Optativa IV** “Control no Convencional”
6. Propositiones y Varios
7. Compromisos

La docente Nelcy se propone como representante Ad Hoc al comité curricular de Tecnología en Sistemas de Producción. Se aprueba la propuesta.

3. Aprobación del acta # 4 y 5

Se ponen a consideración las actas 4 y 5 de 2023. Se aprueban por parte de los asistentes.

4. Casos de Docentes

La docente Nelcy informa que está a cargo de varios cursos como coordinadora de área y que se vienen presentando varias situaciones con los docentes:

Marco Giraldo: El profesor no se apoya en la coordinación. Los compromisos evidencian que no fueron incorporados los lineamientos indicados desde la coordinación de área. No se han incorporado los formatos de presentaciones institucionales más recientes en el material de las clases.

Walter Ramirez: Está descontextualizado en términos de apoyos didácticos con respeto a lo que es dictar la asignatura, no modifica las diapositivas, no está en el formato institucional más reciente. No está haciendo uso del TEAMS.

Johnatan Castro: ha sido difícil la comunicación con él a través de correos o llamada telefónica, no ha entregado el compromiso académico.

El jefe de programa se compromete hablar con los docentes para conocer de las situaciones mencionadas e invitarlos a realizar los ajustes solicitados por la coordinadora de área.

5. Presentación y aprobación línea de optativas Automatización (**Optativa I** “Control Lógico Programable PLC”, **Optativa II** “Integración y Aplicación de Tecnologías de Automatización y Control en Sistemas de Producción”, **Optativa III** “Control Avanzado”, **Optativa IV** “Control no Convencional”

Los docentes Juan Carlos Posada y Carlos Mario Rodriguez socializan los micros **Optativa I** “Control Lógico Programable PLC”, **Optativa II** “Integración y Aplicación de Tecnologías de Automatización y Control en Sistemas de Producción”, **Optativa III** “Control Avanzado”, **Optativa IV** “Control no Convencional” estos micros están soportados y enfocados en el perfil ocupacional, la competencia profesional, la guía de medición de resultados.

Se hacen los siguientes comentarios por parte de los miembros del comité:

1. La línea es totalmente pertinente con las necesidades del medio dado que forma en temas de vanguardia y que dan respuesta a necesidades de organizaciones de producción y de servicios.
2. Se recomienda disminuir el número de autores referenciados.
3. Se recomienda revisar después de ofertada la línea si el contenido se ajusta a las semanas propuestas, pues se percibe que es extenso.

Los docentes informan que la bibliografía esta soportada con la que se encuentra en la biblioteca del ITM, confirman la disponibilidad en la institución del software propuesto en el microcurrículo. Los profesores se comprometen a revisar las unidades plasmadas en el microcurrículo para revisar la intensidad en semanas del contenido propuesto.

Una vez se realicen los ajustes se puede ofertar la línea de optativas.

6. Propositiones y Varios

El jefe de programa propone realizar los comités de sistemas de producción e ingeniería de producción a las 8:00am en las fechas establecidas.

La representante de los docentes está de acuerdo con la propuesta.

La profesora Nelcy Suarez sugiere tener en cuenta el cumplimiento del numeral E del artículo 45 del estatuto general, de manera que las hojas de vida sean socializadas por el Comité Curricular del programa para recomendar los criterios de selección al Consejo de Facultad.

7. Compromisos

ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	FECHA COMPROMISO
El jefe de programa se compromete hablar con los docentes mencionados en el punto 4.	John Mario Osorio Trujillo	Siguiente comité curricular
Se solicita establecer mecanismo para hacer públicas las actas de Comité Curricular y sus anexos.	John Mario Osorio Trujillo	Siguiente comité curricular.

Siendo las 2.55 p.m. del día 29 de febrero de 2024 y agotado el orden del día se da por terminada la sesión de comité curricular.



John Mario Osorio Trujillo
Presidente comité curricular
Secretario Ad Hoc

Original: Dependencia que ejerce Secretaría de Comité

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN EN ARTICULACIÓN POR CICLOS PROPEDEÚTICOS CON TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura					Procesos de manufactura III				
Área					Ingeniería o Tecnología Aplicada				
Código		180304010			Pensum		4		
Correquisitos					Prerrequisitos		180304005 PROCESOS DE MANUFACTURA II		
Créditos	3	TPS	4	TIS	5	TPT	64	TIT	80

2. JUSTIFICACIÓN

El ingeniero de producción es un profesional integral que interviene en las organizaciones y sistemas productivos de bienes y/o servicios, estudiando y parametrizando las variables de una serie determinada de producción y transformación. Los actuales mercados cada vez son más exigentes tanto en cantidad como en calidad de productos. Para cumplir estas exigencias se hace cada vez más necesario la gestión de procesos de producción con las nuevas técnicas en manufactura.

3. COMPETENCIA

El propósito del curso es que el ingeniero de producción este en capacidad de aplicar herramientas avanzadas para la producción para la optimización e integración de los procesos de producción y en su integración en la cadena productiva, a través de la parametrización de variables inherentes a los mismos, con fines de planear, gestionar, controlar y mejorar los sistemas productivos.

Elementos de competencia:

- El estudiante obtendrá conocimientos para la aplicación de procedimientos de gestión, control y supervisión en un proceso productivo y de servicio, seleccionando las tecnologías o metodologías de gestión más apropiadas.
- El estudiante estará en la capacidad de identificar las técnicas de procesamiento y transformación más adecuada según la aplicación y tecnología utilizadas.
- El estudiante podrá establecer cuáles son las mejoras que se pueden implementar en los sistemas productivos de servicios de acuerdo con los requerimientos de eficiencia y productividad

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

4. TABLA DE SABERES:

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>Unidad 1: Automatización en los procesos de manufactura.</p> <p>1 Definición, evolución histórica, componentes tecnológicos, ventajas y desventajas, el impacto social, económico y ambiental.</p> <p>1.1 La automatización en el entorno industrial: su relación con la calidad, la productividad y la competitividad.</p> <p>1.2 Modelo jerárquico por niveles de un sistema de automatización y la descripción de sus niveles.</p> <p>1.3 Automatización en la Manufactura -</p>	<ul style="list-style-type: none"> Entender las operaciones de transformación de recursos y establecer su secuencia lógica para la producción de bienes y servicios comunes. Comprender la selección y aplicación de los diferentes métodos y tecnologías de automatización control, que se pueden aplicar en un proceso Componentes de dibujo técnico, aplicados a los procesos industriales, utilizando software adecuado (CAD) para la 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica nuevas tecnologías de manufactura que mejoren y optimicen los procesos. Identifica un proceso susceptible de automatizarse teniendo en cuenta las necesidades de información y el nivel de automatización que requiere el proceso específico. Propone un sistema de gestión de la manufactura de productos y recomienda la tecnología más apropiada. Determina 	<p>Actitud respetuosa ante el conocimiento del docente y de sus compañeros.</p> <p>Capacidad para el trabajo grupal.</p> <p>Disposición para al trabajo autónomo y colaborativo.</p> <p>Capacidad de mejorar y recibir retroalimentaciones para el mejoramiento de los procesos de manufactura en la cadena productiva.</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>Evolución de Industrialización</p> <p>Unidad 2: Manufactura Integrada por computador (CIM)</p> <p>2.1. Concepto del sistema CIM. Elementos de un sistema CIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CAD) - CAM - CAPP - PPC - CAQ - Otros - Análisis de alternativas tecnológicas <p>2.2. Sistemas de producción de manufactura en la I4.0.</p> <p>2.3. Tecnología de grupo – definición y Sistemas Flexibles de Manufactura (FMS)</p> <p>2.4. Implantación de sistemas CIM y FMS</p> <p>2.5. Selección de la opción tecnológica más apropiada para los requerimientos del proceso productivo</p>	<p>generación y análisis de la información.</p>	<p>adecuadamente la configuración productiva de procesos de manufactura para un producto, teniendo en cuenta los costos, la materia prima y su procesamiento.</p>	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
Unidad 3: Control Numérico Computarizado (CNC). 3.1. Principios clasificación de un CNC 3.2. Estructura de un programa CNC 3.3. Características para programación en CNC 3.4. Etapas en la elaboración y ejecución de un proyecto 3.5. Costeo (cálculo del retorno económico) y selección adecuada de procesos			

5. TABLA DE RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN – INDICADORES DE COMPETENCIA)

De conocimiento (contenidos declarativos)	De desempeño (contenido procedimental y actitudinal)	Producto (evidencias de aprendizaje)
<ul style="list-style-type: none"> Argumenta la importancia de la manufactura en el entorno de producción nacional. Analiza los métodos y tecnologías de 	<ul style="list-style-type: none"> Selecciona el proceso adecuado de acuerdo con las variables productivas de interés. Analiza los diferentes los métodos y tecnologías de manufactura avanzada 	<ul style="list-style-type: none"> Optimización de un proceso de transformación considerando toda la cadena productiva. Aplica los diferentes métodos y tecnologías de

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

manufactura avanzada que se pueden aplicar en un proceso	que se pueden aplicar en un proceso	manufactura avanzada que se pueden utilizar en un proceso.
----------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------------------------

6. TABLA DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Actividades de enseñanza-aprendizaje	Actividades de trabajo independiente	Actividades de evaluación		
		Actividad	%	Fecha
<ul style="list-style-type: none"> Clases magistrales sobre los conceptos teóricos. Demostraciones prácticas en laboratorio de producción los procesos de manufactura. Lecturas de trabajos investigativos sobre configuraciones productivas y de mejora para la gestión de procesos. Casos de estudio en los procesos de manufactura local y nacional. Uso de laboratorios de producción y tecnologías de 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta en la web en bases de datos especializadas. Estudio independiente de la literatura base y recomendada. Trabajo independiente para lograr el diseño, producción y gestión de manufactura de productos o piezas Uso de salas especializadas con software específico para simulación de procesos de manufactura. 	Evaluación de conceptos unidades 1 y 2	10%	Según calendario del semestre y compromiso académico
		Trabajo independiente y exposición de elementos CIM aplicados a la gestión de la producción en manufactura.	10%	
		Proyecto de Aula: propuesta y definición de oportunidad de mejora en procesos de manufactura	10%	
		Trabajo práctico en laboratorio de producción: Impresión 3D, escáner, CNC, cortadora laser	1: 10% 2: 10% 3: 10% 4: 10%	
		Proyecto de aula: Gestión de procesos de	Exp. 15%	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

gestión de producción.		manufactura en la elaboración de pieza o prototipo	Escrito 15%	
---------------------------	--	----------------------------------------------------------	----------------	--

7. BIBLIOGRAFÍA

Bowersox, D. J, Closs, D. J.,Cooper,M. B. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. México: McGraw-Hill Interamericana.

Cruz Teruel, F. (2008). Control numérico y programación: curso práctico. Marcombo.

García Bercedo, R., Irastorza Hernando, I. y Larrieta Fernández, I. (2003). Tecnología y procesos mecánicos. Universidad del País Vasco.

Gerling, H. (2002). Alrededor de las máquinas-herramienta. (3.a ed.). Reverté.

Ginjaume, A. (2004). Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje. Thomson/Paraninfo.

Groover, M. (2017). Fundamentos de Manufactura Moderna. Mc Graw Hill.

Groover, M. P. (2014). Introducción a los procesos de manufactura. McGraw-Hill Education.

Hitpass, B. (2017). BPM: Business Process Management: Fundamentos y Conceptos de Implementación (4. a. ed). Edición actualizada y ampliada. BHH Ltda.

Hoffman, E. G. (2006). Manual del taller para estudiantes y operarios. Limusa.

Kalpakjian, S. y Schmid, S. R. (2014). Manufactura, ingeniería y tecnología. 2. Procesos de manufactura. (7.a ed.). Pearson. <https://ebooks724.bibliotecaitm.elogim.com:443/?il=3646>

Schey, J. A. (2002). Procesos de manufactura. McGraw-Hill. ISBN 007&031136&6.

Elaborado por:	<i>Jose A. Tamayo/ Enrique Quiceno</i>
Versión:	<i>01</i>
Fecha:	
Aprobado por:	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura				Sistemas Logísticos 1					
Área				Ingeniería Aplicada					
Código		180304008		Pensum:		pensum 4			
Correquisitos		NO APLICA		Prerrequisitos		180304001 Optimización			
Créditos	3	TPS	4	TIS	5	TPT	64	TIT	80

2. JUSTIFICACIÓN

Una de las competencias del Ingeniero en Producción del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), es el diseño y optimización de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro. La asignatura sistemas logísticos 1, brindará las herramientas y metodologías necesarias para la correcta ejecución y administración del suministro, la selección, negociación y evaluación de proveedores con el fin de garantizar el flujo de materiales en la cadena de suministro; adicionalmente, le permitirá analizar y optimizar la gestión de almacenamiento de una organización mediante técnicas matemáticas que buscan el constante mejoramiento de estos procesos logísticos.

3. COMPETENCIA

El estudiante será capaz de analizar la relación existente entre las compras y almacenamiento en los procesos logísticos de las organizaciones, mediante el diseño de procesos de abastecimiento que permitan la búsqueda de proveedores idóneos de materiales y servicios, que garanticen el suministro y la calidad definida, que además brinde el flujo adecuado de la cadena de suministro. También podrá administrar el suministro de una organización y su gestión de almacenamiento, donde el abastecimiento es un determinante mayor en la supervivencia y el éxito corporativo y el almacenamiento impacta de forma directa la eficiencia de las operaciones logísticas, buscando siempre la optimización del sistema productivo o de servicios.

3.1 ELEMENTOS DE COMPETENCIA

- Analizar las condiciones necesarias que permitan un abastecimiento eficiente y mantengan un nivel de servicio óptimo en los procesos de manufactura o servicios.
- Analizar los diferentes procesos de compra y su impacto en la eficiencia operativa, identificando oportunidades de mejora y optimización

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

- Evaluar la importancia de la relación con los proveedores en el proceso de aprovisionamiento, explorando prácticas para mejorar la colaboración y la comunicación.
- Aplicar metodologías para la selección efectiva de proveedores, considerando factores clave como costos, calidad, confiabilidad y capacidad de innovación.
- Desarrollar estrategias de aprovisionamiento que optimicen la asignación de recursos en la cadena de suministro, considerando la diversificación de fuentes y la mitigación de riesgos.
- Diseñar estrategias efectivas para el almacenamiento y la gestión del inventario, considerando modelos de inventario, tecnologías de información y sistemas de gestión.
- Diseñar procesos de coordinación necesarios desde el aprovisionamiento hasta la ejecución de operaciones en el almacenamiento, asegurando la sinergia y eficiencia en toda la cadena de suministro.

4. TABLA DE SABERES

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
1. Conceptos generales de la cadena de suministro (2 semanas). <ul style="list-style-type: none"> • Logística de los negocios y la cadena de suministros. • Logística, funciones y operaciones logísticas. • Estrategia y planeación de la logística y de la cadena de suministros • Integración de procesos logísticos desde el Supply Chain Management. 	<p>Manejo de plataformas virtuales de aprendizaje (Moodle)</p> <p>Manejo de herramientas tecnológicas para estadística (Excel, R).</p> <p>Búsqueda de información en bases de datos académicas.</p> <p>Programa de integración con proveedores y procesos colaborativos.</p>	<p>Comprende los conceptos básicos de la cadena de suministros, las funciones de la logística y los tipos de decisiones para la generación de ventajas competitivas.</p> <p>Identifica y conceptualiza los principales aspectos del área de compras en la cadena de abastecimiento, identifica las fuentes generadoras y establece políticas de compras.</p>	<p>Elabora y diseña posiciones en las que comparte su conocimiento con el equipo de trabajo.</p> <p>Implementa con los compañeros la construcción de aplicaciones reales.</p> <p>Respeto la opinión de los compañeros y está dispuesto a darle la importancia necesaria al saber escuchar para poder dialogar y compartir con ellos.</p>
2. Estructura y operaciones de compras (1.5 semanas). <ul style="list-style-type: none"> • Concepto general de logística para las compras y su relación con la logística. 	<p>Aplicación de los modelos de inventario en la gestión del almacén.</p>	<p>Diseña, ejecuta, y controla la logística de compras de bienes y servicios en la cadena de abastecimiento para las organizaciones.</p>	<p>Puntual para entregar las actividades propuestas, comprendiendo que el cumplimiento de estas debe realizarse de la mejor manera desde el inicio hasta el final.</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>Objetivos del área de compras.</p> <ul style="list-style-type: none"> Fuentes generadoras de necesidades y requerimientos de compras (ventas, producción, mantenimiento, servicios generales). Inventario ABC – XYZ Matriz Kraljic Procedimiento de compras. <p>3. Selección y evaluación de proveedores (4 semanas).</p> <ul style="list-style-type: none"> Puntaje y Escala AHP ELECTRE TOPSIS <p>4. Abastecimiento internacional (1.5 semanas).</p> <ul style="list-style-type: none"> Tiempos en el abastecimiento internacional. Desarrollo de programas de abastecimiento internacional Costos asociados al abastecimiento internacional Incoterms <p>5. Sistemas de almacenamiento y manejo de</p>	<p>Términos de negociación internacional.</p> <p>Método Guerchet</p>	<p>Conoce y aplica los elementos para la selección, evaluación, desarrollo y certificación de Proveedores; al igual que desarrolla habilidades para determinar la mejor propuesta comercial.</p> <p>Seleccionar el sistema de manejo de materiales adecuado para el producto y sus condiciones de en almacenamiento.</p> <p>Diseñar la configuración para el almacén.</p> <p>Define, aplica y toma acciones a partir de los Indicadores de gestión de compras con el fin de optimizar el proceso.</p> <p>Determina con autonomía políticas de abastecimiento internacional.</p>	<p>Asertivo en la resolución de problemas empleando las herramientas que se requiere</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>materiales (2 semanas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de Almacenes • Modelos de sistemas de almacenamiento. (Métodos de almacenamiento, caótico, slotting, peso, tamaño, volumen etc.) • Control del inventario (auditoria) -WMS <p>6. Diseño logístico de centros de distribución (2.5 semanas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planeación diseño de instalaciones físicas para almacenamiento. • Tamaño de almacén. • Modelos de optimización para el diseño de almacenes. • Diseño de sistemas complementarios. (CrossDocking) <p>7. Indicadores logísticos (1.5 semanas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición y características de los indicadores de la gestión logística. • Los costos asociados e indicadores de la gestión logística. 			

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

1. TABLA DE RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN – INDICADORES DE COMPETENCIA)

De conocimiento (contenidos declarativos)	De desempeño (contenido procedimental y actitudinal)	Producto (evidencias de aprendizaje)
RA2. Diseña las operaciones logísticas para la gestión de la cadena de suministros, considerando modelos de aprovisionamiento de la demanda, distribución de mercancías y localización de instalaciones usando métodos de ingeniería.	<p>Identifica y conceptúa sobre los principales aspectos del área de compras en la cadena de abastecimiento.</p> <p>Conoce y aplica los elementos para la selección, evaluación, desarrollo y certificación de Proveedores.</p> <p>Define, aplica y toma acciones a partir de los Indicadores de gestión de logística.</p> <p>Configura sistemas de almacenamiento.</p> <p>Identifica y selecciona empaques y embalajes para optimizar el proceso logístico.</p>	<p>Realiza talleres prácticos aplicando teoría vista en la clase.</p> <p>Investiga y presenta temas prácticos (herramientas) que permiten optimizar procesos de compras en la empresa.</p> <p>Trabajo practico desarrollado durante el semestre, de optimización de un proceso de compras en una empresa.</p> <p>Diseño y configuración de un almacén de acuerdo con características y condiciones específicas dadas.</p> <p>Realiza consultas en bases de datos científicas con el fin de buscar información del estado del arte de las asignaturas</p>

2. TABLA DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Actividades de enseñanza-aprendizaje	Actividades de trabajo independiente	Actividades de evaluación		
		Actividad	%	Fecha
Charlas magistrales. Lecturas sobre temas específicos y posterior socialización	Desarrollarse en la gestión del conocimiento a través de enterarse de noticias de actualidad en logística. Talleres	Parcial 1 Conceptos generales y de compras	20%	Semana 4
		Parcial 2 Selección de proveedores	20%	Semana 8

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

<p>Desarrollo de clases en aula B-learning o de sistemas con el fin de aplicar directamente conceptos que se estén trabajando.</p> <p>Desarrollo de actividades y videos de casos reales.</p> <p>Simulaciones usando sistemas de situaciones a nivel empresarial para medición de desempeño.</p>	<p>Experiencia vivencial en empresas del medio.</p> <p>Exposiciones y trabajo en equipo.</p> <p>Lecturas.</p>	Parcial 3 Diseño de CEDI	20%	Semana 12
		Proyecto final	20%	Semana 16
		Talleres de clase y trabajo independiente	20%	Semana 16

3. BIBLIOGRAFÍA

Recursos físicos en la biblioteca ITM

- Ballou, R. (2004). Logística. Administración de la cadena de suministro. (5ta ed.). Pearson.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2020). Supply Chain Logistics Management (5a ed.). McGraw-Hill.
- Espinoza, H., y Batista, L. (2015). Gerencia estratégica de compras = Global Supply Chain Management. Universidad Tecnológica de Panamá.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2021). Purchasing and Supply Chain Management. (6th ed.). Cengage Learning.
- Mora García, L.A. (2007). Indicadores de la gestión logística. Ecoe Ediciones.
- Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., y Tanchoco, J. M. A. (2011). Planeación de Instalaciones. (4 ed.) Cengage Learning.

Recursos electrónicos disponibles en biblioteca ITM

- Chopra, S. (2020). Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación. Pearson Educación.
Disponible en: <https://ebooks724.bibliotecaitm.elogim.com:443/?il=9397>
- Mora García, L. A. (2016). Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Ecoe Ediciones.
Disponible en: <https://ebooks724.bibliotecaitm.elogim.com:443/?il=5076>
- Mora García, L. A. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Ecoe Ediciones.
Disponible en: <https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/69182>
- Silvera Escudero, R. E. (2019). Logística matemática: la clave del éxito en la cadena de suministro. Ecoe Ediciones.
Disponible en: <https://ebooks724.bibliotecaitm.elogim.com:443/?il=9276>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Recursos complementarios

- Abbasi, M. (2011). Storage, Warehousing, and Inventory Management. In R. Z. Farahani, S. Rezapour, & L. Kardar (Eds.), Logistics Operations and Management (pp. 181–197). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00010-4>
- Hofmann, E., Maucher, D., Kotula, M., Kreienbrik, O. (2014). Performance Measurement and Incentive Systems in Purchasing: More Than Just Savings. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38439-4>
- Leenders, M; Fearon, H.E; England, W.B. (2002). Administración de compras y materiales. (2. ed.). Compañía Editorial Continental.
- Parvini, M. (2011). Packaging and Material Handling. In R. Z. Farahani, S. Rezapour, & L. Kardar (Eds.), Logistics Operations and Management (pp. 155–180). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00009-8>
- Saldarriaga, D.I. (2019). Almacenes y centros de distribución. Manual para optimizar procesos y operaciones. Marge Books
- Zona logística, la revista de logística de la Comunidad Andina de Naciones. Actualidad Logística. Grupo Actualidad.
- www.cscmp.org. Council of supply chain management professionals

Elaborado por:	<i>Cristian Giovanni Gómez Marín</i>
Versión:	<i>2</i>
Fecha:	<i>22 dic de 2023</i>
Aprobado por:	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura					Sistemas Logísticos II				
Área					Ingeniería de Producción				
Código		180304014			Pensum		4		
Correquisitos					Prerrequisitos		180304008 Sistemas Logísticos I		
Créditos	3	TPS	4	TIS	5	TPT	64	TIT	80

2. JUSTIFICACIÓN

En la identificación de la base de las tendencias del programa en Ingeniería de Producción, el área de *Operations Management (OM)* es parte indispensable, esta proporciona un marco para el análisis del desarrollo operativo de las industrias, facilitando el desarrollo eficiente del campo de acción misional, necesario para la aplicabilidad a los problemas prácticos del mundo real dentro del sector de cada compañía (Wacker, 1998). Esta área puede identificarse como aquella que se centra en el estudio de la base operativa misional de las compañías, lo cual soporta la generación y captura de valor, siendo estas las bases de la estrategia competitiva.

El núcleo de *OM* presenta las alternativas más simples para la gestión de operaciones en las que los estudiosos tratan de explicar el rendimiento de la unidad empresarial basada en prácticas transferibles (Bromiley & Rau, 2016). En su trabajo los autores Hitt, Xu, & Carnes (2016) aseguran que en los últimos años ha habido un mayor énfasis en el uso de la teoría de *OM* en la investigación. En este trabajo ellos discuten su posición versus autores como Pilkington & Meredith (2009) quienes estudian la evolución de la *OM* a lo largo de las últimas tres décadas (1980 – 2006), en busca de identificar tendencias de herramientas y aplicaciones en el área de la *OM*. Como conclusión Hitt, Xu, & Carnes (2016) definen, basados en otros autores, que en los últimos años la investigación en el campo de la *OM* ha comenzado a enfatizar en temas más estratégicos y macro (por ejemplo, cadenas de suministro), y también se centra más en el desarrollo de nuevas teorías. Algunos de los temas resaltados son:

- **Gestión de la cadena de suministros (*Supply chain management*)**
- Estrategia de operaciones (*Operations strategy*)
- Gestión del desempeño (*Performance management*)
- Innovación en productos y servicios (*Product/service innovation*)

Relacionando las conclusiones de estos autores, con un monitoreo tecnológico realizado por medio de bases de datos de investigación (SCOPUS® (Elsevier, 2016) y Thompson Innovation® (Thomson Reuters, 2016)), se puede evidenciar que las temáticas encuentran estrechamente relacionadas en las tendencias marcadas por algunos autores como Hitt et al. (2016) y Pilkington & Meredith, (2009). Con base en estas tendencias y de la mano de universidades referentes en el campo, se puede identificar la importancia subsecuente que trae la inclusión de una materia como **Sistemas Logísticos II** en un Programa como el de Ingeniería de Producción, ya que esta brindará las herramientas y metodologías necesarias para la correcta integración entre la administración y la optimización operativa en la Cadena de Suministros.

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Nuestro ingeniero de producción ITM busca optimizar el diseño de las actividades que componen las cadenas de suministros y, planea, programa y controla los procesos de manufactura. La asignatura **Sistemas Logísticos II** le dará el conocimiento en herramientas necesarias para lograr la integración en la cadena de suministros y los procesos de manufactura de las compañías por medio de la aplicación de métodos cuantitativos en solución de problemas típicos de la planeación de transporte de productos o insumos y, en problemas típicos de ubicación de instalaciones. Todo esto enmarcado en un contexto regional, sectorial y de mercado con miras a alcanzar el logro de las metas propias de la empresa.

3. COMPETENCIA

El estudiante es capaz de analizar los escenarios de distribución y plantear soluciones por medio de la aplicación de métodos de optimización, siempre buscando la efectividad de los procesos de planeación de los recursos relacionados en la dinámica de las compañías.

3.1. Elementos de Competencia

- Desarrollo de modelos matemáticos para la solución de problemas de localización de instalaciones.
- Desarrollo de modelos matemáticos para la solución de problemas de ruteo y distribución de mercancías.

4. TABLA DE SABERES:

Para el desarrollo de los saberes a incluir se realiza una consulta con libros actuales de contenidos del tema, como lo son los libros de los autores Anderson, Sweeney, Williams, Camm, & Martin (2011); Ballou (2004); Chopra & Meindl (2014); Hillier & Hillier (2008), y se realiza una referenciación con la plataforma de cursos virtuales del MIT (Massachusetts Institute of Technology MIT, 2016).

De la mano de esta referenciación, se incluyen los saberes propuestos en el curso como se reflejan en la siguiente tabla:

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
0. Introducción: Generalidades del estado del transporte en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - Indicadores de estado de la infraestructura vial en Colombia. - Estadísticas de fuentes y receptores de mercancía en el país. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica las dificultades que se presentan en el país relacionadas con la logística de transporte en Colombia. 	<p>Actitud ética y respetuosa frente al trabajo en clase de carácter individual o en grupo, bien sea propio o de sus compañeros de curso.</p>
1. Ubicación de instalaciones. 1.1. Generalidades de la familia de problemas de	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de objetivos, proyecto de inversión y 	<ul style="list-style-type: none"> - Resuelve escenarios donde se presentan problemas de esta clase, 	<p>Mantener un interés tanto por el desarrollo del curso como con temas de actualidad económica y</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
ubicación de instalaciones (Facility locations problems). 1.2. Problema de máxima cobertura (Maximum coverage problema) a) Generalidades del problema b) Modelo matemático lineal de solución del problema. c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación 1.3. P-median problem. a) Generalidades del problema b) Modelo matemático lineal de solución del problema. c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación 1.4. Problema de ubicación de instalaciones con capacidad restringida (Capacitated facility location problem). a) Generalidades del problema b) Modelo matemático lineal de solución del problema.	diseño de centros de distribución. - Funciones y objetivos de un almacenamiento de mercancías. - Concepto del crossdocking. - Concepto de entrega y picking.	por medio del uso de métodos pertenecientes a la investigación de operaciones. - Identificar factores influyentes en la decisión estratégica de ubicación de instalaciones de cualquier índole. - Establecer propuestas de ubicación de instalaciones por medio del uso de métodos cuantitativos.	social de nuestra región y país. Mantener un interés de actualización de metodologías en las áreas de logística.

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación			
<p>2. Problema general de transporte.</p> <p>2.1. Generalidades de la familia de problemas de Transporte (Transport problem).</p> <p>2.2. Problema de transporte.</p> <p>a) Generalidades del problema</p> <p>b) Modelo matemático lineal de solución del problema.</p> <p>c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación</p> <p>2.3. Problema de transporte con transbordo.</p> <p>a) Generalidades del problema</p> <p>b) Modelo matemático lineal de solución del problema.</p> <p>c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación</p>	<p>- Conceptos generales de transporte. Tipos de carga y modos de transporte. Operadores logísticos y sus diferentes tipos.</p> <p>- Normatividad que rige el transporte en nuestro país.</p>	<p>- Establece objetivos de acuerdo con los requerimientos y capacidades de las compañías.</p> <p>- Realiza asignación de recursos de transporte de acuerdo a los mejores beneficios de la compañía.</p>	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>3. Diseño de rutas de transporte</p> <p>3.1. Conceptos y principios para una buena programación de rutas</p> <p>3.2. Generalidades de la familia de problemas de ruteo.</p> <p>3.3. Problema de ruta corta (Shortest path).</p> <p>a) Generalidades del problema</p> <p>b) Modelo matemático lineal de solución del problema.</p> <p>c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación</p> <p>3.4. Problema del vendedor viajero (Travelling salesman problem).</p> <p>a) Generalidades del problema</p> <p>b) Modelo matemático lineal de solución del problema.</p> <p>c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación</p> <p>3.5. Problema de ruteo de vehículos (Vehicle routing problema)</p> <p>a) Generalidades del problema</p> <p>b) Modelo matemático lineal de</p>	<p>- Conceptos generales de transporte. Tipos de carga y modos de transporte. Operadores logísticos y sus diferentes tipos.</p> <p>- Normatividad que rige el transporte en nuestro país.</p> <p>- Indicadores logísticos en sistemas de transporte.</p> <p>- Impactos ambientales en modelos de transporte.</p> <p>- Actualización en estado de vías de nuestro país y región.</p> <p>- Estado actual de nuestro sistema de transporte por los diferentes medios de transporte.</p> <p>- Indicadores de desarrollo de nuestro país en el desarrollo económico, social y logístico.</p>	<p>- Programar rutas de transporte por medio del uso de métodos cuantitativos como la programación lineal, todo en busca de optimizar los resultados de las compañías.</p>	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (contenido declarativo)	Saber complementario (contenido declarativo)	Saber hacer (contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
solución del problema. c) Solución de ejemplos por medio del uso de lenguajes de programación			

5. TABLA DE RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN – INDICADORES DE COMPETENCIA)

De conocimiento (contenidos declarativos)	De desempeño (contenido procedimental y actitudinal)	Producto (evidencias de aprendizaje)
<p>I2.1 Define un modelo de aprovisionamiento según las características de demanda.</p> <p>I2.2 Evalúa modelos de localización y distribución de mercancías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Evalúa inversiones de compra de ubicaciones para las instalaciones de las compañías, de acuerdo a los procesos operativos pertenecientes a la cadena de suministros. - Programa, diseña y optimiza las operaciones de distribución de los productos en la cadena de suministro. - Analiza los factores influyentes en la toma de decisión en problemas de ubicación de instalaciones. - Analiza la planeación y diseño de rutas y su impacto en la eficiencia de la cadena de suministro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propuestas de ubicación de instalaciones con evaluaciones financieras basadas métodos cuantitativos de toma de decisiones. - Programación y diseño de rutas de vehículos de acuerdo con parámetros y condiciones específicas dadas.

6. TABLA DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Actividades de enseñanza-aprendizaje	Actividades de trabajo independiente	Actividades de evaluación		
		Actividad	%	Fecha
- Clases magistrales - Lecturas - Talleres de clase - Estudios de casos	- Lecturas de conceptos generales de transporte. - Lecturas de normatividad que rige el transporte en nuestro país. - Realizar lecturas de casos de estudio relacionados con el curso. - Lectura del estado actual nuestro desarrollo logístico y socio económico.	Examen individual	20%	Semana 5
		Trabajo solución caso de estudio	20%	Semana 8
		Trabajo solución caso de estudio	20%	Semana 11
		Trabajo solución caso de estudio	20%	Semana 14
		Trabajo solución caso de estudio	20%	Semana 16

7. Perfil del profesor

Ingeniero de Producción, Ingeniero Industrial o Ingeniero matemático con maestría en ingeniería matemática, industrial, administrativa o de sistemas con trabajo de maestría enfocado en los saberes del curso. Con experiencia comprobable en logística de mínima de 2 años.

8. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). *MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS*. (C. Learning, Ed.).

Ballou, R. H. (2004). BALLOU. Logística. Administración de la Cadena de Suministro.pdf.

Chopra, S., & Meindl, P. (2014). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Strategy, Planning, and Operation*. Igarss 2014. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Hillier, F. S., & Hillier, M. S. (2008). *Métodos cuantitativos para administración*.

REFERENCIAS

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). *MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS*. (C. Learning, Ed.).

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

- Ballou, R. H. (2004). BALLOU. Logística. Administración de la Cadena de Suministro.pdf.
- Bromiley, P., & Rau, D. (2016). Operations management and the resource based view: Another view. *Journal of Operations Management*, 41, 95–106. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2015.11.003>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2014). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Strategy, Planning, and Operation*. Igarss 2014. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Elsevier. (2016). SCOPUS. In SCOPUS. Retrieved from www.scopus.com
- Harvard Business School. (2016). Technology and Operations Management. Retrieved from <http://www.hbs.edu/faculty/units/tom/Pages/curriculum.aspx>
- Hillier, F. S., & Hillier, M. S. (2008). *Métodos cuantitativos para administración*.
- Hitt, M. A., Xu, K., & Carnes, C. M. (2016). Resource based theory in operations management research. *Journal of Operations Management*, 41, 77–94. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2015.11.002>
- Massachusetts institute of Technology MIT. (2017). Calendar | Introduction to Transportation Systems | Civil and Environmental Engineering | MIT OpenCourseWare. Retrieved December 6, 2017, from <https://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-201j-introduction-to-transportation-systems-fall-2006/calendar/>
- Massachusetts Institute of Technology (MIT). (2016). MBA + Master of Science curriculum. Retrieved from <http://lgo.mit.edu/program-experience/curriculum/core-curriculum/>
- Massachusetts Institute of technology MIT. (2017). Calendar | Logistical and Transportation Planning Methods | Civil and Environmental Engineering | MIT OpenCourseWare. Retrieved December 6, 2017, from <https://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-203j-logistical-and-transportation-planning-methods-fall-2006/calendar/>
- Massachusetts Institute of Technology MIT. (2016). Calendar | Operations Strategy | Sloan School of Management | MIT OpenCourseWare. Retrieved December 6, 2017, from <https://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-769-operations-strategy-spring-2003/calendar/>
- Pilkington, A., & Meredith, J. (2009). The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of Operations Management*, 27(3), 185–202. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2008.08.001>
- Thomson Reuters. (2016). THOMSON DATA ANALYZER.
- University of Oxford. (2016). OXford MBA. Retrieved from <http://www.sbs.ox.ac.uk/programmes/degrees/mba>
- Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361–385. [http://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00019-9](http://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00019-9)

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Elaborado por:	<i>Jorge Isaac Pemberthy Ruiz</i>
Versión:	<i>01</i>
Fecha:	<i>20 de Diciembre de 2023</i>
Aprobado por:	

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura					Negocios Internacionales				
Área Administrativa					Nivel 10 semestre				
Código		NIM 104			Pensum		3		
Correquisitos					Prerrequisitos		TAM 72		
Créditos	4	TPS	4	TIS	8	TPT	64	TIT	128

2. JUSTIFICACIÓN

En el marco de la globalización de economía, la internacionalización de las estrategias empresariales y la necesidad de apertura de mayores mercados, la formación en negocios internacionales es fundamental en el escenario formativo de las ciencias de la Producción y la Administración. Esta situación obedece a dos razones: la primera por que la negociación es una de las habilidades inherentes a la actividad gerencial que implica la capacidad del profesional para resolver conflictos, implementar procesos de innovación y emprender nuevas rutas de desarrollo para las organizaciones. Así, el estudio de los negocios es esencial ya que soportan la formación de habilidades gerenciales las cuales son fundamento de la dirección. La segunda porque los procesos de internacionalización como parte de la ventaja competitiva de las empresas, presentan dificultades, desde el recurso humano que no conoce esta ruta estratégica, hasta plantear la apertura de mercados según las políticas macroeconómicas de las naciones, las condiciones geopolíticas de las mismas y su respectiva diversidad cultural.

De acuerdo con lo anterior, la importancia de incorporar los negocios Internacionales en la formación de los futuros ingenieros de producción radica en que estos conocimientos no solo amplían el panorama formativo desde una óptica del desarrollo económico internacional, sino que favorece el análisis de geopolítico para aprovechar las ventajas comparativas y competitivas de los mercados internacionales. Consecuentemente, un ingeniero de producción debe poseer las herramientas estratégicas, comunicativas, legales y operativas, que favorezcan la planeación y dirección de alianzas estratégicas, apertura de mercados, posicionamiento de marca, conocimiento de las dinámicas del comercio internacional, entre otros aspectos propios de la estrategia de internacionalización.

En lo que respecta al caso colombiano, la economía se ha abierto a los escenarios de comercio internacional, se ha propiciado la inversión extranjera, el establecimiento de franquicias y otros modos que toman los Negocios Internacionales, lo cual implica que la formación de los futuros profesionales debe comprender el desarrollo de habilidades para el análisis y toma de decisiones, que aporten de manera asertiva a la gestión de las organizaciones en los aspectos anteriormente mencionados.

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

3. COMPETENCIA:

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de identificar y analizar las variables, ambientales, económicas, tecnológicas, políticas, legales, culturales y sociales del entorno internacional, así como reconocer las principales características de los negocios internacionales y sus diversas modalidades que lo conducirán a relacionar algunas herramientas y técnicas de las finanzas internacionales, la contratación internacional y los métodos de solución de controversias comerciales.

4. TABLA DE SABERES:

Saber (Contenido declarativo)	Saber complementario (Contenido declarativo)	Saber hacer (Contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LOS NEGOCIOS INTERNACIONALES Conceptos Generales sobre Negocios Internacionales. Modalidades que adoptan los Negocios Internacionales Comercio Internacional, franquicias y concesiones, Inversión Extranjera Directa.	Reconoce conceptos generales sobre los Negocios Internacionales articulados con los procesos de producción, calidad y el entorno global y local.	Desarrolla los conceptos generales de los Negocios Internacionales e identifica cada una de sus principales modalidades.	Capacidad de conceptualización y análisis de los Negocios Internacionales y sus diversas formas en el contexto empresarial colombiano. Responsabilidad en el trabajo independiente para desarrollar los talleres y ejercicios que le exigen disciplina y compromiso

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (Contenido declarativo)	Saber complementario (Contenido declarativo)	Saber hacer (Contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>UNIDAD 2 GLOBALIZACIÓN E INTEGRACIÓN ECONÓMICA</p> <p>El fenómeno de la Globalización y sus características. Causas y consecuencias de la Globalización de la economía. La Desglobalización como fenómeno político de la pospandemia. Las instituciones de la Globalización: Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional y Organización Mundial del Comercio. La Integración Económica de los países y sus niveles.</p> <p>UNIDAD 3 COMERCIO INTERNACIONAL</p> <p>Principales teorías del comercio internacional: teorías clásica, neoclásica y actual. Exportaciones e</p>	<p>Identifica las principales características del Comercio Internacionales, las franquicias y la Inversión Extranjera Directa.</p> <p>Estructura generalidades de los negocios internacionales en el contexto de la globalización y la cooperación internacional a través de teorías de la Integración Económica entre países.</p>	<p>Reconoce los aspectos teóricos de la Globalización sus diversas características.</p> <p>Comprende la integración económica y sus diversas y sus implicaciones políticas y económicas.</p>	<p>consigo mismo y con sus compañeros desarrollando habilidades para el trabajo en equipo.</p> <p>Actitud ética, afianzada en principios y valores para al trabajo autónomo y colaborativo.</p> <p>Participa activamente en el aula y comparte experiencias de su entorno laboral.</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (Contenido declarativo)	Saber complementario (Contenido declarativo)	Saber hacer (Contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>Importaciones: INCOTERMS y generalidades del Derecho Aduanero. Barreras al comercio internacional. Modalidades de pago en el Comercio Internacional. Supply Chain Management y competitividad global.</p> <p>UNIDAD 4 TÉCNICAS DE NEGOCIACIÓN</p> <p>El proceso de Negociación. Fases del proceso de negociación. Método Harvard de negociación. El lenguaje verbal y corporal en los procesos de negociación. Técnicas de negociación.</p> <p>UNIDAD 5. LA NEGOCIACIÓN COMO HABILIDAD GERENCIAL</p> <p>La negociación como rol y función del líder</p>	<p>Interpreta la funcionalidad y aplicabilidad de los procesos que involucran el comercio internacional, sus modalidades y desarrollo en el contexto Latinoamericano.</p> <p>Identifica los diversos procesos de negociación y reconoce las técnicas requeridas para cada caso articuladas al proceso administrativo y técnicas de marketing</p> <p>Aplica las principales técnicas</p>	<p>Reconoce los principales aspectos estratégicos, operativos y conceptuales del funcionamiento del Comercio Internacional y sus implicaciones legales y financieras.</p> <p>Comprende la importancia de las habilidades blandas para conectar y establecer relaciones organizacionales y</p>	<p>Capacidad de análisis para plantear procesos de comercio internacional bajo las perspectivas logística, legal y organizacional.</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Saber (Contenido declarativo)	Saber complementario (Contenido declarativo)	Saber hacer (Contenido procedimental)	Ser –Ser con Otros (Contenido actitudinal)
<p>organizacional. La planeación de los negocios: análisis de la cultura de Hofstede y su aplicación al análisis de entornos. La estrategia de internacionalización, sus niveles y fundamentación en el proceso administrativo. Consideraciones éticas sobre los Negocios Internacionales.</p>	<p>de comunicación asertiva para el escenario de los negocios.</p>	<p>personales para el desarrollo de los negocios.</p>	<p>Destreza en las relaciones interpersonales y comunicacionales para el desarrollo de los negocios</p>

5. TABLA DE RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN – INDICADORES DE COMPETENCIA)

De conocimiento (Contenidos declarativos)	De desempeño (contenido procedimental y actitudinal)	Producto (evidencias de aprendizaje)
<p>Reconocer los aspectos fundamentales de los Negocios Internacionales y sus diversas modalidades: Comercio Internacional, franquicias/ concesiones e Inversión Extranjera Directa en el contexto de la globalización e integración económica y política.</p>	<p>Gestiona las negociaciones internacionales en las organizaciones desde las iniciativas y oportunidades de negocios existentes en el exterior y requeridas por la empresa, mediante técnicas de negociación apropiadas y la comunicación asertiva.</p>	<p>Identifica y define las operaciones propias del proceso de internacionalización, en el contexto colombiano para la generación de ventajas competitivas.</p>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

6. TABLA DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Actividades de enseñanza-aprendizaje	Actividades de trabajo independiente	Actividades de evaluación		
		Actividad	%	Fecha
Clases Magistrales presenciales y/o virtuales	Lecturas de artículos científicos, libros, en la web.	El docente establece en su Libertad de cátedra las actividades evaluativas en rangos que no superen el 20%	60% y 40%	Las fechas se establecen en el compromiso académico FDE 029
Actividades de seguimiento, lecturas y talleres en clase.	Talleres en grupos de trabajo.			
Análisis de casos reales del mundo empresarial	Socialización de sus investigaciones y talleres a través de medios audiovisuales.			
Foros de discusión	Escritura de ensayos, aplicando pensamiento crítico en sus análisis			

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, G. (2015). *Comercio internacional*. grupo Editorial Éxodo.
<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/130335>
- Casanova, A. R. & Zuaznábar, I. R. (2018). *El comercio internacional: teorías y políticas*. Editorial Universo Sur. <https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/120836>
- Cera, R. A. (Comp.). (2019). *Los negocios internacionales desde el emprendimiento y la sustentabilidad*. Fundación Universitaria San Mateo.
<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/187934>
- Giménez, A. Ferrer, J. M. & Bonet, A. (2020). *Organización y gestión del comercio internacional*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/127796>

 Institución Universitaria	MICRODISEÑO CURRICULAR	Código	FDE 058
		Versión	03
		Fecha	2011-07-25

Giménez-Morera, A. & Bonet-Juan, A. (2020). *Aplicaciones prácticas de medio de cobro y pago en el comercio internacional*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/167014>

Helpman, E. (2014). *El comercio internacional*. FCE - Fondo de Cultura Económica.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/110155>

Ladrón de Guevara, M. Á. (2019). *Negociación y contratación internacional*. UF1784. Editorial Tutor Formación.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/121998>

Mairena Fox, P. L. (Comp.). (2022). *Perspectivas para la economía circular: el comercio y los negocios internacionales en el contexto de una Latinoamérica más sostenible*. Fundación Universitaria San Mateo.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/222047>

Ortiz, M. (2019). *Introducción a los negocios internacionales: conceptos y aplicaciones*. Universidad del Norte.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/129278>

Peña, C. (2016). *Negociación para el comercio internacional*. Marge Books.

<https://elibro.bibliotecaitm.elogim.com/es/lc/bibliotecaitm/titulos/43762>

Elaborado por:	<i>Johnatan Castro Gómez y Nelcy Suárez Landazábal</i>
Versión:	<i>2</i>
Fecha:	<i>Marzo 14 de 2024</i>
Aprobado por:	<i>Comité curricular de Ingeniería de Producción</i>



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

Departamento de Calidad y Producción
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

2024

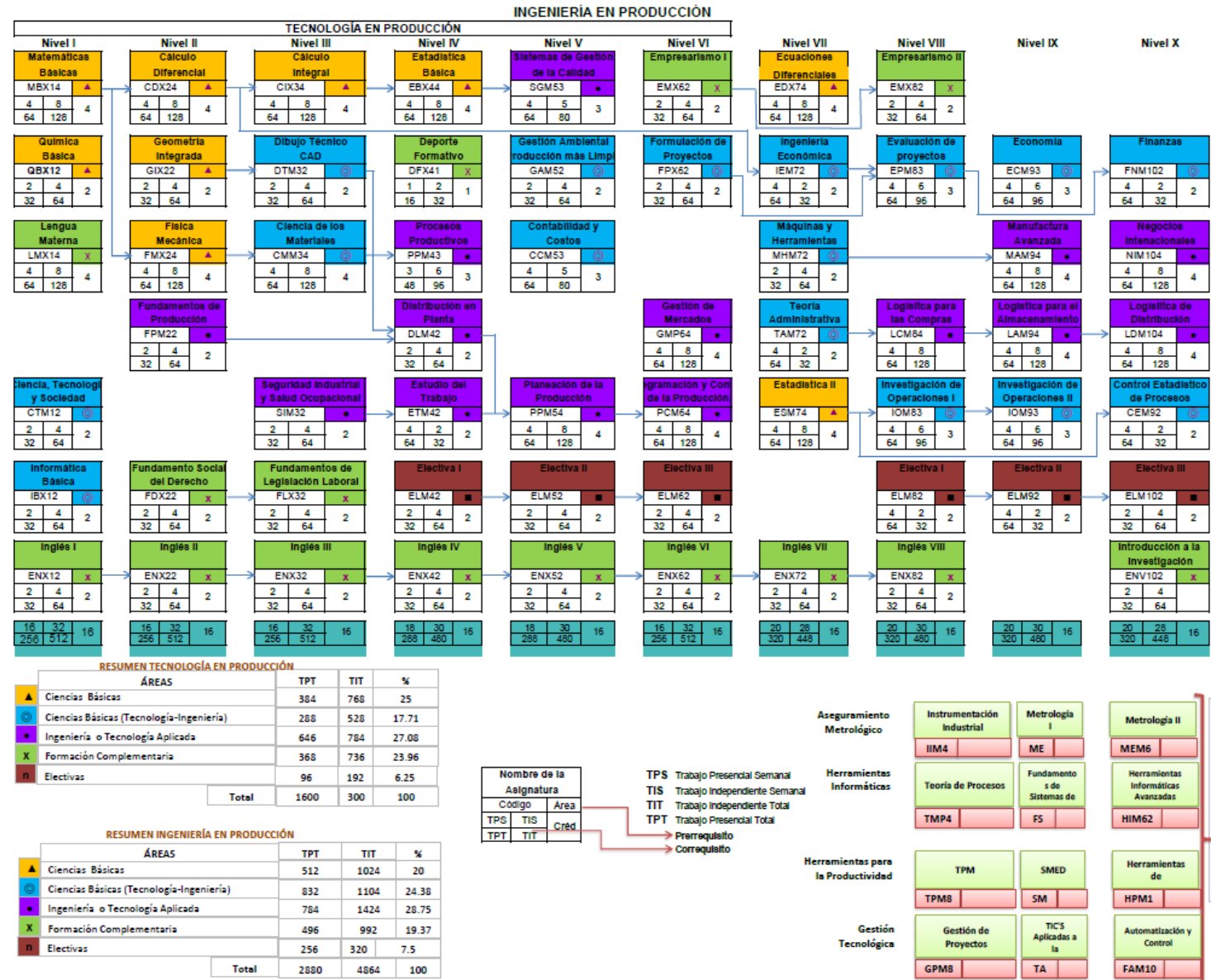
EVOLUCIÓN DEL PROGRAMA AUTOEVALUACION



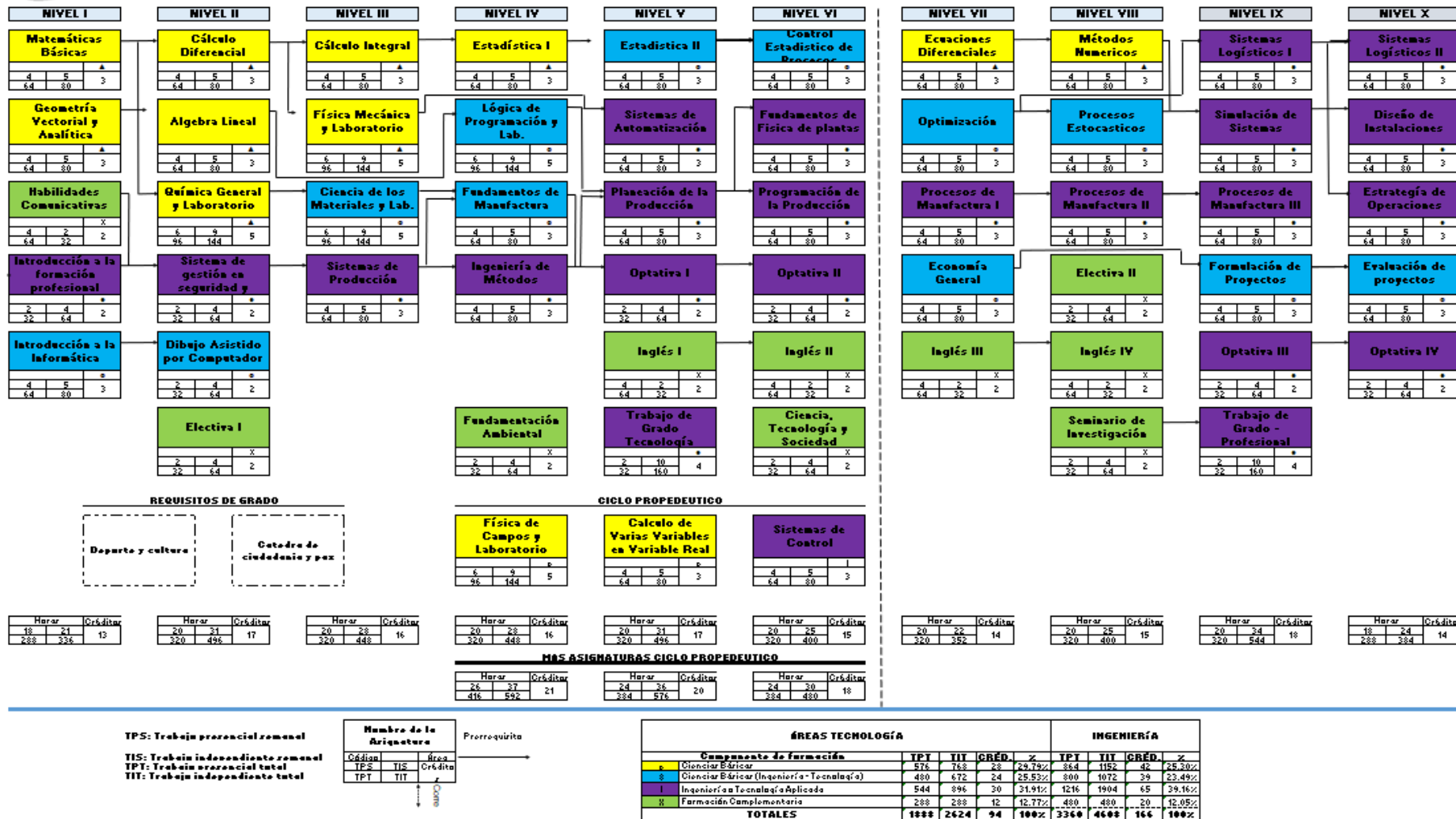


INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

PENSUM 3



TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN



INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

PENSUM 4 (REDISEÑO)

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

PENSUM 4 (REDISEÑO)

DEPARTAMENTO DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Perfil de egreso	Competencias	Resultados de aprendizaje
<p>El Ingeniero de Producción articulado por ciclos propedéuticos con el Tecnólogo en Sistemas de Producción del ITM es un profesional íntegro, con conciencia social y ambiental, que responde a las problemáticas de productividad y competitividad de los sectores económicos del país y la región. Afronta de forma crítica las situaciones problemáticas que se presentan, aplicando métodos cuantitativos para el análisis, el diagnóstico de problemas y la toma de decisiones. Se comunica de forma oral y escrita a un nivel correspondiente a un profesional, trabajando en equipo y liderando con asertividad y empatía los equipos de trabajo.</p> <p>Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro.</p> <p>Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.</p>	<p>C1. Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro.</p>	<p>RA1. Define el proceso de manufactura y la configuración productiva o de servicio de la instalación, considerando las capacidades, tecnologías disponibles de la empresa, el entorno, aspectos de calidad y requerimientos logísticos y económicos.</p>
		<p>RA2. Diseña las operaciones logísticas para la gestión de la cadena de suministros, considerando modelos de aprovisionamiento de la demanda, distribución de mercancías y localización de instalaciones usando métodos de ingeniería.</p>
	<p>C2. Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.</p>	<p>RA3. Programa la producción bajo diferentes configuraciones productivas usando métodos de optimización.</p>
		<p>RA4. Establece oportunidades de mejora continua en los sistemas productivos y propone soluciones innovadoras para aumentar la eficiencia y la productividad, basándose en el análisis de los procesos de manufactura y la gestión del ciclo de vida del producto.</p>

Matriz de relación entre las asignaturas del pensum 4 y los indicadores de logro para la medición de los Resultados de Aprendizaje

5	ASIGNATURA	CF	Aporte asignatura	Pes	Aporte asignatura	Pes	Aporte asignatura	Pes	Aporte asignatura	Pes
1	INTRODUCCIÓN A LA FORMACIÓN PROFESIONAL	Disciplinar	"Conocer las características de los sectores industriales y de servicio." "Conocer la composición de estos sectores en el entorno nacional, regional." "Problemáticas actuales o necesidades." "Rol del ingeniero de producción en los sectores productivos y de servicio." "Aspecto del código sustantivo del trabajo para la administración del personal que interviene en los procesos productivos." "Interpretar layouts de plantas y configuraciones productivas y de servicio (analizar planos de plantas)." "Generalidades sobre diseño de producto." "Conocer herramientas de aplicación para el diseño de productos." "Lograr identificar y diferenciar las configuraciones productivas de servicio." "Generalidades de la cadena de suministro." "Generalidades de la administración de operaciones (aprovisionamiento, distribución de..."	2%	Introduce los tipos de manufactura y de servicios de orden local	10%	Ident de pr diestr			
2	SISTEMA DE GESTIÓN EN SS EN EL TRABAJO	Disciplinar	Regulaciones laborales relacionadas a los procesos productivos y de servicio. Aspecto del código sustantivo del trabajo para la administración del personal que interviene en los procesos productivos.	2%	Consideraciones del talento humano en la relación con las tecnologías asociadas a los procesos productivos, así como las restricciones legales asociadas a los procesos. "Diferenciación de las tecnologías productivas y de servicio." "Conocer herramientas y aplicaciones para el desarrollo de productos." "Conocer los requisitos para el análisis de..."	5%	"Evaluación de la calidad." "Con la..."			
2	DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR	Disciplinar	Interpretar layouts de plantas y configuraciones productivas y de servicio (analizar planos de plantas). Generalidades sobre diseño de producto. Conocer herramientas de aplicación para el diseño de productos. Lograr identificar y diferenciar las configuraciones productivas de servicio. Generalidades de la cadena de suministro. Generalidades de la administración de operaciones (aprovisionamiento, distribución de..."	10%	Interpretar layouts de plantas y configuraciones productivas y de servicio." "Conocer herramientas y aplicaciones para el desarrollo de productos." "Conocer los requisitos para el análisis de..."	5%	"Evaluación de la calidad." "Con la..."			
3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	Disciplinar	Lograr identificar y diferenciar las configuraciones productivas de servicio. Generalidades de la cadena de suministro. Generalidades de la administración de operaciones (aprovisionamiento, distribución de..."	20%	Conocer las tecnologías actuales en manufactura, incluyendo mecanizado CNC, impresión 3D, y robótica industrial, para identificar las más adecuadas según las capacidades de la..."	5%	Introducción a la programación de procesos de transformación o prestación de servicios.	5%	Introducción a la programación de procesos de transformación o prestación de servicios.	5%
4	LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y LABORATORIO	Disciplinar	Utilización del pensamiento lógico para descomponer sistemas complejos en partes manejables que pueden ser analizadas y optimizadas. "Introducción a algoritmos que pueden..."	6%	Utilización del pensamiento lógico para descomponer sistemas complejos en partes manejables que pueden ser analizadas y optimizadas. "Introducción a algoritmos que pueden..."	10%	Desarrollo de habilidades de lógica de programación, y programación en software como Python	5%	Utiliza herramientas de programación de procesos de transformación o prestación de servicios.	5%
4	FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA	Disciplinar	Relacionar el proceso de manufactura con una configuración productiva. Conocimiento general de procesos de manufactura y relación con una configuración productiva. Conocer las tecnologías actuales en manufactura. Generalidades de la administración de operaciones (aprovisionamiento, distribución de..."	10%	Determina capacidad en función del proceso de manufactura	##	"Construcción de diagramas de flujo y/o operación para procesos de transformación o prestación de servicios." "Flujo de operaciones y roles (ejemplo: frontoffice/backoffice)." "Uso de software para..."	5%	Relación de la capacidad de manufactura con la configuración productiva.	10%
4	INGENIERÍA DE MÉTODOS	Disciplinar	Identificar la configuración del sistema de producción para definir el método de trabajo (puesto de trabajo, tiempos y movimientos).	5%	Establece el método de trabajo que permita maximizar la eficiencia y su relación con el proceso de manufactura y las máquinas disponibles para el mismo.		"Determinación de tiempos estándar de procesamiento." "Determinación de tareas en un puesto de trabajo (construcción de diagramas)." "Definición de métricas de desempeño y productividad en el puesto de trabajo." "Análisis estadístico de datos como tiempos de producción y su implicación en la capacidad de producción, tiempos estándar, entre otros..."	10%	Ident y mar serv...	
5	ESTADÍSTICA II	Disciplinar	Regresión lineal simple y múltiple, Diseño de experimentos							
5	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN	Disciplinar	Sistemas tecnológicos (software, hardware, máquinas y equipos, controles lógicos y programables) para la planeación, programación, seguimiento y control de acuerdo con la configuración productiva.				Tecnologías convergentes y su aplicación en sistemas productivos (IoT, computación en la nube, arquitecturas, ecosistemas de información)			Com
5	PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar	"Identificación de cuellos de botella en sistemas productivos y de servicio." "Diagnóstico de la capacidad según sistema productivo." "Planeación de personal según sistema productivo."		"Análisis de capacidad para abordar los problemas de planeación." "Determina la fracción defectiva de un proceso y su implicación en términos de capacidad, eficiencia y calidad."		"Definición de horizontes de planeación." "Estimación o predicción de la demanda." "Estimación y evaluación de la capacidad." "Definición de niveles de utilización y eficiencia." "Estimación de la productividad."	2%	Ident y mar serv...	
5	OPTATIVA I	Disciplinar								
5	TRABAJO DE GRADO TECNOLÓGICA	Disciplinar								
6	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	Disciplinar	Six Sigma		Determina la fracción defectiva de un proceso y su implicación en términos de capacidad, eficiencia y calidad		"Definición de variables y puntos en el flujo productivo donde se evaluará la calidad." "Plan de muestreo"	2%		
6	FUNDAMENTOS DE FÍSICA DE PLANTAS	Disciplinar	"Incluir temas Lean Manufacturing (conceptos Kaizen, Andon, 5S, en generalidades de herramientas Lean) para la mejora de los sistemas productivos (trabajos aplicados, aplicación en problemas)." "Técnicas de programación en función de las configuraciones productivas."				Evaluación de efectos de variabilidad en plan de producción. "Integración de las operaciones productivas o de servicio en piso"	2%		
6	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar	Técnicas de programación en función de las configuraciones productivas.				"Balanceo de operaciones." "Identificación de cuellos de botella en esquemas productivos"	5%	Desarrollo de la capacidad de programación de procesos de transformación o prestación de servicios.	5%

DEPARTAMENTO DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN

PROGRAMA INGENIERIA DE PRODUCCION ARTICULADO POR CICLOS PROPEDÉUTICOS CON EL PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

PERFIL DE EGRESO	COMPETENCIAS	RESULTADOS APRENDIZAJE	INDICADOR DE LOGRO	MOMENTO DE MEDICIÓN
<p>El Ingeniero de Producción articulado por ciclos propedéuticos con el Tecnólogo en Sistemas de Producción del ITM es un profesional íntegro, con conciencia social y ambiental, que responde a las problemáticas de productividad y competitividad de los sectores económicos del país y la región. Afronta de forma crítica las situaciones problemáticas que se presentan, aplicando métodos cuantitativos para el análisis, el diagnóstico de problemas y la toma de decisiones. Se comunica de forma oral y escrita a un nivel correspondiente a un profesional, trabajando en equipo y liderando con asertividad y empatía los equipos de trabajo.</p> <p>Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro.</p> <p>Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.</p>	<p>C1. Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro.</p> <p>C2. Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.</p>	<p>RA1. Define el proceso de manufactura y la configuración productiva o de servicio de la instalación, considerando las capacidades, tecnologías disponibles de la empresa, el entorno, aspectos de calidad y requerimientos logísticos y económicos.</p> <p>RA2. Diseña las operaciones logísticas para la gestión de la cadena de suministros, considerando modelos de aprovisionamiento de la demanda, distribución de mercancías y localización de instalaciones usando métodos de ingeniería.</p> <p>RA3. Programa la producción bajo diferentes configuraciones productivas usando métodos de optimización.</p> <p>RA4. Establece oportunidades de mejora continua en los sistemas productivos y propone soluciones innovadoras para aumentar la eficiencia y la productividad, basándose en el análisis de los procesos de manufactura y la gestión del ciclo de vida del producto.</p>	<p>11.1 Define las configuraciones productivas y de servicio, identificando los elementos claves del proceso de manufactura (Materiales, tecnologías del proceso y diseño del producto o servicio) de acuerdo con los recursos disponibles en la organización.</p> <p>11.2 Determina el proceso de manufactura teniendo en cuenta las capacidades y tecnologías disponibles de la empresa, para maximizar la eficiencia y la calidad.</p> <p>11.3 Diseña instalaciones productivas o logísticas</p>	<p>DISEÑO DE INSTALACIONES</p> <p>DISEÑO DE INSTALACIONES</p> <p>DISEÑO DE INSTALACIONES</p>
			11.4 Evalúa los aspectos económicos necesarios para establecer un proceso de manufactura teniendo en cuenta los elementos de la distribución de planta, los elementos tecnológicos, los aspectos logísticos y operativos asociados al proceso.	DISEÑO DE INSTALACIONES
			12.1 Define un modelo de aprovisionamiento según las características de demanda.	ESTRATEGIA DE OPERACIONES
			12.2 Evalúa modelos de localización y distribución de mercancías.	ESTRATEGIA DE OPERACIONES
			13.1 Realiza la planeación de las operaciones	OPTIMIZACIÓN
			13.2 Realiza la programación de las operaciones	OPTIMIZACIÓN
			14.1 Evalúa mejoras en los sistemas y procesos de manufactura de acuerdo con los requerimientos de eficiencia y productividad, demostrando comprensión de los procesos de manufactura y la gestión del ciclo de vida del producto.	PROCESOS DE MANUFACTURA III
				PROCESOS DE MANUFACTURA III

GUÍA DE MEDICIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN DEPARTAMENTO DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN



RESULTADOS DE APRENDIZAJE 2. Diseña las operaciones logísticas para la gestión de la cadena de suministros, considerando modelos de aprovisionamiento de la demanda, distribución de mercancías y localización de instalaciones usando métodos de ingeniería.

El programa de Ingeniería de Producción articulado por ciclos propedéuticos con el Tecnólogo en Sistemas de Producción Tecnología en Sistemas de Producción propone medir la capacidad para *"Diseña las operaciones logísticas para la gestión de la cadena de suministros, considerando modelos de aprovisionamiento de la demanda, distribución de mercancías y localización de instalaciones usando métodos de ingeniería."* mediante los siguientes indicadores:

1. Define un modelo de aprovisionamiento según las características de demanda.
2. Evalúa modelos de localización y distribución de mercancías.

LINEAMIENTOS DE APLICACIÓN

Se sugiere la aplicación de esta rúbrica en el desarrollo de al menos una actividad formativa realizada por los estudiantes de forma que se permita medir y valorar el Resultado de Aprendizaje

RÚBRICA

Indicador	Sobresaliente 4-5	Satisfactorio 3-4	En desarrollo 2-3	Deficiente 0-2
I2.1 Define un modelo de aprovisionamiento según las características de demanda.	Selecciona correctamente el modelo de aprovisionamiento adecuado, según las condiciones de la demanda y el mercado.	Selecciona el modelo de aprovisionamiento adecuado, pero la argumentación no es clara	Identifica elementos de la demanda y el mercado para la definición del modelo de aprovisionamiento, pero la selección del modelo es errada y no es clara la argumentación.	No identifica elementos de la demanda y el mercado para la definición del modelo de aprovisionamiento, y la selección del modelo es errada y no es clara la argumentación.
I2.2 Evalúa modelos de localización y distribución de mercancías.	Formula matemáticamente e implementa computacionalmente modelos de localización y distribución de mercancías de manera correcta.	La formulación matemática es correcta, pero la implementación computacional contiene diferencias menores frente al modelo formulado.	La formulación del modelo contiene falencias mayores o la implementación computacional contiene errores que no permiten su ejecución.	La formulación del modelo contiene falencias mayores y la implementación computacional contiene errores que no permiten su correcta ejecución

DOCENTES INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad | 80
Años

Relación estudiante docente de los programas de Tecnología e Ingeniería

Por tipos de programa	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1
Ingeniería de producción y Tecnología en sistemas de producción	66	63	55	57	62	57	76	50	49	43	41

ESTUDIANTES INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad | 80
Años

Estudiantes del Programa

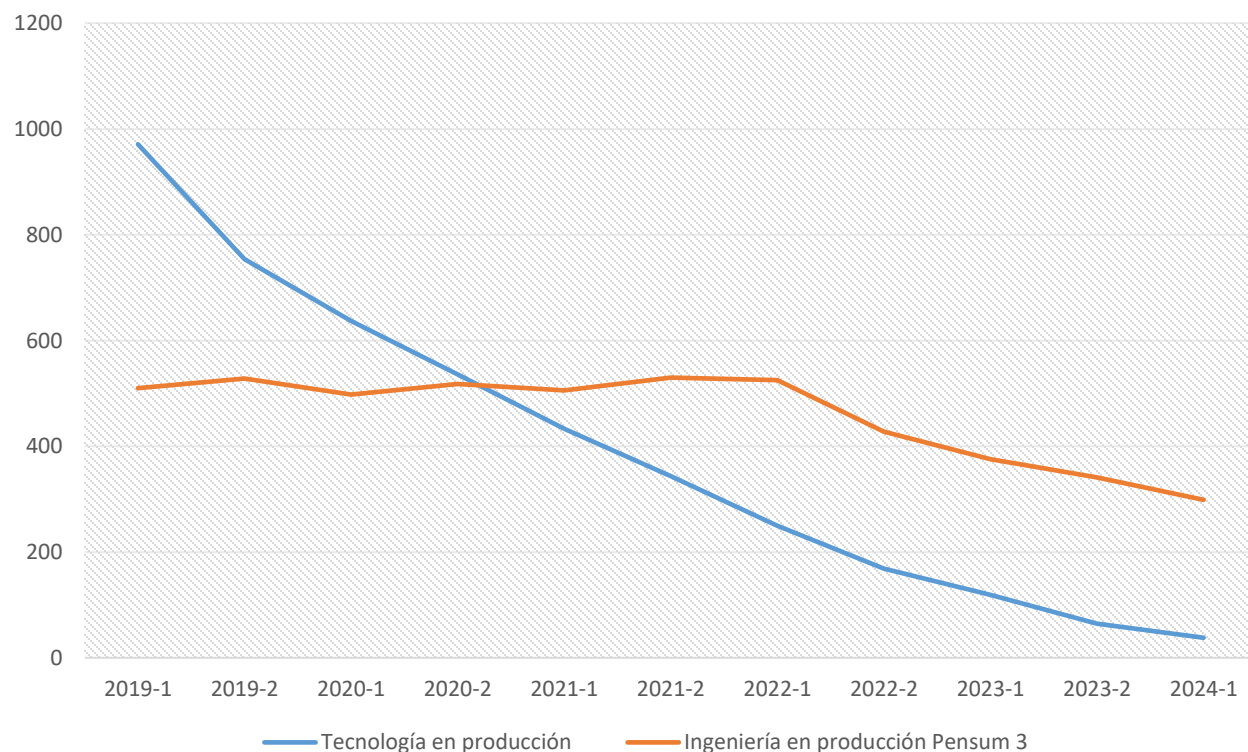
Pensum 3 y Pensum 4

2009-II – 2024-I

Hacia una era de
Universidad y Humanidad



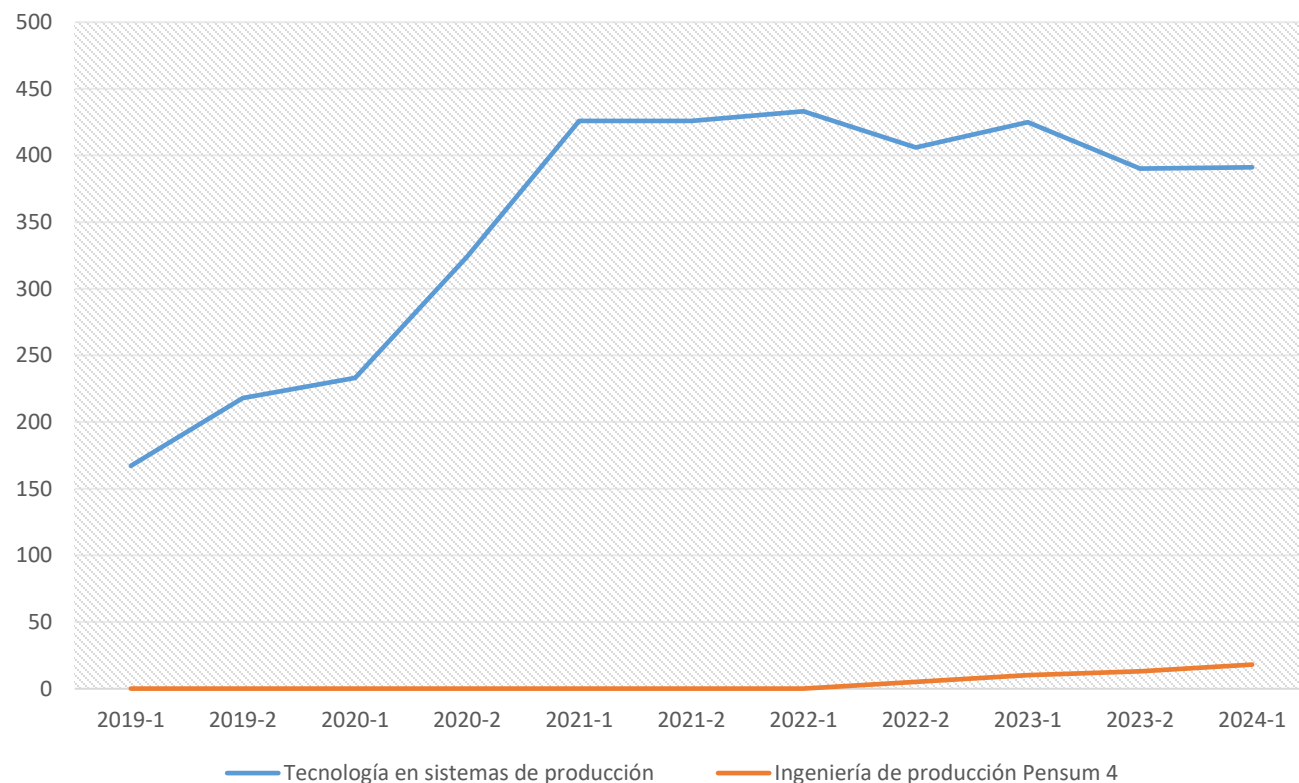
Propedeútico Pensum 3



Periodo	Tecnología en producción	Ingeniería de producción Pensum 3
2019-1	971	510
2019-2	754	528
2020-1	637	498
2020-2	536	518
2021-1	433	506
2021-2	344	530
2022-1	250	525
2022-2	169	428
2023-1	119	376
2023-2	65	341
2024-1	38	299



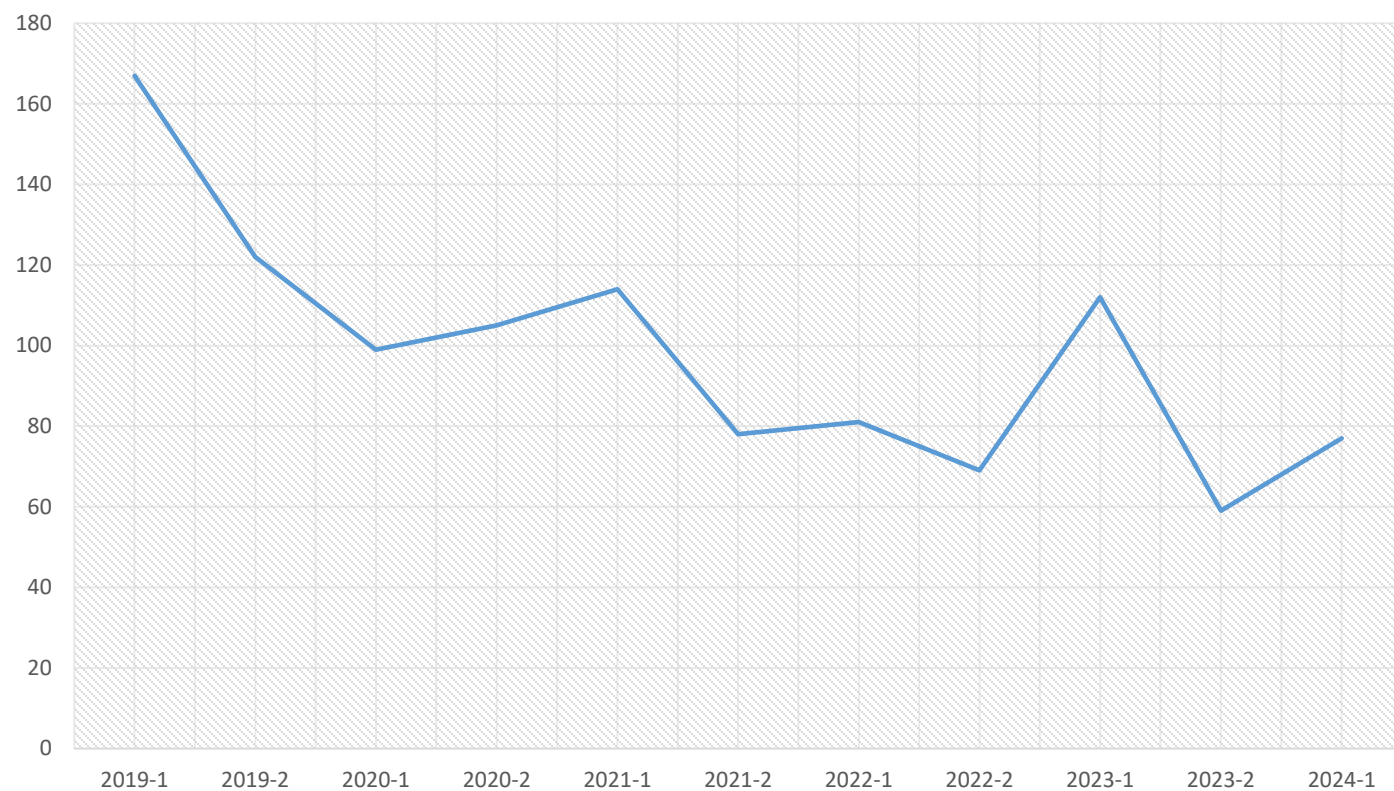
Propedeútico Pensum 4



Periodo	Tecnología en sistemas de producción	Ingeniería de producción Pensum 4
2019-1	167	0
2019-2	218	0
2020-1	233	0
2020-2	324	0
2021-1	426	0
2021-2	426	0
2022-1	433	0
2022-2	406	5
2023-1	425	10
2023-2	390	13
2024-1	391	18



Estudiantes nuevos Tecnología en Sistemas de Producción



Periodo	Matriculados nuevos
2019-1	167
2019-2	122
2020-1	99
2020-2	105
2021-1	114
2021-2	78
2022-1	81
2022-2	69
2023-1	112
2023-2	59
2024-1	77

EGRESADOS INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad | 80 Años

Egresados del Programa

2009-II – 2023-II

3333 Graduados Tecnología en Producción

1750 Graduados Ingeniería de Producción

2019-I – 2023-II

41 Graduados Tecnología en Sistemas de
Producción

Aun no hay graduados en Ingeniería de Producción
(Pensum 4)

Hacia una era de
Universidad y Humanidad

PERMANENCIA INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad | 80 Años



TIPO	TASA DE RETENCIÓN
2019-1	93.25%
2019-2	92.31%
2020-1	94.29%
2020-2	92.74%
2021-1	97.67%
2021-2	97.36%

Estrategias de Permanencia

Convenio SENA

Estrategia “Prepárate para la U”

Charlas a estudiantes de primer semestre

Semillero de Iniciación

Hacia una era de
Universidad y Humanidad

INVESTIGACIÓN INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad | 80
Años

Líneas de investigación	Proyectos Inscritos	Equipos de semilleros
Línea de Calidad	6	3
Línea de manufactura y PLM	8	2
Línea de Sistemas Logísticos	5	1
Línea de Manufactura Sostenible	8	1
Línea de Metrología	3	2

Hacia una era de
Universidad y Humanidad

EXTENSIÓN

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

Extensión del Programa

SENA

Cursos

Certificados

- Programa de Educación Continua - Por Demanda
- Programa de Educación Continua - Por Oferta

Educación Continua



- Prestación de Servicio Especializado de Laboratorio de Docencia
- Prestación de Servicio Especializado de Laboratorio de Investigación
- Prestación de Servicios Especializados (consultoría, asesoría,...)
- Prestación de Servicios Especializados - Contrato Interadministrativo

Servicios Especializados



- Proyección Social
- Eventos Institucionales

Otros Servicios



Convenios de Colaboración





La U en mi Empresa



Oferta ITM - Homologaciones SENA



PROCESO DE GESTIÓN CONTRACTUAL
ETAPA CONTRACTUAL
ANEXO AL CONVENIO DE ENCADENAMIENTO ACADÉMICO
No. CO1.PCCNTR.3946346
CELEBRADO ENTRE EL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Y EL INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO ITM



PLANTILLA DE RECONOCIMIENTO DE COMPETENCIAS PARA HOMOLOGACIÓN CONVENIO SENA - (Nombre Institución Educativa)

INFORMACION DEL SENA		INFORMACION DE LA INSTITUCION DE EDUCATIVA	
Nombre del Programa de Formación		Nombre del Programa Educativo	
Nivel		Nivel / Modelidad	
Código del Programa		Registro Calificado	
Código de la competencia	Descripción de la competencia	Asignatura	Créditos Homologados

1. INFORMACION BÁSICA DEL PROGRAMA DE FORMACION TITULADA		
1.1 Denominación del Programa:	SUPERVISION EN PROCESOS DE CONFECCION	
1.2. Código Programa:	922500	
1.3. Versión Programa:	1	
1.4. Vigencia del Programa:	Fecha inicio programa:	14/12/2020
	Fecha fin programa:	El programa aún se encuentra vigente
1.5 Duración máxima estimada del aprendizaje (horas)	Etapas Lectiva:	3120 horas
	Etapas Productiva:	864 horas
	Total:	3984 horas
1.6 Tipo de programa	TITULADO	
1.7 Título o certificado que obtendrá	TECNÓLOGO	

PRUEBAS SABER

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

Pruebas Saber del Programa

Estrategia para realizar las pruebas
genéricas en el programa

Revisión - actualización
OVAS y preguntas simulacros

(recomendación resolución de acreditación)

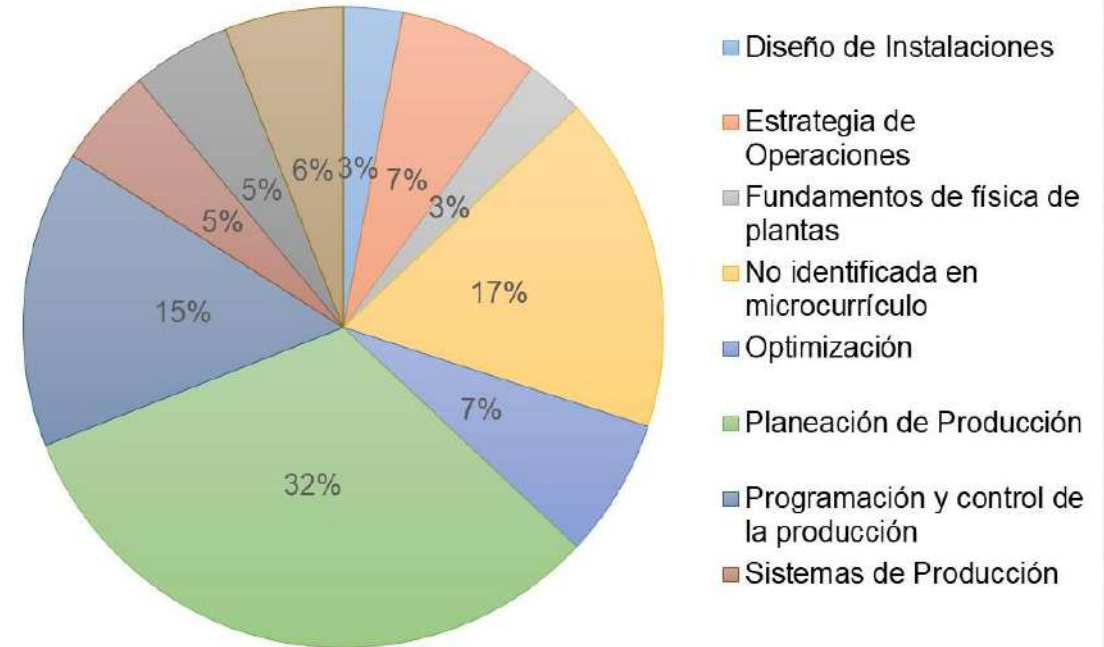
Hacia una era de
Universidad y Humanidad

2023 – 2024 Revisión – actualización simulacro Pruebas Saber Pro



- Cadenas de abastecimiento.
- Instalaciones industriales (localización, capacidad y distribución en planta).
- Sistemas de aprovisionamiento de recursos.
- Sistemas de producción de bienes y servicios.
- Sistemas de inventarios y almacenamiento.
- Sistemas de distribución física de bienes y acceso a servicios.

Proporción de preguntas por asignatura



2024 Revisión – actualización simulacro prueba específica Módulo Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería – prueba específica Módulo Pensamiento Científico, Matemático y Estadístico



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

¡MUCHAS GRACIAS!





El programa de producción por ciclos propedéuticos: (VERSIÓN COMPLETA)

Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción

Marzo 8 de 2024

Nelcy Suárez-Landazábal

Docente de Carrera-categoría Asociada

Representante docente comité curricular de ingeniería de producción

Línea de Investigación: Calidad en Educación Superior

Evolución histórica del programa de Producción

Fuente: Oficina Autoevaluación-ITM



Año	programa	Resolución	RC / AAC
1998	Tecnología en Manufactura		
2001	Modificación Tec. Producción		
2005	Acreditación Tec. Producción (Acreditación)	Esta acreditación define el traslado del programa a la nueva FCEyAd	AAC
2005	El ITM: Institución Universitaria		
2006	Ing. de Producción		RC por 6 años
2012	Creación de la FCEy Ad (46%)		
2012	Traslado del programa a la FCEyAd /coincide con la renovación de registro calificado	El traslado obedece a la necesidad de dar respuesta al CNA para la acreditación institucional.	
2012	Pérdida del registro calificado del programa de producción	resolución 15756 del 4 de diciembre del 2012.	No se tiene RC
2013	Se otorga la acreditación a la tecnología (2 vez) y a la ingeniería de producción (1 vez)	resoluciones números 12545 (corrección 5082) y 12546 del 13 septiembre de 2013	ACC x 4 años 1 vez
2013	Se renueva el RC para la Tecnología y la ingeniería de Producción	resoluciones números 15186 y 15188 del 29 de octubre del 2013	RC x 7 años
2014	El ITM se acredita institucionalmente		

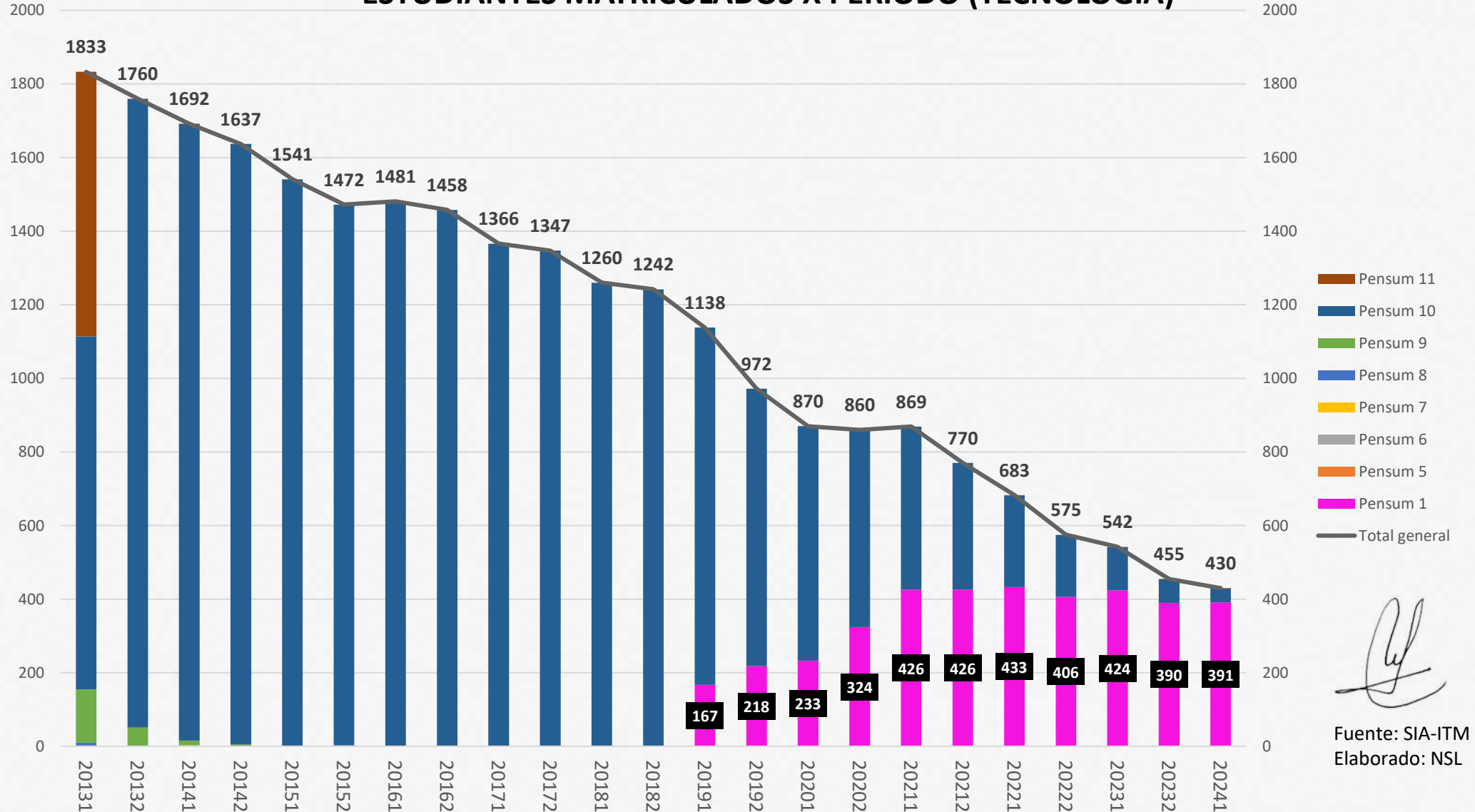
Evolución histórica del programa de Producción



Fuente: Oficina Autoevaluación-ITM

Año	programa	Resolución	RC / AAC
2018	Se renueva la malla curricular cambia de nombre a Tecnología de Sistemas de producción	resoluciones 017420 y 017419 del 30 de octubre del 2018 respectivamente. La vigencia de los registros sigue igual (7 años desde el 2013)	RC La vigencia de los registros sigue igual (7 años desde el 2013)
2019	AAC Sistemas de producción y de Ing. Producción	resolución 004002 del 12 de abril del 2019	AAC x 4 años 2 vez
2019	RC Sistemas de producción	009884 17 JUN 2020/Resolución 015982 18 Dic de 2019 (corrección)	RC x 7 años
2019	RC Ing. de Producción	011893 23 JUN 2022/014369 11 DIC 2019 corrección	RC x 7 años
2020	El ITM se reacredita por 8 años		
2023	ACC Sistemas de producción	013042 31 JUL 2023	AAC X 4 años 3 vez
2023	ACC Ingeniería de producción	013004 31 JUL 2023	AAC x 4 años

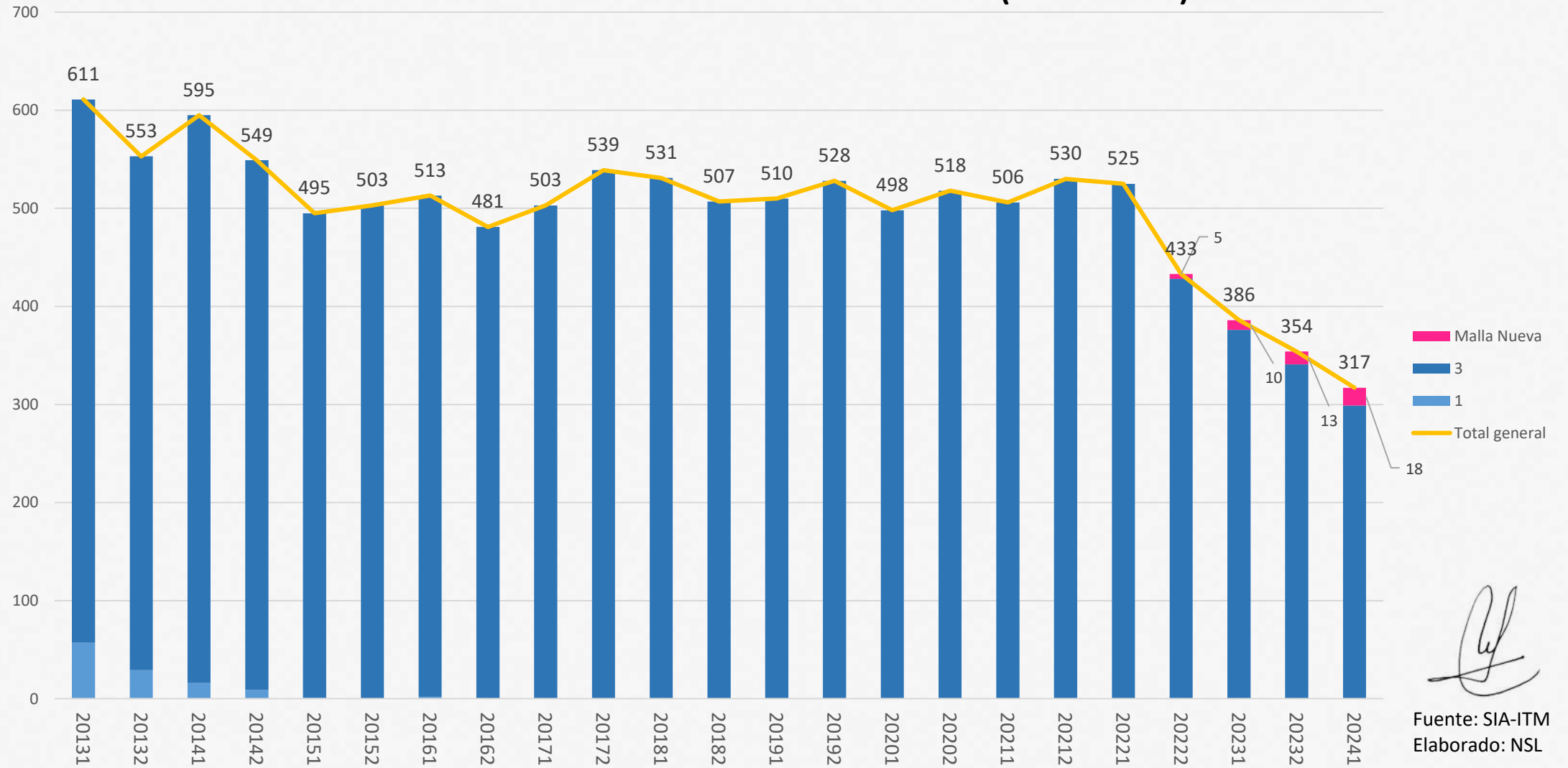
ESTUDIANTES MATRICULADOS X PERIODO (TECNOLOGÍA)




Fuente: SIA-ITM
Elaborado: NSL

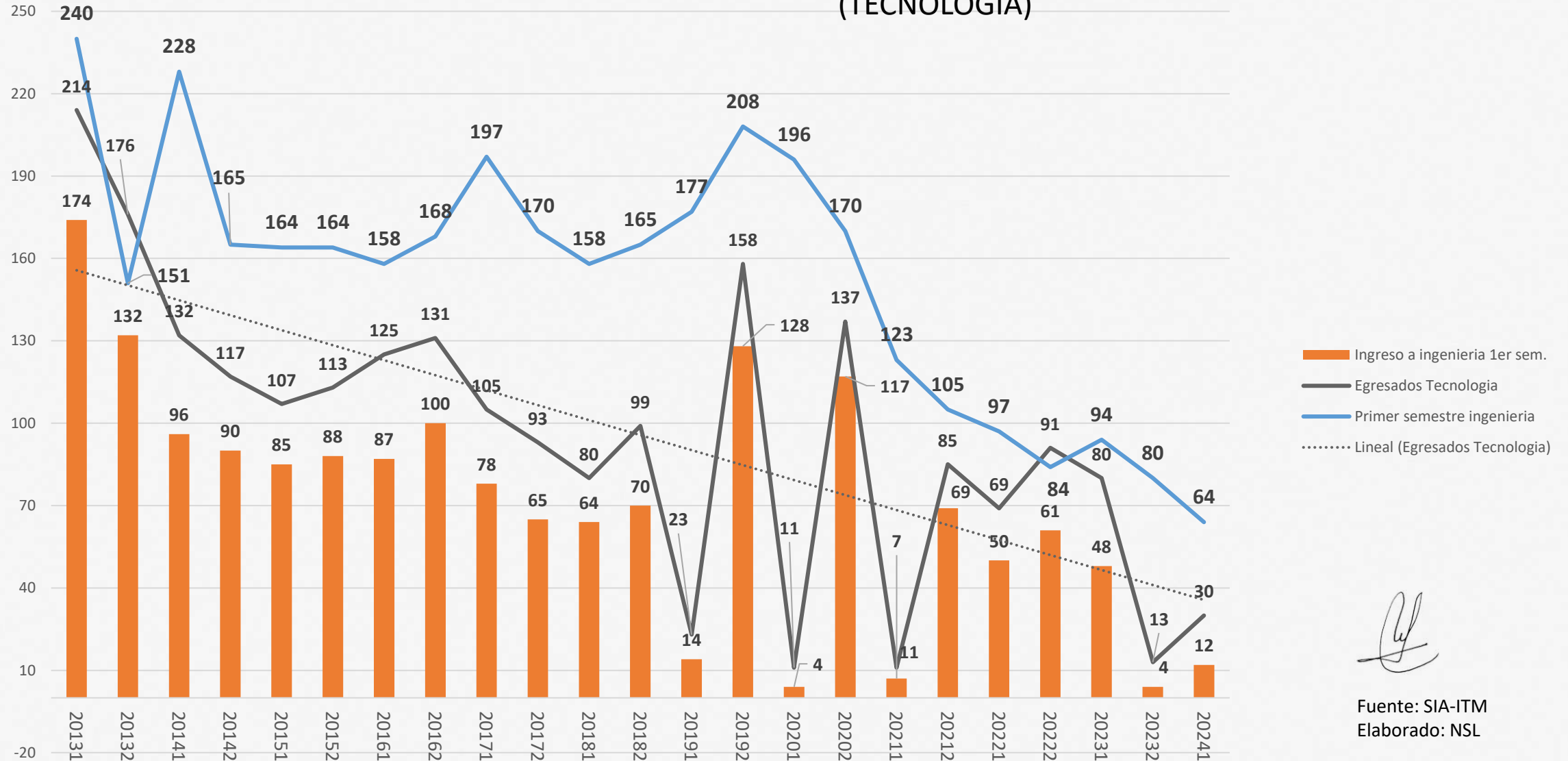


ESTUDIANTES MATRICULADOS POR PERIODO (INGENIERÍA)



Fuente: SIA-ITM
Elaborado: NSL

EGRESADOS TECNOLOGÍA Y MATRICULADOS PRIMER SEMESTRE DE INGENIERÍA X PERIODO (TECNOLOGÍA)

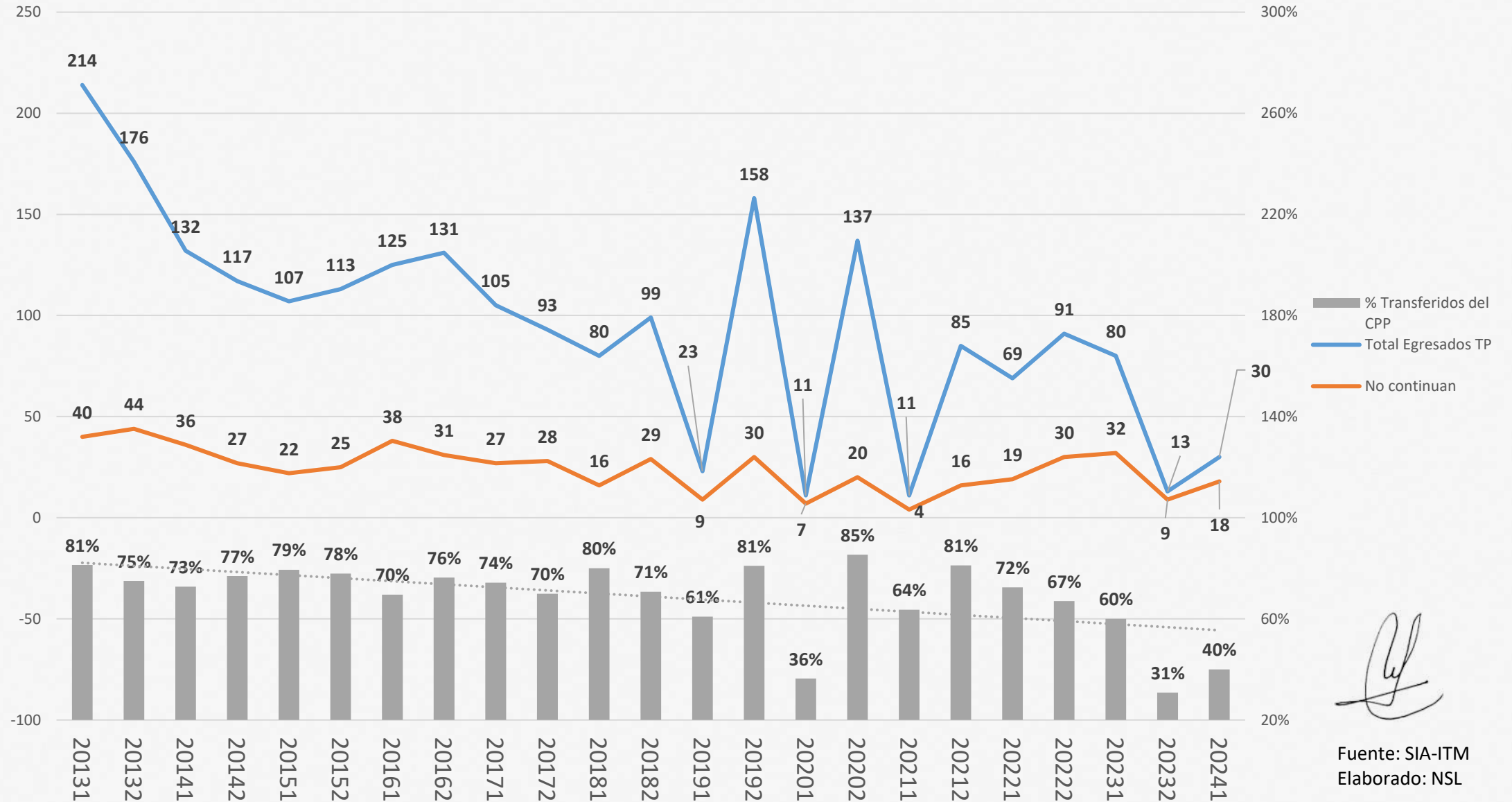



Fuente: SIA-ITM
Elaborado: NSL



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

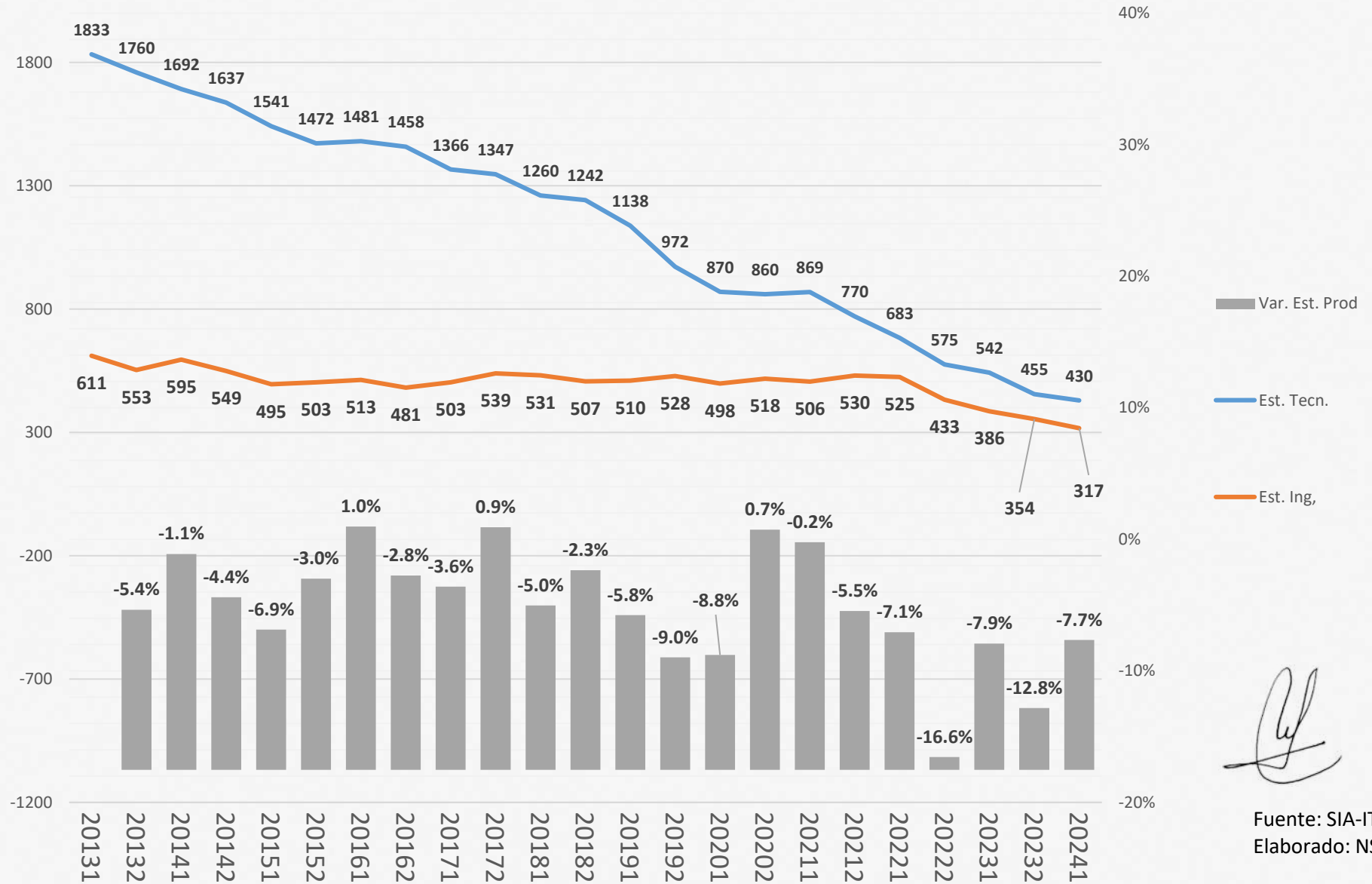
COMPARATIVO EGRESADOS TECNOLOGIA Y PERMANENCIA EN INGENIERIA



Fuente: SIA-ITM
Elaborado: NSL



MATRICULADOS INGENIERÍA Y TECNOLOGIA EN PRODUCCION

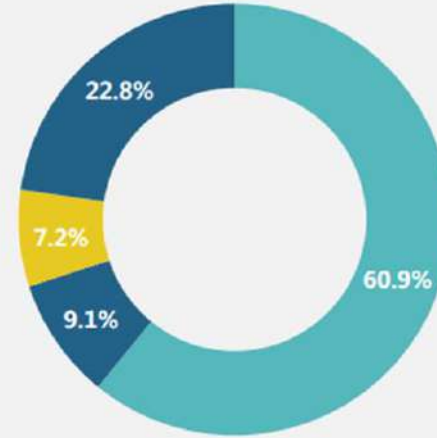


Fuente: SIA-ITM
Elaborado: NSL



BLOCKCHAIN IN MANUFACTURING MARKET

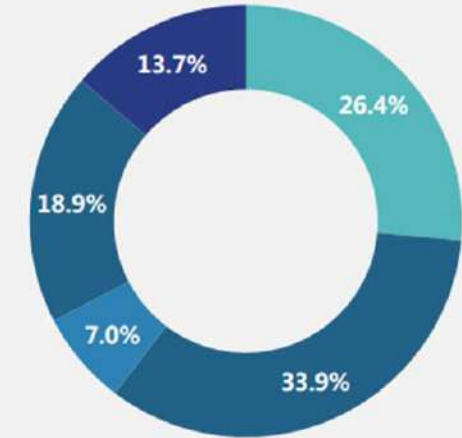
Spending Share (%), by Application, Global, 2018



Logistics and Supply Chain Management
Counterfeit Management
Quality Control and Compliance
Other Applications

GLOBAL BLOCKCHAIN IN MANUFACTURING MARKET

Spending Share (%), by End-user Vertical, 2019



Automotive
Aerospace and Defense
Pharmaceutical
Electronics and Semiconductor
Other End-user Verticals

1. Blockchain en la manufactura

- El estudio del 2020 hace una revisión del mercado de algunos subsectores (quedan pendientes de verificar y ampliar)
- Fuente: Coy y Tarazona (2020), *Informe de Resultados de Vigilancia Tecnológica área de Conocimiento "Producción" en el marco del Proyecto "Estudio de Tendencias de Áreas de Conocimiento de los Pregrados del Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM"*.

Revisión exploratoria
del mercado

Revisión exploratoria del mercado

Otros campos de acción innovadores son:

2. Analítica en la fabricación:

usos: optimización de la cadena de la cadena de suministro, gestión de inventarios, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo

Industrias que más utilizan la analítica de fabricación: son la automotriz, la de electrónica y semiconductores y la farmacéutica

3. Uso de robots colaborativos – COBOTS en la manufactura

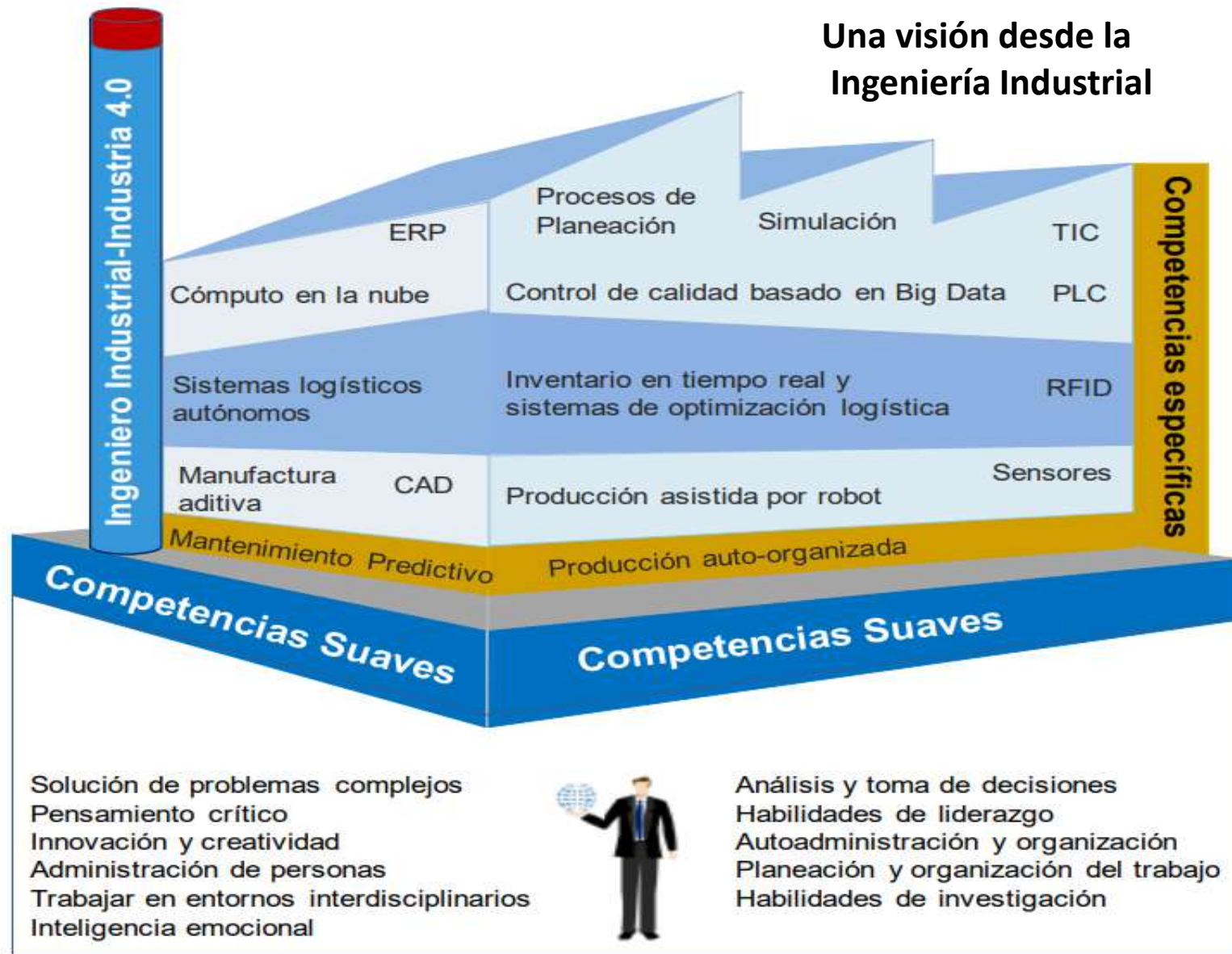
Se centra en la aplicación de la inteligencia artificial, la analítica de datos, BigData, automatización industrial, blockchain, realidad virtual, machine learning

Áreas:

Logística, Ambiental, Energética, Tecnológica



Una visión desde la Ingeniería Industrial



Fuente: Coskun et al. (2019); Foro Económico Mundial (2018a); Frank et al. (2019); Karre et al. (2017); Sackey y Bester (2016); Sackey et al. (2017); Zhong et al. (2017)

En Conclusión

- ✓ El programa perdió identidad al ubicarlo en la FCEyAd, por las asimetrías con sus objetos de conocimiento, aspecto que los pares hacen evidente en cada visita del MEN. Cabe recordar que su ubicación en la FCEyAd en el año 2012 se dio por la necesidad de cumplir los indicadores del CNA para el logro de la acreditación institucional, fue una decisión estratégica para la acreditación institucional, pero no para el programa de producción (léase también departamento de Calidad y Producción), ya que su asimetría con los objetos disciplinares de la FCEyAd, sumado a otros factores de la gestión realizada durante estos años en la FCEyAd impidió el desarrollo del programa de producción con los resultados que observan en el presente.
- ✓ La disminución del número de estudiantes matriculados en el programa de producción genera cuestionamientos institucionales por el número de profesores ocasionales, de cátedra y de carrera adscritos al programa ($430 \text{ tec} + 317 \text{ ing} = 747 \text{ alumnos } 2024-1 / 51^* \text{ profesores} = 14.65$). De igual manera, esta problemática suscita en los docentes preocupación por la continuidad de sus contratos laborales. (ocasionales principalmente).
- ✓ La estructura funcional, centralizada y rígida del ITM, y del departamento de CyP en la FCEyAd provee un ambiente competitivo e impacta el clima organizacional, aumenta la burocracia, crea conflicto e impide la comunicación y la toma de decisiones de manera efectiva, prevalecen intereses personales y de grupos específicos con objetivos que se desligan del propósito superior del PEI.



* Dato tomado de la exposición del jefe de departamento y corregido en # de docentes de carrera adscritos al programa de producción (3) (cátedra: 24; ocasionales: 24; carrera: 3)

En Conclusión

- ✓ No existe un reconocimiento por parte del estudiante del valor que representa la acreditación para las IES. Entender las expectativas de los estudiantes (generación X) y su percepción de valor sumado a las potenciales del sector educativo y productivo se hace necesario para nuestra supervivencia, es inminente flexibilizar el concepto de programas que se ofrecen en la institución, la política de créditos, sus modalidades, y su nueva versión soportados en los avances tecnológicos que han provocado altos niveles de incertidumbre y una modificación en la percepción del tiempo y el desempeño de las nuevas ocupaciones laborales a nivel global.
- ✓ La matrícula cero creó un sesgo en la gestión de las Facultades y los programas con relación a las matrículas y el mejoramiento de la calidad. La gestión por parte de los responsables en las Facultades y en los programas es lo que define la competitividad y supervivencia del programa.
- ✓ La homogeneización con las universidades invisibilizó las capacidades distintivas y el know how del ITM en el área de las tecnologías, se centró en los indicadores que emanan de las maestrías y doctorados para apoyar la investigación que se traduce en capitalismo académico en las IES, ocasionando un detrimento en la función de la docencia, lo que produce un alejamiento para nutrirnos de las potencialidades que ofrece la construcción de un nuevo sistema educativo que se desligue de ese pensamiento añejado y deshumanizado que nos impusieron las políticas neoliberales de los años 80 y 90 que condujeron a la institucionalización de la Industria académica en las IES que estamos transitando presente pero que somos renuentes a abandonar.
- ✓ Gerenciar, Gestionar se traduce en exhibir pensamiento crítico y acciones estratégicas por parte de quienes tienen la responsabilidad de liderar, de esa manera se hace evidente su plasticidad mental y su disposición para innovar y asumir el cambio, ese que se necesita para sobrevivir en este presente. **¿Será que en el ITM la resistencia al cambio es mayor que la necesidad de sobrevivir para cumplir nuestra misión?**



Mi Propuesta

- ✓ **Mi propuesta para mejorar el desempeño del programa y asegurar su supervivencia en la oferta del ITM, es el traslado del departamento de calidad y producción junto con su grupo de investigación a la Facultad de Ingeniería. Este cambio generaría sinergias y rendimientos crecientes bajando costos y amplificando el campo de acción de los egresados tras una modificación de la malla de producción que tenga una clara diferenciación y atienda la innovación tecnológica de la disciplina que es una de las que se privilegian en esta revolución industrial 4.0.**
- ✓ **Adicionalmente, los resultados de investigación del grupo habilitan la creación de un nuevo programa que se constituye en un *spin off* en el área de materiales que también se favorecería con el traslado del departamento de calidad y producción a la Facultad de Ingeniería por sus simetrías disciplinares.**

Este no es un momento de cambios incrementales o graduales, es momento de ser radicales, disruptivos, para aprovechar nuestra ubicación en el Distrito de Ciencia y Tecnología y las potencialidades del departamento de Calidad y producción en la era de la revolución Industrial 4.0, solo nos falta tomar consciencia de las oportunidades de este presente y actuar de manera objetiva y en cooperación.





Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

80
Años

¡MUCHAS GRACIAS!



Concepto sobre las guías de trabajo propuestas por un docente de la Facultad.

Se describe a continuación la revisión y comentarios sugeridos, una vez analizada y detallada cada guía entregada. Cada guía contiene una valoración indicando los i) comentarios generales que se deberían realizar para cada guía y ii) la valoración final en una tabla con las recomendaciones puntuales de este docente quien finalmente emite conceptos aceptables/favorables de la guía o inaceptables/no favorables-rechazables de cada una de las mismas.

Guía 1: Impresora 3D de materiales poliméricos y cerámicos.

- **Comentarios generales:**

-Asignatura(s) aplicable(s): también aplicaría para las asignaturas de procesos de manufactura 3 y manufactura avanzada.

-Nombrar y enumerar las figuras utilizadas en el numeral 5 “Procedimiento o metodología para el desarrollo”.

-Para el numeral 5.1 y 5.2, generación e importación del archivo stl., se sugiere ubicar una o dos figuras representativas extraídas de cualquier software de diseño CAD que ilustren estos procesos ya que son muy comunes y les será de mucha referencia y utilidad al estudiante, sea cual sea el software de su preferencia para diseño CAD.

-Numeral 5.2: “El software que se emplea para programar la impresión de los modelos 3D se llama Cura.” El software se llama Ultimaker Cura.

-Numeral 5.3, configuración de impresión: Revisar redacción y ortografía, además de la puntuación y párrafos.

- **Recomendaciones puntuales de acuerdo con los lineamientos solicitados para la revisión:**

Lineamiento	Comentario del evaluador	Recomendación del evaluador
Cuenta con soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores.	Cuenta con 37 referencias actualizadas y pertinentes	Sobresaliente soporte bibliográfico.
Coherencia y pertinencia de la temática con las asignaturas del programa	Soporta como mínimo 3 áreas de los diferentes procesos de manufactura-	Aceptable coherencia y pertinencia
Apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema	Incluye gráficos descriptivos, se solicita/sugiere enumerar y referenciar los del apartado	Aceptable apoyo de gráficos y/o figuras que facilitan la explicación del tema.

	5. También se sugiere incluir gráficos propios de la máquina impresora 3D anycubic 4max.	
--	------------------------------------------------------------------------------------------	--

Guía 2: Procesos de inyección de plásticos.

- **Comentarios generales:**

-No hay equipos de docencia en la institución para realizar esta práctica. Este equipo hace parte de los laboratorios de investigación del ITM, revisar si es posible que se atienda a la demanda creciente de docencia.

-Numeral 2.1: “El proceso produce componentes específicos o discretos que casi siempre son de forma neta”

¿quiere decir forma definida?

-Nombrar y enumerar las figuras de la **sección 2.3.1**, literales a, b y c.

Literal c: “los moldes se abren y se extrae la pieza por medio de *expulsores*”.

-Sería mejor describir la palabra como pernos eyectores en concordancia con la figura previamente mostrada en el literal b.

-Nombrar y enumerar la ecuación de la sección 5.1.

-En el **numeral 4 “Recursos requeridos”** se debería describir el molde (ojalá incluir registro gráfico del mismo) que se va a utilizar, la cantidad y tipo de material requerido (Polietileno, polipropileno, poliuretano termoplástico, etc..) para hacer los ciclos de producción necesarios para la práctica.

-Para el **numeral 5 “Procedimiento o metodología para el desarrollo”** en los pasos 4 a 13 es necesario nombrar y enumerar las figuras relacionadas en cada paso.

-Revisar la instrucción del **numeral 6 “Parámetros para elaboración de informe evaluativo”**, debe ser de otra guía y no la de inyección de plásticos.

“En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento *de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno*”

-Para el numeral 7 revisar redacción

“*de acuerdo al plan* de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8” debería ser *de acuerdo con el plan...*

- **Recomendaciones puntuales de acuerdo con los lineamientos solicitados para la revisión:**

Lineamiento	Comentario del evaluador	Recomendación del evaluador
Cuenta con soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores.	Cuenta con 3 referencias actualizadas y pertinentes. Podrían incluir la ficha técnica y manual de operación de la máquina inyectora. De ser posible ubicar mas referencias para el marco teórico.	Aceptable soporte bibliográfico.
Coherencia y pertinencia de la temática con las asignaturas del programa	Soporta como mínimo 2 áreas de los diferentes procesos de manufactura.	Aceptable coherencia y pertinencia
Apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema	Presenta suficientes figuras que explican de forma adecuada el proceso y operación en máquina inyectora.	Aceptable apoyo de gráficos y/o figuras que facilitan la explicación del tema.

Guía 3: Procesos de extrusión de plásticos.

- **Comentarios generales:**

-No hay equipos de docencia en la institución para realizar esta práctica. Este equipo hace parte de los laboratorios de investigación del ITM, revisar si es posible que se atienda a la demanda creciente de docencia.

-En el **numeral 2 “Fundamento teórico**, favor incluir un apartado que relacione en detalle el dado o cabezal extrusor, de ser posible incluir figuras descriptivas sobre el mismo, ya que este aspecto es el diferencial frente a el proceso de inyección.

-Lo anterior podrá nutrir el último lineamiento relacionado al apoyo de gráficos para facilitar la explicación del tema.

-En el **numeral 4 “Recursos requeridos”** se debería describir el cabezal o dado extrusor a utilizar.

-En el **numeral 4.3** indicar los materiales e insumos a utilizar en la práctica (Polipropileno PP, Polietileno PE, % carga y aditivos, en la medida de lo posible).

-Al igual que la guía de procesos de inyección revisar la instrucción del **numeral 6 “Parámetros para elaboración de informe evaluativo”**, debe ser de otra guía y no la de inyección de plásticos.

“En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento *de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno*”

-Para el numeral 7 revisar redacción

“*de acuerdo al plan* de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8” debería ser *de acuerdo con el plan...*

- **Recomendaciones puntuales de acuerdo con los lineamientos solicitados para la revisión:**

Lineamiento	Comentario del evaluador	Recomendación del evaluador
Cuenta con soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores.	Cuenta con 3 referencias actualizadas y pertinentes. Podrían incluir la ficha técnica y manual de operación de la máquina extrusora. De ser posible ubicar más referencias para el marco teórico.	Aceptable soporte bibliográfico.
Coherencia y pertinencia de la temática con las asignaturas del programa	Soporta como mínimo 2 áreas de los diferentes procesos de manufactura.	Aceptable coherencia y pertinencia
Apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema	Incluye gráficos descriptivos.	Aceptable apoyo de gráficos y/o figuras que facilitan la explicación del tema.

Guía 4: Manejo del micrómetro.

- **Comentarios generales:**

-En **contenido temático**: “Partes de pie de rey y Proceso de medición de longitudes con pie de rey.” No es pie de rey, debe ser el micrómetro.

-En el numeral 2.2, sería bueno ubicar una figura o gráfico para cada tipo de micrómetro (externo, interno y de profundidad).

-Al igual que la guía de procesos de inyección y extrusión revisar la instrucción del **numeral 6 “Parámetros para elaboración de informe evaluativo”**, debe ser de otra guía y no la de inyección de plásticos.

“En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento *de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno*”

-Para el numeral 7 revisar redacción

“*de acuerdo al plan* de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8” debería ser *de acuerdo con el plan...*

Lineamiento	Comentario del evaluador	Recomendación del evaluador
Cuenta con soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores.	Cuenta con 2 referencias actualizadas y pertinentes. De ser posible ubicar más referencias para el marco teórico.	Revisar soporte bibliográfico.
Coherencia y pertinencia de la temática con las asignaturas del programa	Soporta como mínimo 2 áreas de los diferentes procesos de manufactura.	Acceptable coherencia y pertinencia
Apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema	Incluye gráficos descriptivos.	Acceptable apoyo de gráficos y/o figuras que facilitan la explicación del tema.

Revisión realizada por




1017.136.379 Hed.

Adrian José Benítez Lozano

Docente Ocasional TC.

Departamento de Calidad y producción

Nombre de la Guía	Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s)	Asignatura(s) aplicable(s)	Programa(s) Académico(s) / Facultad(es)	Cuenta con soporte bibliográfico que da cuenta de un proceso de síntesis documental traída de otros autores	Coherencia y pertinencia de la temática con las asignaturas del programa	Apoyo de gráficos o mapas conceptuales para facilitar la explicación del tema
Procesos de remoción de material en torno Sherline	Laboratorio de Producción Laboratorio de máquinas y herramientas	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica	La guía de laboratorio (GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL) presenta diferentes referencias bibliográficas relacionadas con el área de manufactura y procesos metalmecánicos, referencias que soportan tanto la conceptualización como la propuesta experimental de la guía. <i>Se deben emplear citas bibliográficas en los diferentes párrafos y figuras del documento.</i>	Se presenta claramente una relación entre la guía de laboratorio y la línea de manufactura declarada en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, específicamente en las asignaturas de Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	La guía presenta un adecuado esquema gráfico, el cual permite entender la secuencia y flujo de trabajo experimental propuesto.
Procesos de unión permanente-Soldadura	Laboratorio de máquinas y herramientas	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I-II, Máquinas y herramientas	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica	La guía de laboratorio (GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL) presenta diferentes referencias bibliográficas relacionadas con el área de manufactura y procesos metalmecánicos, referencias que soportan tanto la conceptualización como la propuesta experimental de la guía. <i>Se deben emplear citas bibliográficas en los diferentes párrafos, tablas y figuras del documento.</i>	Se presenta claramente una relación entre la guía de laboratorio y la línea de manufactura declarada en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, específicamente en las asignaturas de Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	La guía presenta un adecuado esquema gráfico, el cual permite entender la secuencia y flujo de trabajo experimental propuesto.
Manejo de Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm)	Laboratorio de Producción	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica	La guía de laboratorio (GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL) presenta diferentes referencias bibliográficas relacionadas con el área de manufactura y procesos metalmecánicos, referencias que soportan tanto la conceptualización como la propuesta experimental de la guía.	Se presenta claramente una relación entre la guía de laboratorio y la línea de manufactura declarada en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, específicamente en las asignaturas de Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	La guía presenta un adecuado esquema gráfico, el cual permite entender la secuencia y flujo de trabajo experimental propuesto.
Procesos de remoción de material en Fresadora	Laboratorio de máquinas y herramientas	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura 2, Máquinas y herramientas	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica	La guía de laboratorio (GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL) presenta diferentes referencias bibliográficas relacionadas con el área de manufactura y procesos metalmecánicos, referencias que soportan tanto la conceptualización como la propuesta experimental de la guía.	Se presenta claramente una relación entre la guía de laboratorio y la línea de manufactura declarada en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, específicamente en las asignaturas de Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I	La guía presenta un adecuado esquema gráfico, el cual permite entender la secuencia y flujo de trabajo experimental propuesto.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA


Nombre de la guía:	Procesos de Extrusión de plásticos
Código de la guía (No.):	000
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de polímeros (Parque i)
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las características de las máquinas extrusoras. Conocer los procesos de extrusión de plásticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de máquina extrusora. Proceso de extrusión de plásticos 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja la máquina extrusora. Reconoce el proceso de extrusión de plásticos.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Moldeo por extrusión.

La extrusión es un proceso que se emplea para moldear materiales metálicos, cerámicos, y poliméricos. La **extrusión** es un proceso de compresión en el que se fuerza al material a fluir a través de un orificio (troquel o dado) para obtener un producto largo y continuo, cuya sección transversal adquiere la forma determinada por la del troquel. Para el caso de moldeo de polímeros, se emplea frecuentemente para termoplásticos y elastómeros (rara vez para termofijos) para producir en masa artículos tales como tubería, ductos, mangueras y formas estructurales (tales como molduras para ventanas y puertas), hojas y película,

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

filamentos continuos, así como recubrimientos para alambres y cables eléctricos. De esta manera, la extrusión se define como un proceso continuo; finalmente el producto extruido se corta después con las longitudes y medidas deseadas[1].

2.2. Proceso de extrusión de polímeros

En la *extrusión de polímeros*, las materias primas en forma de pellets, gránulos o polvo termoplástico se introducen en una *tolva* y alimentan el barril de un *extrusor de tornillo* (fig. 1). El barril contiene un tornillo helicoidal encargado de mezclar los pellets para luego transportarlos hacia el dado. La fricción interna generada por la acción mecánica del tornillo permite calentar y fundir los pellets. La acción del tornillo también aumenta la presión dentro del barril.

Los tornillos tienen tres secciones diferentes (Ver Figura 2):

- Sección de alimentación:* transporta el material de la tolva a la región central del barril.
- Sección de fusión* (también conocida como *sección de compresión* o *transición*): en ella, el calor generado por el cizallamiento viscoso de los pellets de plástico y los calentadores externos hace que empiece la fusión.
- Sección de bombeo:* aquí ocurre un cizallamiento adicional (a alta velocidad) y la fusión por el aumento de presión que se produce en la matriz.

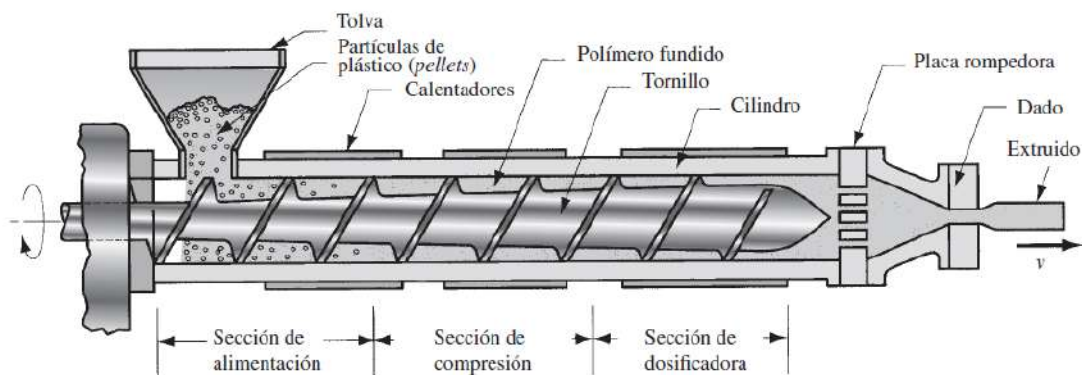



Figura 1. Componentes de una máquina extrusora de un solo tornillo para plásticos y elastómeros [1]

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

La operación del tornillo está determinada por su forma geométrica y velocidad de rotación. El tornillo consiste en “paletas” (cuerdas) en forma de espiral, con canales entre ellas por los que avanza el polímero fundido[2].

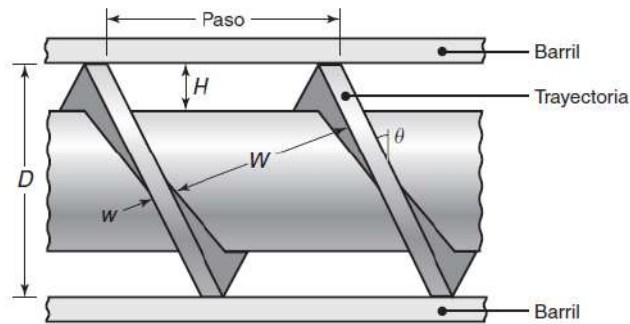


Figura 2. Geometría de tornillo de extrusor[3]

Los componentes principales de la maquina extrusora son el barril y el tornillo. El troquel no es un componente del extrusor; es una herramienta especial que tiene un perfil en particular, dependiendo de lo que se desea producir[1]. En el extremo del barril opuesto al troquel se encuentra la tolva en donde se introduce el material que alimenta el barril. Los pellets caen por gravedad al tornillo rotatorio, cuya rosca mueve al material a lo largo del barril con el fin de fundirlo y mezclarlo. Se disponen de calentadores eléctricos ubicados en el barril encargados de fundir los pellets sólidos; después, la mezcla y la fricción del material con el barril, generará calor adicional, para mantener fundido al material[1]. El material avanza 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 plástico fundido se fuerza a través de un dado o troquel mediante un proceso similar al de la extrusión de metales. Por lo general, se coloca una malla de alambre metálico justo antes del troquel para filtrar la resina sin fundir o sólida. Esta malla también ayuda a producir una contrapresión en el barril; se reemplaza en forma periódica. Entre la malla y el dado se coloca una *placa rompedora*, que tiene unos orificios pequeños para mejorar la mezcla del polímero antes de que entre en el troquel. Finalmente, el producto extruido se enfría, bien sea exponiéndolo al aire soplado o pasándolo a través de un canal con agua (conducto). Para minimizar la contracción y distorsión del producto, se debe controlar la velocidad y uniformidad del enfriamiento[3].

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

3. OBJETIVOS

- 3.1.** Reconocer las características de las máquinas extrusoras y el moldeo de plásticos por extrusión.
- 3.2.** Conocer la secuencia de operación de la extrusión de plásticos para la producción de piezas.

4. RECURSOS REQUERIDOS

4.1. Laboratorio de polímeros

4.2. Equipos.

- Extrusora



Figura 3. Extrusora doble husillo

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018




Figura 4. Peletizadora



Figura 5. Panel de control de la extrusora.

4.3. Materiales e insumos

La extrusora tiene la capacidad de procesar materiales termoplásticos y mezclar con cargas o refuerzos, ya que es una extrusora doble husillo.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

5.1.Paso 1: Encender zonas de calefacción a la temperatura recomendada del material a extruir, moviendo las respectivas perillas en ON. Cada zona tiene un control al oprimir los botones de flechas arriba y abajo se ajusta la temperatura deseada en la zona de calefacción.

5.2.Paso 2: Una vez alcanzadas las temperaturas de calefacción se permite encender el motor principal de los dos husillos de la extrusora, luego en el panel de control se ajusta la frecuencia (flechas) y se oprime ENTER para confirmar la frecuencia. De este modo de configura la velocidad de rotación de los husillos.

5.3.Paso 3: Si adicionalmente se van a agregar cargas o refuerzos al plástico que se va a extruir se debe encender el sistema de dosificación, luego en el panel de control se ajusta la frecuencia (flechas o girando la perilla negra) y se oprime ENTER para confirmar la frecuencia. De este modo de configura la velocidad de rotación del dosificador. **NOTA:** La frecuencia del dosificador debe ser menor a las rotaciones del husillo de la extrusora para evitar un plástico extruído con gran contenido de carga y/o evitar que la extrusora trabaje a altas presiones.

5.4.Paso 4: una vez comience a generarse el material extruido se lleva a la peletizadora, previamente se activa la rotación de las cuchillas mediante el botón de encendido de la peletizadora. Se introduce el material extruido para que las cuchillas lo corten y genere el material peletizado.

5.5.Paso 5: Una vez finalizada la operación de extrusión se procede a apagar la peletizadora, el sistema de dosificación, el motor de la extrusora y las zonas de calefacción.



 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018



Figura 6. Programación de temperatura en la extrusora



Figura 7. Programación del proceso de extrusión en panel de control

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

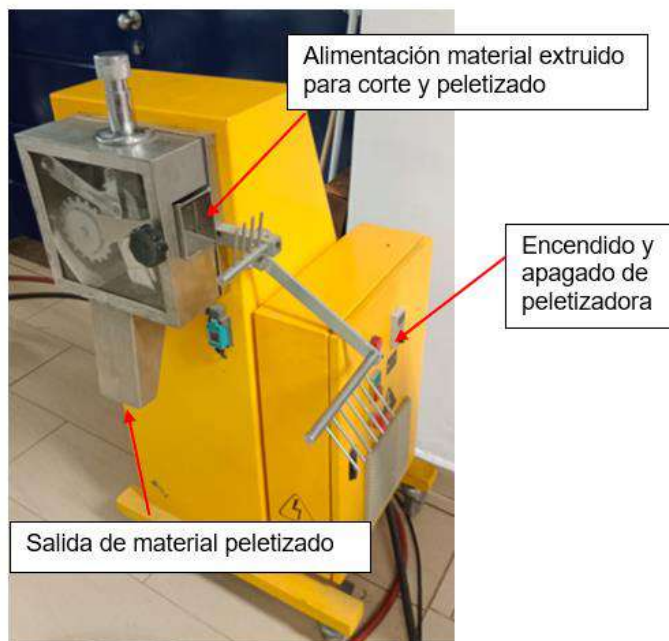



Figura 8. Partes de la peletizadora

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental
- Resultados
- Conclusiones.

En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno. En los resultados deberán colocarse y explicarse todas las observaciones, cálculos, e información obtenida durante toda la práctica.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

7. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.

8. BIBLIOGRAFÍA

<i>Elaborado por:</i>	<i>Libia María Baena Pérez, Carlos Andrés Vargas</i>
<i>Revisado por:</i>	
<i>Versión:</i>	<i>000</i>
<i>Fecha:</i>	

Referencias

- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, “Introducción a los procesos de manufactura,” 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] M. P. Groover, *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA. Materials, Processes and Systems*. 2007.
- [3] Serope. Kalpakjian, S. R. Schmid, and Espinoza Limón Jaime, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educacion, 2008.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Procesos de remoción de material en Fresadora
Código de la guía (No.):	00X
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de máquinas y herramientas.
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura 2, Máquinas y herramientas.
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las características de las fresadoras y las operaciones de fresado. Conocer los procesos de remoción externa e interna de material. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de fresadora convencional Proceso de remoción de material mediante operaciones de fresado 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja la fresadora convencional. Reconoce el proceso de remoción de material mediante operaciones de fresado.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1.Fresado

El fresado es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una pieza de trabajo frente a una herramienta cilíndrica rotatoria con múltiples bordes o filos cortantes (Ver Figura 1)[1].

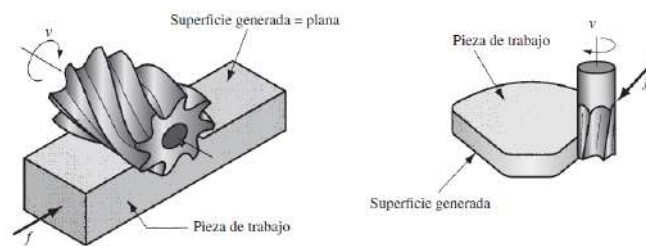




Figura 1. a) fresado plano y b) fresado refrentado

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

El eje de rotación de la herramienta cortante es perpendicular a la dirección de avance. La orientación entre el eje de la herramienta y la dirección del avance es la característica que distingue al fresado del taladrado. En el taladrado, la herramienta de corte avanza en dirección paralela a su eje de rotación. La herramienta de corte en fresado se llama **fresa o cortador para fresadora** y los bordes cortantes se llaman dientes. La forma geométrica creada por el fresado es una superficie plana. Se pueden crear otras formas mediante la trayectoria de la herramienta de corte o la forma de dicha herramienta. Debido a la variedad de formas posibles y a sus altas velocidades de producción, el fresado es una de las operaciones de maquinado más versátiles y ampliamente usadas. El fresado es una **operación de corte interrumpido**; los dientes de la fresa entran y salen de la pieza de trabajo durante cada revolución. Esto interrumpe la acción de corte y sujeta los dientes a un ciclo de fuerza de impacto y choque térmico en cada rotación. El material de la herramienta y la forma del cortador deben diseñarse para soportar estas condiciones[1].

2.2. Máquina herramienta Fresadora.

La máquina herramienta convencional que ejecuta esta operación es una **fresadora**. Las máquinas fresadoras son máquinas herramientas que se utilizan para realizar mecanizado por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. Cuentan con un eje horizontal o vertical sobre el que gira la herramienta de corte y que tiene una mesa horizontal en la que se coloca o fija una pieza de trabajo a la que daremos forma (mecanizar) con la fresa. Su versatilidad convierte a las fresadoras en la segunda máquina herramienta de mecanizado de mayor consumo y utilización en el mundo entero[2]. La primera fue construida en 1820 por Eli Whitney (1765-1825). En la actualidad existe una gran selección de fresadoras con diversos usos. A continuación, se describen las características de las fresadoras estándar. Sin embargo, muchas de estas máquinas y operaciones están siendo reemplazadas con controles por computadora y centros de maquinado [3].

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018


2.2.1. Máquinas tipo columna y codo.

2.2.2.

Utilizadas para operaciones de fresado de propósito general, las *máquinas tipo columna y codo* son las fresadoras más comunes. El husillo en el que se monta el cortador de fresado puede ser *horizontal* (Ver Figura 2a), para fresado periférico, o *vertical*, para operaciones de fresado de careado y frontal, mandrinado y taladrado (Ver Figura 2b). Los componentes básicos de estas máquinas son:

- **Mesa de trabajo:** en la que se sujeta la pieza de trabajo utilizando ranuras T. La mesa se mueve longitudinalmente en relación con las fresas paralelas.
- **Carro:** soporta la mesa y puede moverse en dirección transversal.
- **Codo:** soporta el carro y da movimiento vertical a la mesa, de manera que la profundidad de corte puede ajustarse y es posible acomodar piezas de trabajo con diversas alturas.
- **Brazo superior:** se utiliza en máquinas horizontales; es ajustable para acomodar diferentes longitudes de eje.
- **Cabezal:** contiene el husillo y el sujetador del cortador. En máquinas verticales, la cabeza puede fijarse o ajustarse verticalmente y girarse en un plano vertical sobre la columna para cortar superficies cónicas.

Las fresadoras simples tienen tres ejes de movimiento, que por lo general se mueven manual o mecánicamente. En las *fresadoras tipo columna y codo universales*, la mesa puede girar en el plano horizontal. De esta manera se pueden maquinar formas complejas (como canales helicoidales a diversos ángulos) para producir partes como engranes, brocas, machuelos y cortadores[2]

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

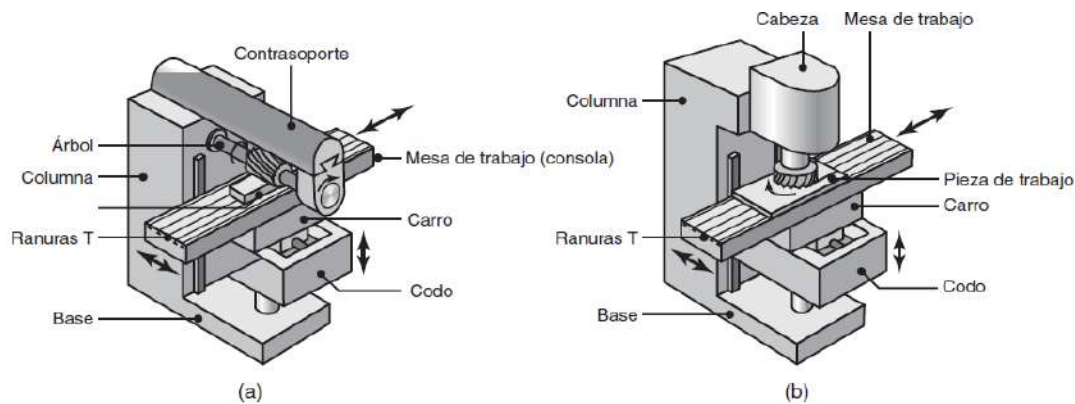


Figura 2. a) fresadora tipo columna y codo de husillo, b) fresadora tipo columna y codo de husillo vertical [2]

2.2.3. Fresadoras tipo bancada. En las *máquinas tipo bancada*, la mesa de trabajo se monta directamente en la bancada, que reemplaza al codo y puede moverse sólo en forma longitudinal. Estas máquinas no son tan versátiles como otros tipos, pero tienen alta rigidez y por lo general se utilizan para trabajo de alta producción. Los husillos pueden ser horizontales o verticales y tipo dúplex o triples (con dos o tres husillos), para maquinado simultáneo de dos o tres superficies de una pieza de trabajo.


2.3. Tipos de operaciones de fresado

Hay dos tipos básicos de operaciones de fresado, como se muestra en la Figura 3:

2.3.1. fresado periférico

2.3.2. fresado refrentado o careado.

La mayoría de las operaciones de fresado crean geometrías mediante la generación de formas.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

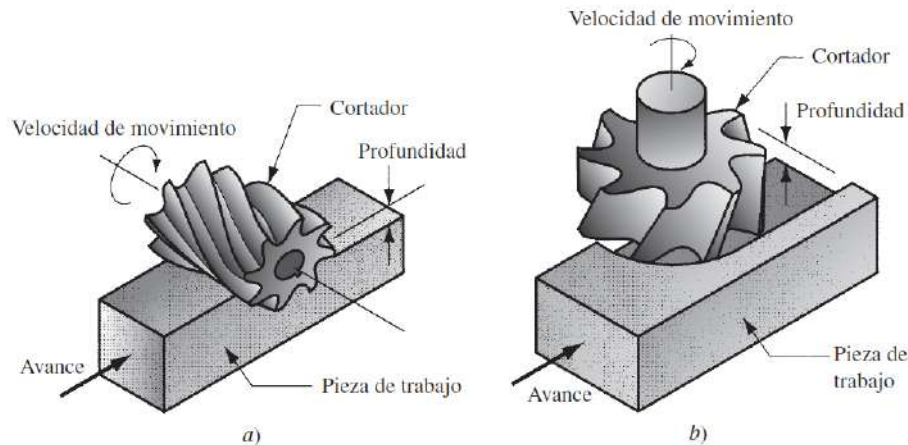



Figura 3. Dos tipos básicos de la operación de fresado: a) fresado periférico o plano y b) fresado refrentado o careado[1].

2.3.1. Fresado periférico En el fresado periférico, también llamado *fresado plano*, el eje de la herramienta es paralelo a la superficie que se está maquinando y la operación se realiza por los bordes de corte en la periferia exterior del cortador.

En la Figura 4 se muestran varios tipos de fresado periférico[1]:

- Fresado de bloque**, la forma básica de fresado periférico en la cual el ancho de la fresa se extiende más allá de la pieza de trabajo en ambos lados.
- Ranurado**, también llamado *fresado de ranuras*, en el cual el ancho de la fresa es menor que el ancho de la pieza de trabajo, creando una ranura en la pieza de trabajo (cuando la fresa es muy delgada se puede usar esta operación para tallar ranuras angostas o para cortar una pieza de trabajo en dos, llamado *fresado aserrado*).
- Fresado lateral**, en el cual la fresa maquina el lado de una pieza de trabajo.
- Fresado paralelo simultáneo**, el cual es el mismo que el fresado lateral, excepto que el corte tiene lugar en ambos lados de la pieza de trabajo.
- fresado de forma**, en el que los dientes de la fresadora tienen un perfil especial que determina la forma de la ranura que se corta en la pieza de trabajo.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Por tanto, el fresado de forma se clasifica como una operación de formado

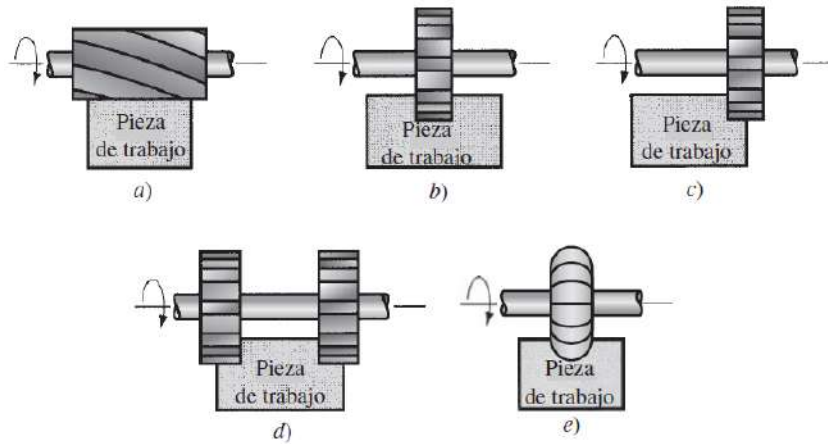


Figura 4. Fresado periférico: *a)* fresado de bloque, *b)* ranurado, *c)* fresado lateral, *d)* fresado paralelo simultáneo y *e)* fresado de forma[1].

2.3.2. Fresado refrentado o careado En el fresado refrentado, el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo y el maquinado se ejecuta cortando las orillas, tanto en el extremo como fuera de la periferia de la fresa. De igual manera que en el fresado periférico, también en el fresado frontal existen diversas formas, varias de las cuales se ilustran en la Figura 5[1]:

- a) Fresado refrentado convencional*, en el que el diámetro de la fresa es más grande que el ancho de la pieza de trabajo, de tal manera que la fresa sobrepasa a la pieza de trabajo en ambos lados.
- b) Fresado frontal parcial*, en el que la fresa sobrepasa la pieza de trabajo solamente en un lado.
- c) Fresado frontal*, en el cual el diámetro de la fresa es menor que el ancho de la pieza de trabajo, de manera que se corta una ranura dentro de la pieza.
- d) fresado de perfiles* es una forma de fresado frontal en el cual se corta la periferia de una pieza plana.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- e) *fresado de cajas o cavidades*, otra forma de fresado frontal usada para fresar cavidades poco profundas en piezas planas.
- f) *fresado de contorno superficial*, en el cual una fresa con punta de bola (en lugar de una fresa cuadrada) se hace avanzar hacia delante y hacia atrás, y hacia un lado y otro de la pieza de trabajo, a lo largo de una trayectoria curvilínea a pequeños intervalos para crear una superficie tridimensional.

Se requiere el mismo control básico para maquinarse los contornos de moldes y dados, en cuyo caso esta operación se llama *tallado o contorneado de dados*.

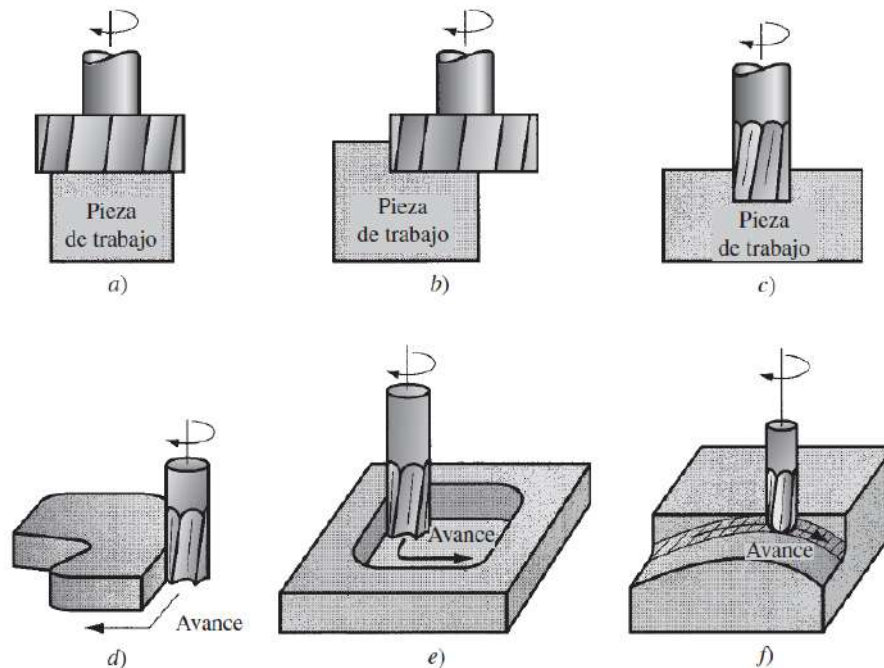


Figura 5. Fresado refrentado: a) fresado refrentado convencional, b) fresado refrentado parcial, c) fresado frontal, d) fresado de perfiles, e) fresado de cajas o cavidades y f) fresado de contorno superficial[1].

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.4. Parámetros del fresado.

La velocidad de corte (V) en el fresado periférico es la velocidad superficial del cortador[2], como se presenta en la ecuación 1.

$$V = \pi DN \quad \text{Ec. (1)}$$

donde D es el diámetro del cortador y N la velocidad rotacional del mismo (Ver Figura 5).

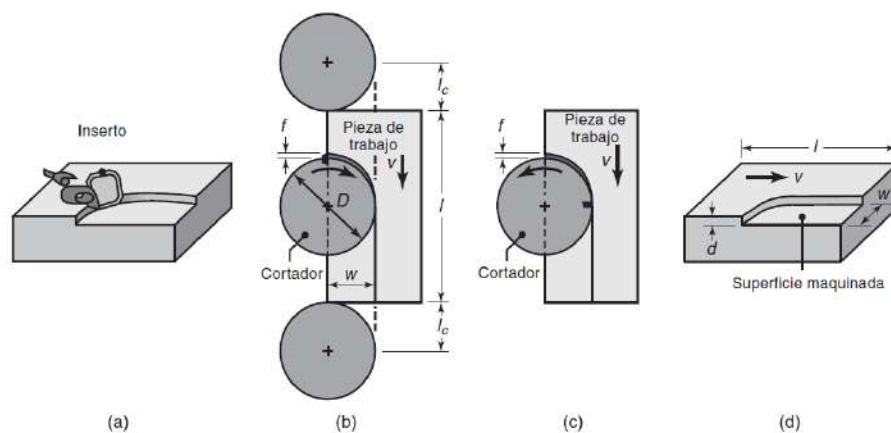



Figura 6. Operación de fresado de careado que muestra a) la acción de un inserto en el fresado de careado; b) fresado concurrente; c) fresado convencional; d) dimensiones en el fresado de careado.

La anchura de corte, w , no es necesariamente la misma que el radio del cortador[2]. Obsérvese que el espesor de la viruta en el fresado plano varía a lo largo de su longitud debido al movimiento longitudinal relativo entre el cortador y la pieza de trabajo. Para un cortador de dientes rectos, el *espesor no deformado de la viruta* (*profundidad de corte de la viruta*) aproximado (t_c) se puede calcular a partir de la ecuación 2 [2]:

$$t_c = 2f\sqrt{\frac{d}{D}} \quad \text{Ec. (2)}$$

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

donde f es el avance por diente del cortador, es decir, la distancia que avanza la pieza de trabajo por diente del cortador, en mm/diente o pulgadas/diente, y d es la profundidad de corte. Al aumentar tc , se incrementa la fuerza en el diente del cortador.

El avance por diente se determina con la ecuación 3:

$$f = \frac{v}{Nn} \quad \text{Ec. (3)}$$

donde v es la velocidad lineal (velocidad de avance) de la pieza de trabajo y n la cantidad de dientes en la periferia del cortador. La precisión dimensional de esta ecuación se puede verificar utilizando las unidades adecuadas para los términos individuales; así, por ejemplo, (mm/diente) _ (m/min) (103 mm/m)/(rev/min)(número de dientes/rev)[2].

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar el proceso fresado a través de la manufactura de una pieza con criterios de eficiencia y calidad.

Objetivos específicos

- 3.1.Reconocer las características de las fresadoras y las diferentes operaciones de fresado.
- 3.2.Conocer los procesos de remoción externa e interna de material.
- 3.3.Diseñar la secuencia de procesos más idónea y eficiente para la obtención de una pieza.
- 3.4.Seleccionar los elementos de validación y aseguramiento de la calidad tanto del proceso como del producto.
- 3.5. Identificar las principales operaciones de mecanizado convencional a través de la manufactura de una pieza asignada.
- 3.6.Determinar los tiempos de operación y los costos asociados a las mismas, con el fin de determinar los costos de producción netos por operaciones del producto.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018


4. RECURSOS REQUERIDOS

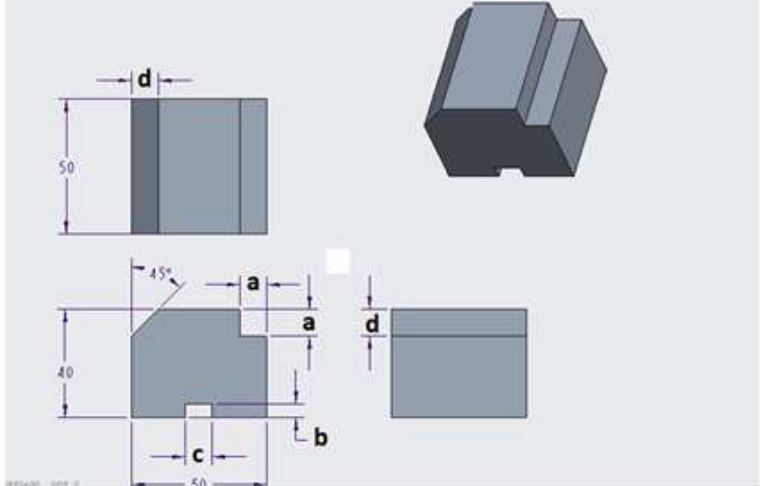
- Taller de máquinas y herramientas (Campus Robledo).
- Máquinas del taller: 2 máquinas fresadoras convencionales
- Herramientas y accesorios de máquinas.
- Herramientas de trabajo para cada máquina
- Elementos de seguridad para cada actividad (Gafas de protección, bata u overol de laboratorio, zapatos cerrados o botas de seguridad industrial entre otros).
- Suministro o materia prima inicial para la manufactura de la pieza.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. De acuerdo con los planos, dimensiones y carta de procesos sugeridos de la pieza que se muestra a continuación en la Figura 7:

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

PROCESOS DE MANUFACTURA		CARTA DE PROCESOS		Esc. Mat.	
Diseño	Revisó	Dimensiones suministro	Denominación	Hoja #	




PLANO TECNICO													
M	O	Descripción	Croquis	Hta (ISO)	Verificación	Va mm/min	n rpm	p mm	No pas	tpo min	Costo \$/pieza		

Figura 7. Carta de procesos y operaciones de la pieza a manufacturar en la práctica de fresado

5.2.De acuerdo con las vistas y cotas paramétricas que se presentan en la Figura 7 y toman valor en la Tabla 1, de acuerdo con el grupo asignado:

Tabla 1. Dimensiones de la pieza a manufacturar de acuerdo con el grupo asignado.

Medida (mm)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
a	10	8	12	10	10
b	5	8	5	5	6
c	10	8	10	8	5
d	10	8	12	8	10

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5.3. Pieza para entregar en la fecha asignada por el docente

- a) Defina las dimensiones iniciales del suministro o materia prima para realizar la pieza (De acuerdo con las especificaciones de cada grupo dada en la tabla 1)
- b) Describa la secuencia de operaciones más idónea y eficiente para realizar la pieza.
- c) Para cada operación y de acuerdo con la figura 7:
 - c1. Describa la operación y elabore un croquis demostrativo de la misma.
 - c2. Describa la herramienta necesaria y sus dimensiones.
 - c3. Describa el elemento de verificación para asegurar y validar la calidad (tolerancias dimensionales y geométricas) del producto obtenido (flexómetro, pie de rey, micrómetro, galgas para roscas, goniómetro, comparador de carátula, etc.)
- d) Describa y determine los parámetros de cada operación (como velocidad de avance, revoluciones por minuto, profundidad de corte, paso, etc.) de acuerdo con lo descrito en la sección 3.
- e) Detalle el tiempo de cada operación (omita los tiempos de alistamiento)
- f) Determine el costo de cada operación


6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental y procedimiento determinado en el numeral 5 de la guía.
- Resultados y pieza física.
- Conclusiones.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, "Introducción a los procesos de manufactura," 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available:

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

<http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>

- [2] Serope. Kalpakjian, S. R. Schmid, and Espinoza Limón Jaime, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación, 2008.
- [3] S. Kalpakjian, S. R. Schmid, and G. Sánchez García, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación, 2002. Accessed: Dec. 11, 2017. [Online]. Available:
https://books.google.com.co/books?id=gilYI9_KKAoC&dq=LAS%20PROPIEDADES%20DE%20FUNDICION%20ARNALDO%20ALONSO%20BAQUERO&hl=es&source=gsbs_similarbooks

Elaborado por:

Libia María Baena Pérez, Adrián Benitez Lozano


Revisado/aprobado por:

Comité curricular Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción

Versión:

00X

Fecha:

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA


Nombre de la guía:	Impresora 3D de materiales poliméricos y metálicos
Código de la guía (No.):	005
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Impresoras 3D – Taller máquinas y herramientas Sede Robledo
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Manufactura aditiva, Procesos de manufactura I, Procesos de ingeniería
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
Conocer el proceso de impresión 3D de materiales poliméricos y metálicos.	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de impresora 3D Proceso de impresión 3D de materiales poliméricos y metálicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja la impresora 3D. Reconoce el proceso de impresión 3D de materiales poliméricos y metálicos

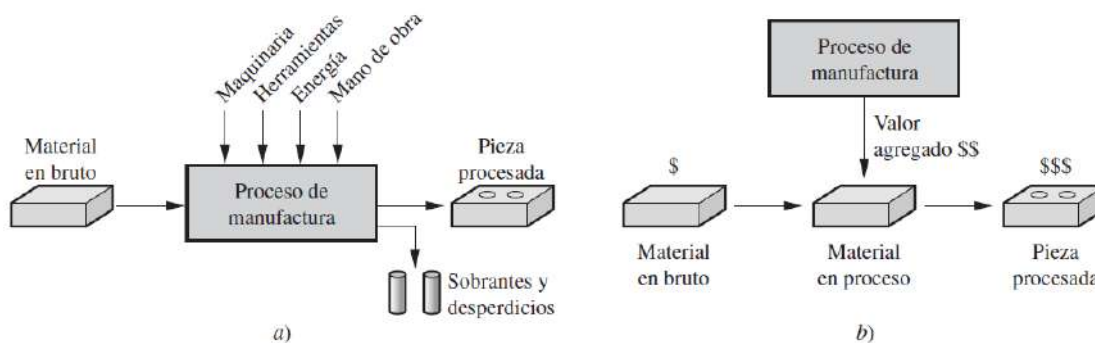
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Tecnologías de manufactura aditiva de materiales.

El término “Manufactura” es comúnmente empleado para denominar la actividad referida a la fabricación de cosas, objetos y productos, por tanto, puede definirse en un sentido tecnológico o económico [1]. Desde el punto de vista tecnológico, la manufactura es el empleo de procesos físicos y químicos para modificar formas, geometrías, propiedades, y apariencias de los diversos materiales de ingeniería con el fin de obtener componentes o prototipos [1]. Mientras que, en el sentido económico, el término “manufactura” se refiere a

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

la transformación de materiales en objetos, componentes o prototipos mediante el empleo de las diferentes técnicas de procesamiento para darle un valor agregado (ver Figura 1). Por tanto, los diferentes procesos de manufactura aumentan el valor de los materiales. En el año 1980 se desarrolló una forma de manufactura rápida de prototipos capa por capa a partir de un diseño asistido por computador (CAD) [2], lo cual permitió la reducción de tiempo y costos de fabricación, así como también la facilidad de diseñar y crear objetos con geometrías complejas y mecanizados difíciles de obtener [3][4]. Esta forma de creación rápida de prototipos es denominada “Manufactura Aditiva (MA)” la conocida también como impresión 3D es ampliamente empleada para crear productos a partir de los materiales de ingeniería o combinación de ellos tales como: metales, cerámicos, polímeros y compuestos [5]. Hoy en día, la manufactura aditiva es considerada una tecnología que se usa para construir prototipos con formas y geometrías complejas, piezas topológicamente optimizadas, de mayor precisión, con funcionalidades excepcionales, en un menor tiempo que no se lograrían obtener con los procesos de manufactura tradicionales de materiales [5], [6]. En los últimos 30 años se han desarrollado numerosos procesos de MA [7], lo cual ha implicado el empleo de nuevas tecnologías en los campos científicos, académicos e industriales, lo cual conduce a un cambio y evolución del ciclo de vida del producto para disminuir costos y tiempos de fabricación mientras que aumenta la confiabilidad y eficacia de los procesos y productos obtenidos[8]. Por tanto, la MA se ha implementado con gran éxito en muchos campos: biomédica, medicina, odontología, automotriz, aeronáutica, deportiva, etc [9]. La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales ASTM (2009) clasificó las técnicas de MA de la siguiente manera (ver Tabla 1) [7], [10]:




	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Figura 1. Dos maneras de definir manufactura: a) como proceso técnico y b) como proceso económico [1].


Tabla 1. Técnicas de manufactura aditiva según ASTM

Categorías de Procesos de manufactura aditiva	Definición	Aplicaciones
Extrusión de material	El material se dispensa selectivamente a través de una boquilla u orificio.	Prototipos de plástico
Polimerización en tina o cuba	El fotopolímero líquido en un tanque se cura selectivamente por Polimerización activada por luz.	Creación de prototipos, piezas de acabado de alta superficie
Chorro de aglutinante	Agente de unión líquida se deposita selectivamente para unir materiales en polvo	Creación de prototipos, fundición de inversiones
fusión de lecho de polvo	La energía térmica fusiona selectivamente regiones de un lecho de polvo	Creación de prototipos funcionales, piezas funcionales de ingeniería
laminación de chapa	Las hojas de material se unen para formar un objeto	Creación de prototipos
deposición de energía directa	La energía térmica enfocada se utiliza para fusionar materiales mediante la fusión a medida que se depositan.	Creación de prototipos, piezas funcionales, reparación de piezas metálicas y accesorios.


Los procesos de manufactura aditiva emplean diversos materiales para la creación de prototipos, estos materiales incluyen a los metales, polímeros, cerámicos y sus combinaciones [5]. Estas técnicas tienden a convertirse en un proceso de desarrollo inteligente y de manufactura moderna gracias a sus múltiples ventajas, y su amplia perspectiva de aplicación.

2.2. Manufactura aditiva de materiales metálicos.

La manufactura aditiva de materiales metálicos o impresión 3D, ha evidenciado un crecimiento significativo en los últimos años, hecho que se vio reflejado en el aumento de

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

las ventas de sistemas de manufactura aditiva de metales de un 49% en el año 2014 a un 97% en el 2016 [11]. Estas tecnologías son ampliamente usadas en los campos de la investigación científica y académica, en la industria biomédica, odontológica, automotriz, aeroespacial, entre otros, ya que presentan múltiples ventajas asociadas a la producción de prototipos con geometrías complejas en comparación con las tecnologías de manufactura de metales tradicionales y los cortos tiempos de producción [11][12]. En general, los procesos de manufactura aditiva de metales parten de un modelo CAD en 3D generado en softwares especializados o puede ser obtenido por ingeniería inversa [13]. Los procesos de manufactura aditiva pueden ser clasificados según el estado de la materia prima procesada y la manera en que se unen las capas de material [13]. Estas tecnologías se basan principalmente en fundir material metálico en polvo o alambre con un láser o haz de electrones, para luego crear objetos y componentes capa por capa a partir del metal fundido [11]. Los metales más comúnmente empleados para la fabricación de componentes mediante las tecnologías de manufactura aditiva son aleaciones de titanio, aluminio, cobalto, níquel, magnesio y aceros [14][13]. Las aleaciones de Titanio son materiales de ingeniería empleadas para la fabricación de componentes de alto rendimiento, que requieren de mecanizados complejos lo cual implica altos costos de producción y plazos de entrega al ser procesadas mediante procesos de manufactura tradicionales [14]. Estas aleaciones tienen una amplia aplicación en la industria de la medicina y aeroespacial, y por tanto han generado gran interés para la manufactura aditiva [15], ya que pueden disminuirse significativamente los costos y tiempos de producción. Uno de los materiales más empleado en todos los campos de la ingeniería es el acero y sus aleaciones con otros elementos metálicos [16], por sus excelentes propiedades mecánicas como alta resistencia, dureza y durabilidad [11], por tanto, este material también ha sido comúnmente empleado para ser procesado por las técnicas de manufactura aditiva [13]. Mediante la técnica de Fusión con láser selectivo (SLM) se han obtenido piezas en aceros inoxidables auténticos tales como: AISI 316L y AISI 304L [17]. Los procesos de manufactura aditiva de metales más empleados son la fusión de lecho de polvo, la deposición directa de energía [18], Inyección de aglutinante, Laminación de láminas. Otros procesos que son empleados para manufacturar aditivamente materiales metálicos son la deposición por

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

láser de metal [13], sinterizado láser directo de metal [19], fusión de metal por láser, entre otros.

2.2.1. Fusión de lecho de polvo (Powder bed fusión).


Esta técnica emplea una fuente de calor de alta energía para fundir un lecho de polvo metálico [20]. Este proceso emplea polvos metálicos muy finos que se disponen en capas delgadas extendidas en una plataforma para fundirse con un láser o un haz de electrones [11]. Las capas de polvos metálicos se van enrollando y se van fusionando hasta obtener el prototipo final en 3D. De esta técnica se derivan dos procesos que dependen del tipo de fuente de energía:

- Fusión con láser selectivo (SLM): cuando se emplea un láser de alta intensidad.
- Fusión por haz de electrones (EBM): cuando emplea un haz de electrones

Mediante la técnica SLM se logra una fusión completa de los polvos metálicos, lo cual genera propiedades mejores mecánicas, sin embargo, solo se puede emplearse para algunos metales como el acero y el aluminio [21]. Una de las principales ventajas de la fusión de lecho de polvo es la alta calidad y resolución de la impresión 3D, siendo así una técnica ideal para imprimir estructuras complejas que son comúnmente encontradas en los campos de la ingeniería de tejidos en biomédica, en la industria aeroespacial, electrónica, entre otros [26]. Empresas manufactureras han reportado que piezas de titanio producidas mediante esta técnica presentan una alta resistencia al desgaste y a la corrosión, y una menor densidad que las piezas de aluminio tradicionales.

2.2.2. Deposición directa de energía.

Esta técnica de manufactura aditiva consiste en un láser o haz de electrones orientado hacia una región del sustrato, polvo o alambre metálico, luego el metal que ha sido fundido se une al sustrato para finalmente solidificarse, es decir, se crean piezas fundiendo el metal mientras se va depositando [22][39]. La deposición de energía dirigida ha sido empleada para

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

manufacturar superaleaciones de alto rendimiento, titanio, aceros inoxidables, aluminio y aleaciones empleadas en la industria aeroespacial [26].

2.2.3. Inyección de aglutinante.

Esta técnica también se denomina fusión de lecho de polvo o cabezal de inyección de tinta de impresión 3D [20]. Este proceso de manufactura aditiva consiste en un tanque de polvo y una plataforma de construcción en donde un nivelador esparce una fina capa de polvo metálico, luego un cabezal de inyección de tinta se desplaza en las direcciones X y Y con el fin de depositar un aglutinante en cada capa para formar secciones transversales [22].


Finalmente, la plataforma se desplaza en la dirección Z para esparcir otra capa de polvo repitiéndose así la inyección del polvo aglutinante para crear el objeto denominado “cuerpo verde”[20] . Los materiales metálicos que se manufacturan mediante esta técnica son el acero inoxidable 420 y la aleación inconel 625 [22].

2.2.4. Laminación de láminas

Este proceso de manufactura aditiva consta de una fuente de energía ultrasónica o láser que tienen como objetivo unir varias láminas metálicas para crear un objeto 3D [23]. Cuando se emplean ondas ultrasónicas sobre las láminas metálicas apiladas, éstas se unen mediante difusión capa por capa creando así el objeto 3D [20].

2.3. Manufactura Aditiva de polímeros.


Para la manufactura aditiva, los polímeros se han convertido en materiales especiales para ser usados en un amplio campo de trabajos de investigación, ensayos y aplicaciones a nivel comercial por sus propiedades características que los hacen materiales únicos, como: rentabilidad, bajo peso, facilidad de proceso y versatilidad en sus composiciones. Los polímeros son materiales adecuados para la mayor parte de las tecnologías de MA por su

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

temperatura de procesamiento la cual es relativamente baja en comparación con los cerámicos y los metales. También se han obtenido biopolímeros impresos en 3D debido a la posibilidad de diseñar estructuras específicas y complejas. Existen diferentes métodos de impresión 3D (MA) para polímeros, tales como: la estereolitografía (SLA), Modelado por deposición fundida (FDM), Sinterización selectiva por láser (SLS) y bioimpresión [24].

2.3.1. Estereolitografía (SLA).

SLA es una tecnología precisa, rápida y económica que se utiliza para producir piezas en 3D con geometrías internas y externas complejas [25]. Esta técnica trabaja sobre una resina líquida, cuya polimerización se activa selectivamente por un láser ultravioleta. Este láser dibuja capa por capa en la superficie de la resina líquida un patrón definido por software de computadora CAD (Ver Figura 2) [26]. Después de finalizar el proceso de manufactura, las piezas se procesan empleando calor para completar el curado y mejorar las propiedades mecánicas. La característica más exclusiva de este proceso es su alta resolución. A diferencia de otras técnicas de MA, en SLA la pieza se construye de abajo hacia arriba lo cual ofrece ventajas como un fácil control del grosor de la capa y el empleo de poca resina para llenar el tanque, lo que quiere decir que se pueden utilizar máquinas más pequeñas en comparación con procesos que fabrican piezas de arriba hacia abajo, para la cual se requieren máquinas más grandes, lo que implica un aumento de costos [27]. La estereolitografía tiene una amplia gama de máquinas que varían en términos de tamaño, consumo de energía y cadenas de suministro. Esta técnica de manufactura aditiva está siendo empleada e investigada en países como Canadá, Italia, Estados Unidos, Colombia, entre otros. Niño y col [26], fabricaron sustratos poliméricos con nanofillers de cobre mediante SLA con mejores propiedades mecánicas, lo que hace que esta técnica sea un método de manufactura aditiva potencial que puede extenderse a otras áreas que pueden beneficiarse y convertirse en un foco de estudio.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

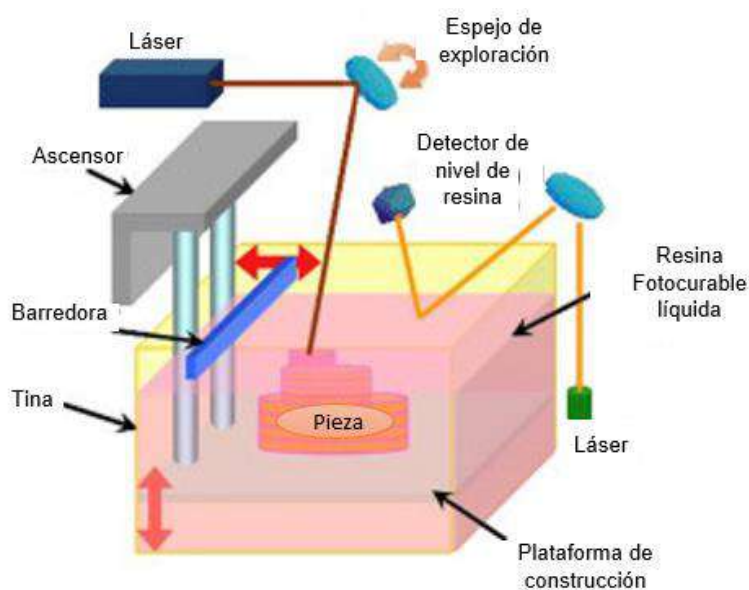



Figura 2. Representación de la configuración de SLA[28], [29]

2.3.2. Modelado por deposición fundida (FDM).

El proceso FDM es una tecnología de manufactura aditiva que ofrece ventajas de creación rápida de prototipos y menor costo ya que utiliza materiales menos costosos y no presenta riesgo de gases tóxicos ni contaminación química [30]. La FDM como técnica de manufactura aditiva se aplica en diferentes materiales, particularmente en polímeros. Una de las desventajas de este método es su dificultad de producción directa de compuestos poliméricos, es decir que se necesitan otras técnicas de fabricación complementarias por ejemplo extrusión por fusión para obtener productos adecuadamente. La calidad de las piezas impresas depende de diversas variables de proceso como la velocidad, presión, grosor de las capas, temperatura, ángulo de impresión y la naturaleza de los polímeros [31]. En este método, se utiliza un filamento continuo, es decir un conjunto de hebras usadas para formar hilos de un polímero termoplástico, de manera que se pueda imprimir en 3D capas de polímero (Ver Figura 3). El filamento se suministra a la boquilla de extrusión por medio de ruedas, luego el polímero se calienta en la boquilla hasta que se funde, depositándose continuamente en una plataforma de construcción. Todo este proceso está controlado por

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

computadora y construye capa por capa el objeto tridimensional [32]. La termoplasticidad del filamento del polímero es una propiedad esencial para este método, que permite que los filamentos se fusionen durante el proceso de la impresión [33]. Una de las desventajas de este método de manufactura es su resolución espacial, lo que quiere decir que puede producirse un desenfoque de la impresión cuando la boquilla mueve el polímero desde su ubicación a la ubicación deseada, lo que puede producir oscurecimiento en la pieza [34].

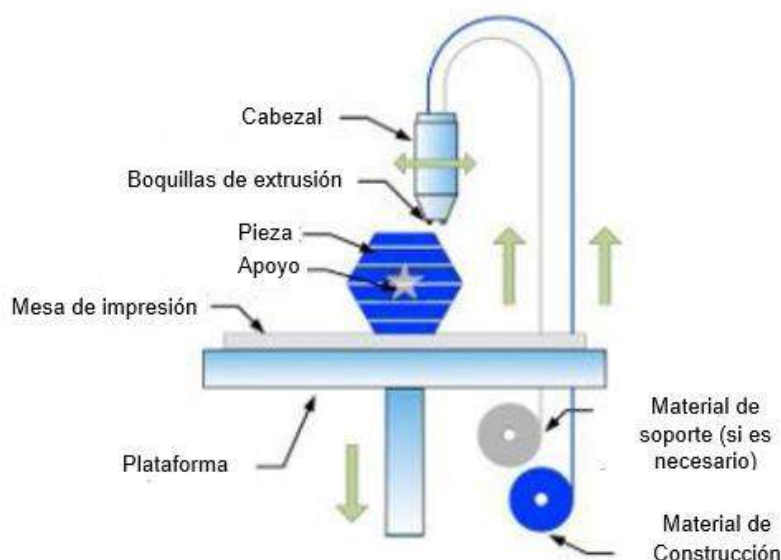



Figura 3. Representación de una configuración de FDM [29].

Este método de impresión 3D se aplica ampliamente en industrias como aeronáutica, automotriz, construcción, medicina, entre otros.

2.3.3. Modelado por deposición líquida (LDM).

El modelado por deposición líquida fabrica estructuras 3D mediante la adición consecutiva de capas de extruidos a partir de geometrías que son diseñadas en computadora. LDM utiliza la extrusión de líquidos viscosos en lugar de filamentos fundidos (ver Figura 4). La preparación de los líquidos viscosos incluso a temperatura ambiente ofrece a LDM una mayor versatilidad entre otras técnicas de impresión 3D. sin embargo, esta técnica presenta una

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

desventaja asociada a la selección de la concentración del solvente y el polímero a utilizar para lograr obtener buenos parámetros de flujo sin comprometer la evaporación del solvente empleado[29].

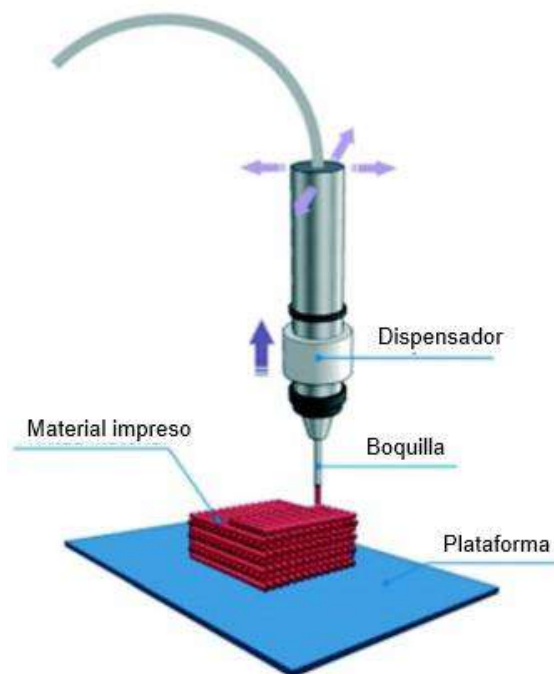



Figura 4. Representación de una configuración de LDM [29].

Mediante esta técnica pueden imprimirse en 3D diferentes materiales adicionales a los polímeros tales como cerámicos, metales, hidrogeles, materiales a base de carbono y biomateriales [52]. Postiglione y col [35], realizaron estudios sobre materiales compuestos poliméricos obtenidos por diferentes métodos de impresión 3D, entre ellos, un nanocompuesto con relleno polimérico, usando el método de LDM. El nanocompuesto polimérico obtenido mediante la técnica LDM, evidenció aumento en la conductividad eléctrica, lo que significa que esta técnica se puede utilizar para imprimir en 3D componentes electrónicos conductores. Esta técnica de impresión está siendo estudiada y aplicada en algunos países como Italia, Estados Unidos, Filipinas, entre otros.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.3.4. Impresión 3D Polyjet (PJP).

Esta técnica permite la obtención de piezas a partir de plástico acrílico curable con UV. En el campo de la medicina y la odontología, el modelo impreso por esta tecnología proporciona una mejor comprensión de la anatomía del paciente [36]. Este proceso de impresión utiliza múltiples cabezales de impresión de inyección de tinta rellenos con tintas fotocurables, para depositar capas de materiales poliméricos que luego se curan mediante la exposición a la luz UV. Las lámparas utilizadas para el curado del material depositado están ubicadas en los lados del bloque de impresión para permitir la fijación inmediata después de la deposición del material. Los objetos se imprimen en una plataforma de construcción, donde cada material es depositado digitalmente donde se necesaria y adicional a esto puede utilizarse un material de soporte similar a un gel para lograr obtener estructuras sobresalientes [37].

3. OBJETIVOS

3.1.Entender el funcionamiento del proceso del proceso de impresión 3D de polímeros.

3.2.Conocer el manejo y los parámetros básicos de condiciones de impresión 3D mediante el software cura

3.3.Obtener un prototipo 3D utilizando la impresora ANYCUBIC -4max

4. RECURSOS REQUERIDOS


4.1. Laboratorio G402

4.2.Equipos.

- Impresora 3D ANYCUBIC 4 max

4.3.Materiales e insumos

- Espátula
- Líquido desmoldeante

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- Polímero

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

5.1. Generación de archivo 3D


El archivo estándar que se maneja para reproducir el archivo digital a la impresión física 3D es el formato stl. Este formato se puede exportar de cualquier tipo de software CAD que permite obtener el modelo 3D. Se recomienda en el momento de exportar el archivo stl emplear la opción de archivo con la máxima calidad de stl.

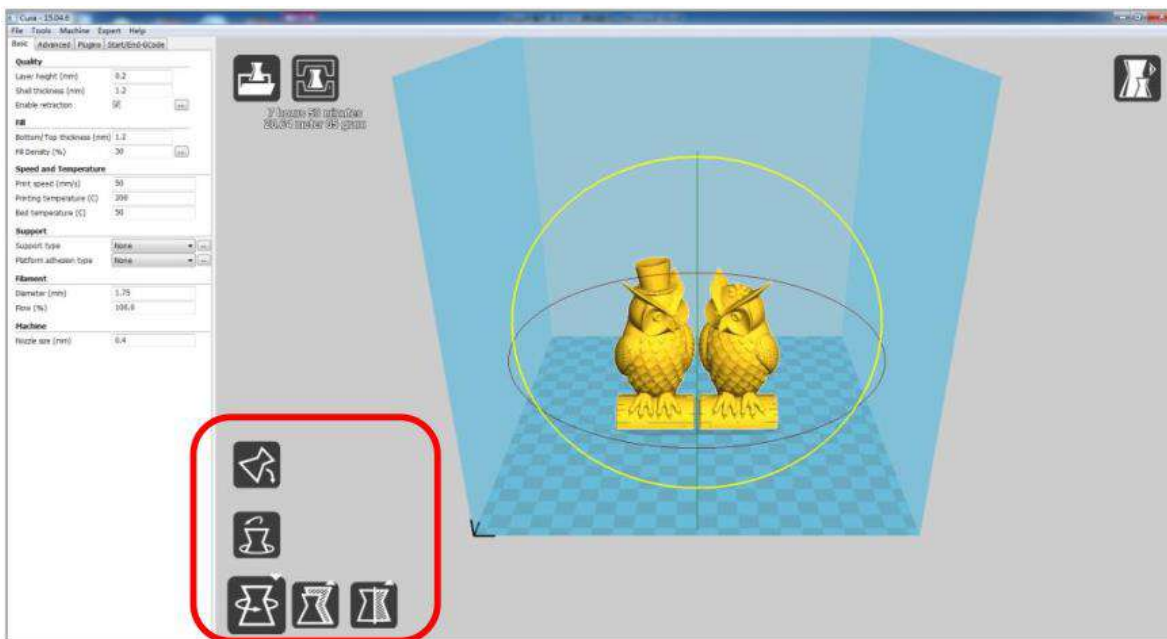
5.2. Importación archivo stl

El software que se emplea para programar la impresión de los modelos 3D se llama Cura. Se puede imprimir la versión 15 en adelante. Se debe ejecutar el software cura y en la interfaz de usuario del software seleccionar en el menú “*File*” seleccionar la opción “*Load model file*”

5.3. Definición de parámetros de impresión

El modelo importado se presenta por defecto ubicado en el centro de la base de la plataforma de trabajo. Se tienen disponibles operaciones que permiten copiar, mover, rotar, realizar un espejo del objeto importado. Esto con el fin de disponer la geometría en diferentes posiciones o diseñar un arreglo de múltiples copias del objeto 3D a imprimir.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018




Los parámetros de impresión básicos para realizar una impresión son los siguientes:

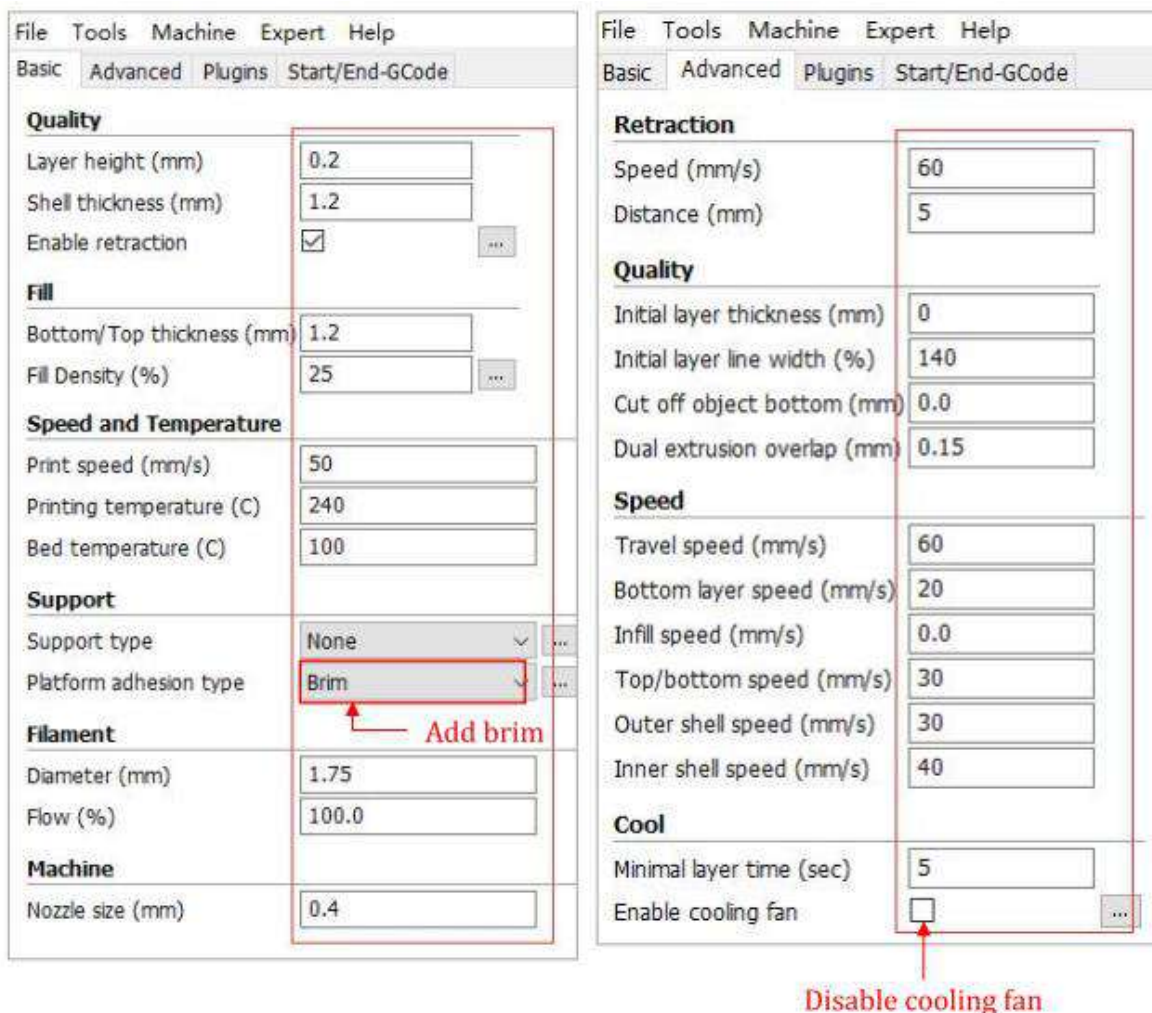
- **Machine settings:** Son parámetros que tiene por defecto el software de acuerdo con la máquina que se dispone en el laboratorio. Estos parámetros no se requieren ajustar. Si se requiera alguna configuración para la operación de la impresora consultar con el técnico encargado del equipo.
- **Configuración de impresión:** Para los parámetros de impresión se dispone de un modo básico y avanzado. Se recomienda trabajar con el modo básico, el avanzado solo está permitido para personal que ha tenido una inducción y entrenamiento completo del uso del equipo como el técnico del equipo y personal autorizado por el jefe de laboratorio.

En el modo básico los parámetros de calidad (Quality), relleno (fill), velocidad y temperatura (speed and temperature), support (soporte), filamento (filament) y máquina (machine) se determinan valores por defecto de acuerdo al equipo y modelo 3D importado. Como parámetros importantes a modificar sería la altura de capa (layer height), se puede reducir para obtener una superficie del modelo impreso mas suave, el mínimo valor es 0.1 mm que es la capacidad el equipo. El espesor del contorno o capa externa se tiene por defecto mayor a 1 mm (1.2 mm) y se recomienda dejar en este valor. Para el relleno (fill) si se desea imprimir un modelo completamente macizo se debe dejar fill density en 100%, pero para ahorrar consumo de material se tiene por defecto en 25%.

Para el soporte (support) se recomienda usar la opción touching buildplate y como adhesión a la base o plataforma la opción brim que permite agregar una capa alrededor del contorno de la pieza 3D a imprimir.

Las opciones de temperatura, velocidad de impresión y las opciones del filamento, así como de máquina se deben dejar los valores por defecto, ya que dependen del material polimérico a imprimir y configuración de la máquina impresora.


 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

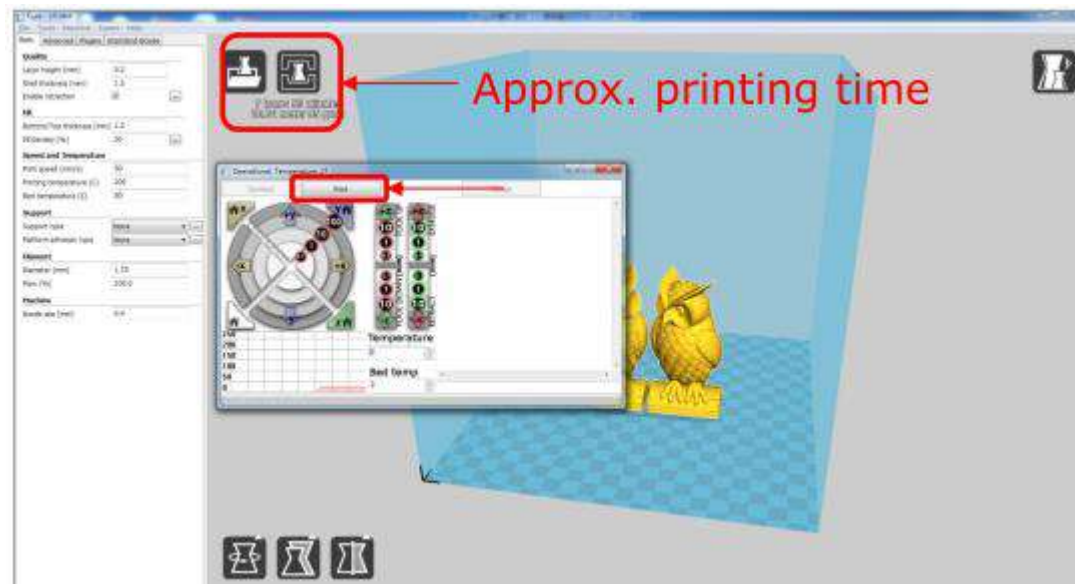


5.4. Impresión del modelo

Una vez definidos los parámetros de impresión se tienen dos opciones de impresión:

- Imprimir inmediatamente el modelo: Ir al menú archivo (file) y luego imprimir (Print). Se establece entonces conexión del software con la impresora y se habilita el icono en el software de imprimir. Se indica el tiempo de impresión y al dar clic en el botón de imprimir, hecho esto la impresora comenzará a prender la calefacción de la boquilla y su posición establecidos por configuración del material y la máquina. Una vez se alcance la temperatura de impresión se comenzará a imprimir el modelo 3D.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018




- Impresión Offline: Permite guardar el código G que permitirá guardarse en una tarjeta SD o tarjeta memoria, para posteriormente cargarse en la impresora y ejecutarse en el menú de la pantalla que muestra la información de la tarjeta de memoria. En este caso, simplemente se selecciona el archivo y se da la opción de imprimir en la pantalla que visualiza los archivos de la tarjeta de memoria

5.5. Salir del software y apagar impresora

Para salir del software se selecciona en el menú Archivo (File) salir (Quit) y para apagar la impresora se apaga del respectivo botón ubicado en la parte trasera de la máquina.



 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018


6. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.


7. BIBLIOGRAFÍA

Elaborado por:	<i>Libia María Baena Pérez, Carlos Andrés Vargas</i>
Revisado por:	
Versión:	<i>001</i>
Fecha:	


- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, "Introducción a los procesos de manufactura," 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <http://dSPACE.ucbscz.edu.bo/dSPACE/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] K. Wong, A. H.-I. M. Engineering, and undefined 2012, "A review of additive manufacturing," *downloads.hindawi.com*, Accessed: Nov. 14, 2019. [Online]. Available: <http://downloads.hindawi.com/journals/isrn.mechanical.engineering/2012/208760.pdf>
- [3] K. v Wong and A. Hernandez, "A Review of Additive Manufacturing," *International Scholarly Research Network ISRN Mechanical Engineering*, vol. 2012, 2012, doi: 10.5402/2012/208760.
- [4] S. A.-M. Engineering and undefined 1991, "Rapid prototyping systems," *search.proquest.com*, Accessed: Nov. 14, 2019. [Online]. Available: <http://search.proquest.com/openview/22f7c688e652a315a2a52d4b82b9bc8b/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=40505>
- [5] S. Singh, S. Ramakrishna, R. S.-J. of M. Processes, and undefined 2017, "Material issues in additive manufacturing: A review," *Elsevier*, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S152661251630161X>

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018


- [6] S. S. Babu, L. Love, R. Dehoff, W. Peter, T. R. Watkins, and S. Pannala, "Additive manufacturing of materials: Opportunities and challenges," *MRS Bull*, vol. 40, no. 12, pp. 1154–1161, Nov. 2015, doi: 10.1557/mrs.2015.234.
- [7] Y. Zhang, L. Wu, X. Guo, S. Kane, ... Y. D.-J. of M., and undefined 2018, "Additive manufacturing of metallic materials: A review," *Springer*, Accessed: Nov. 17, 2019. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11665-017-2747-y>
- [8] J. Gardan, "Additive manufacturing technologies: state of the art and trends," *Int J Prod Res*, vol. 54, no. 10, pp. 3118–3132, May 2016, doi: 10.1080/00207543.2015.1115909.
- [9] A. Haleem, M. J.-C. E. and G. Health, and undefined 2019, "3D printed medical parts with different materials using additive manufacturing," *Elsevier*, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221339841930140X>
- [10] "ISO / ASTM52910 - 18 Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations." <https://www.astm.org/Standards/ISOASTM52910.htm> (accessed Nov. 18, 2019).
- [11] T. D. Ngo, A. Kashani, G. Imbalzano, K. T. Q. Nguyen, and D. Hui, "Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges," *Compos B Eng*, vol. 143, pp. 172–196, Jun. 2018, doi: 10.1016/J.COMPOSITESB.2018.02.012.
- [12] T. W.-A. W. P. Report. Wohlers and undefined 2014, "3D printing and additive manufacturing state of the industry".
- [13] D. Herzog, V. Seyda, E. Wycisk, and C. Emmelmann, "Additive manufacturing of metals," *Acta Mater*, vol. 117, pp. 371–392, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.actamat.2016.07.019.
- [14] L. E. Murr *et al.*, "Metal Fabrication by Additive Manufacturing Using Laser and Electron Beam Melting Technologies," *Journal of Materials Science and Technology*, vol. 28, no. 1. pp. 1–14, 2012. doi: 10.1016/S1005-0302(12)60016-4.
- [15] H. Attar, M. Calin, L. C. Zhang, S. Scudino, and J. Eckert, "Manufacture by selective laser melting and mechanical behavior of commercially pure titanium," *Materials Science and Engineering A*, vol. 593, pp. 170–177, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.msea.2013.11.038.
- [16] "Introduction to Engineering Materials - B. K. Agrawal - Google Libros." https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kjGjIG6d6QIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Introduction+to+Engineering+Materials,+Agrawal&ots=jNFTqcyZ3T&sig=0t4LJCocollWpasYR0zDqjMELQc&redir_esc=y#v=onepage&q=Introduction%20to%20Engineering%20Materials%2C%20Agrawal&f=false (accessed Nov. 25, 2019).
- [17] M. Badrossamay, T. C.-I. J. of M. T. and, and undefined 2007, "Further studies in selective laser melting of stainless and tool steel powders," *Elsevier*, Accessed: Nov. 25, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890695506002331>

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- [18] Y. Bai and C. B. Williams, "An exploration of binder jetting of copper," *Rapid Prototyp J*, vol. 21, no. 2, pp. 177–185, Mar. 2015, doi: 10.1108/RPJ-12-2014-0180.
- [19] "EOS Electro Optical Systems: Industrial 3D Printing." <https://www.eos.info/en> (accessed Nov. 24, 2019).
- [20] Y. Zhang *et al.*, "Additive Manufacturing of Metallic Materials: A Review," *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol. 27, no. 1. Springer New York LLC, pp. 1–13, Jan. 01, 2018. doi: 10.1007/s11665-017-2747-y.
- [21] H. Lee, C. H. J. Lim, M. J. Low, N. Tham, V. M. Murukeshan, and Y. J. Kim, "Lasers in additive manufacturing: A review," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology*, vol. 4, no. 3. Korean Society for Precision Engineering, pp. 307–322, Jul. 01, 2017. doi: 10.1007/s40684-017-0037-7.
- [22] I. Gibson, D. Rosen, and B. Stucker, *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing, second edition*. Springer New York, 2015. doi: 10.1007/978-1-4939-2113-3.
- [23] T. Obikawa, M. Yoshino, J. S.-J. of M. Processing, and undefined 1999, "Sheet steel lamination for rapid manufacturing," *Elsevier*, Accessed: Nov. 19, 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013699000278>
- [24] M. Alizadeh-Osgouei, Y. Li, and C. Wen, "A comprehensive review of biodegradable synthetic polymer-ceramic composites and their manufacture for biomedical applications," *Bioact Mater*, vol. 4, no. 1, pp. 22–36, Dec. 2019, doi: 10.1016/J.BIOACTMAT.2018.11.003.
- [25] J. R.-H. Carmen M. González-Henríquez, Mauricio A. Sarabia-Vallejos, "ELSEVIER," *Prog Polym Sci*, p. 60, 2019.
- [26] J. L. E. Ely Dannier V-Niño, Andrés Díaz Lantada, Quentin Lonne, Hugo Armando Estupiñán Durán, Enrique Mejía-Ospino, Gustavo Ramírez-Caballero, "MDPI," *Polymers (Basel)*, vol. 10, no. 12, 2018.
- [27] M. Mele, G. Campana, and G. D'Avino, "Life cycle impact assessment of desktop stereolithography," *J Clean Prod*, vol. 244, p. 118743, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.118743.
- [28] J. G. D. T. Vamsi Krishna Balla, Kunal H. Kate , jagannadh Satyavolu, Paramjot Singh, "EL SERVIER," *Compos B Eng*, vol. 174, 2019.
- [29] R. C. A. Arnaldo D.Valino, John Ryan C.Dizona, Alejandro H.Espera Jr, Qiyi Chen, Jamie Messman, "E SERVIER," *Prog Polym Sci*, vol. 98, 2019.
- [30] E. J. L. Chi Zhang, Fei Chen Zhifeng Huang, Mingyong Jia, Guiyi Chen, Yongqiang de Ye, Yaojun Lin, Wei Liu Bingqing Chen, Qiang Shen, Lianmeng Zhang, "EL SERVIER," *CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES: A*, vol. 764, 2019.
- [31] K. L. A.El Moumen, M.Tarfaoui, "ELSEVIER," *Compos B Eng*, vol. 171, 2019.
- [32] A. P. R. Ana Paula Moreno Madrid, Sonia Mariel Vrecha, María Alejandra Sanchez, "EL SERVIER," *Materials Science and Engineering: C*, vol. 100, 2019.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- [33] D. H. Tuan D. Ngo, Alireza Kashani, Gabriele Imbalzano, Kate TQ Nguyen, "EL SERVIER," *COMPOSITES*, vol. 143, 2018.
- [34] L. C. A. Adam L.Tyson, Stephen T.Hilton, "EL SERVIER," *Int J Pharm*, vol. 494, no. 2, 2015.
- [35] M. L. S. T. Giovanni Postiglione, Gabriele Natale, Gianmarco Griffini, "EL SERVIER," *Compos Part A Appl Sci Manuf*, vol. 76, 2015.
- [36] M. Javaid and A. Haleem, "Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review," *J Oral Biol Craniofac Res*, vol. 9, no. 3, pp. 179–185, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.JOBCR.2019.04.004.
- [37] S. L. Brad W. Hoff, Sabrina S. Maestas, Steven C. Hayden, Daniel J. Harrigan, Rachael O. Grudt, Michele L. Ostraat, John C. Horwath, "EL SERVIER," *Addit Manuf*, vol. 22, 2018.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Procesos de inyección de plásticos
Código de la guía (No.):	000
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de polímeros
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las características de las máquinas inyectoras. Conocer los procesos de inyección de plásticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de máquina inyectora Proceso de inyección de plásticos 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja la máquina inyectora. Reconoce el proceso de inyección de plásticos.


2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Moldeo por inyección.

El moldeo por inyección es un proceso con el que se calienta un polímero hasta que alcanza un estado muy plástico y se le fuerza a que fluya a alta presión hacia la cavidad de un molde, donde se solidifica. Entonces, la pieza moldeada, llamada **moldeado**, se retira de la cavidad[1]. El proceso produce componentes específicos o discretos que casi siempre son de forma neta. Es común que el ciclo de producción dure de 10 a 30 segundos, aunque no son raros ciclos de un minuto o más para las piezas grandes[1].

2.2. Proceso de inyección.

Los pellets o gránulos termoplásticos calentados a temperaturas superiores a la de fusión [2], alimentan al cilindro caliente y el fundido se fuerza dentro del molde mediante un **émbolo**

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

hidráulico o con un sistema de *tornillo giratorio* de un extrusor, para producir una pieza. El barril (cilindro) se calienta por fuera para estimular la fusión del polímero. Sin embargo, en las máquinas de moldeo por inyección, una parte mucho mayor del calor transferido al polímero se debe al calentamiento por fricción[3]. De esta manera se produce una amplia diversidad de productos, desde tazas, peines y engranes hasta botes para basura[2].

2.3. Máquina inyectora

Como se ilustra en la Figura 1, una máquina de moldeo por inyección consta de dos componentes principales: 1) la unidad de inyección de plástico y 2) la unidad de sujeción del molde[1]. Por lo general, las máquinas de moldeo por inyección son horizontales[3].

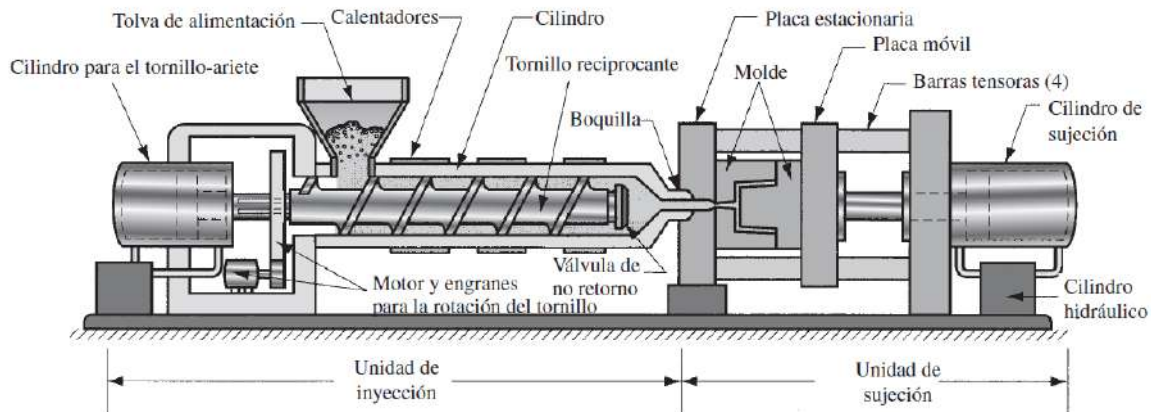



Figura 1. máquina de moldeo por inyección, del tipo de tornillo recíprocante [1]

Las máquinas modernas son del *tipo tornillo alternativo o plastificante* (Figura 2b). Conforme aumenta la presión a la entrada del molde, el tornillo giratorio empieza a retroceder por la presión hasta una distancia predeterminada. Este movimiento controla el volumen del material a inyectar. Después el tornillo deja de girar y se empuja hidráulicamente hacia delante, precipitando el plástico fundido dentro de la cavidad del molde. Por lo general, las presiones desarrolladas van de 70 a 200 MPa (10,000 a 30,000 psi). Para los termoplásticos, los moldes se mantienen relativamente fríos, a unos 90 °C (190 °F). Las partes de termofijos se moldean en moldes calientes a unos 200 °C (400 °F), donde tiene lugar la *polimerización* y el *encadenamiento cruzado*.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Las máquinas verticales se utilizan para fabricar partes pequeñas de tolerancia cerrada y para moldeo con insertos. Por lo general, la fuerza de cierre de las matrices se suministra por medios hidráulicos, aunque también se utilizan medios eléctricos (que pesan menos y son menos ruidosos que aquéllos). Las máquinas modernas se equipan con microprocesadores y microcomputadoras en un tablero de control y supervisan todos los aspectos de la operación. Las máquinas se clasifican de acuerdo con la capacidad del molde y la fuerza de sujeción; en la mayoría esta fuerza va de 0.9 a 2.2 MN (100 a 250 toneladas). La máquina más grande en operación tiene una capacidad de 45 MN (5000 toneladas) y puede producir partes de 25 kg (55 libras)[3].

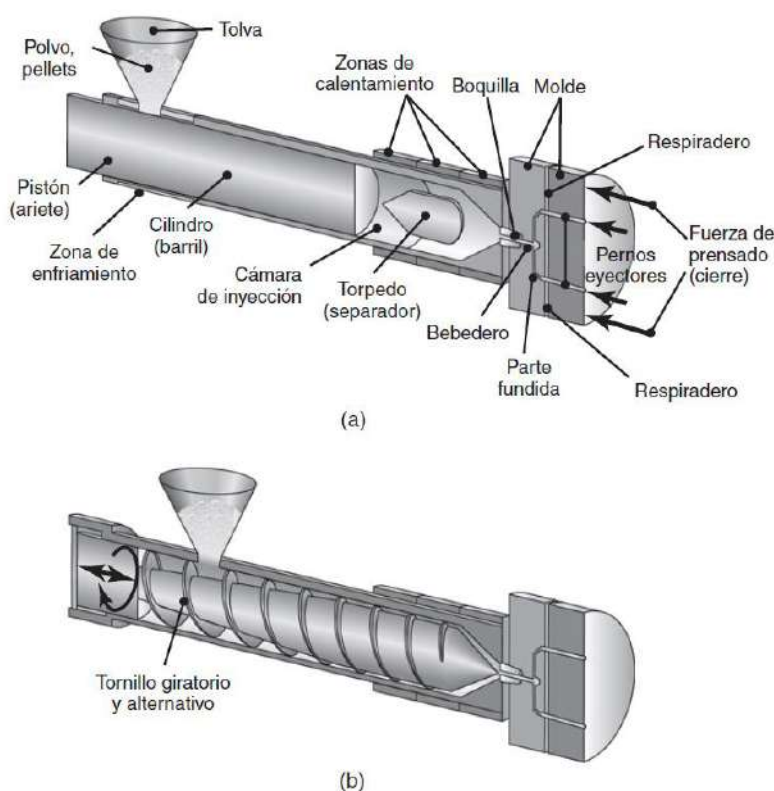



Figura 2. Esquema del moldeo por inyección con: (a) émbolo, y (b) tornillo giratorio alternativo.

2.3.1. Secuencia de operación

- Se acumula polímero frente al buje del bebedero. La presión empuja el tornillo hacia atrás. Cuando se acumula suficiente polímero, la rotación se detiene.

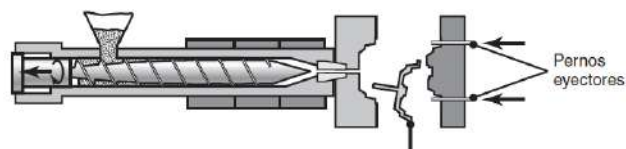
	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018



- b. Cuando el molde está listo, el tornillo se empuja hacia delante con un cilindro hidráulico, llenando con polímero el buje del bebedero, el bebedero y la cavidad del molde. El tornillo empieza a girar nuevamente para acumular más polímero.




- c. Después de que el polímero se solidifica/cura, se abre el molde y los pernos eyectores extraen la parte moldeada.



Después de que la parte se ha enfriado lo suficiente (para los termoplásticos) o curado (para los termofijos), los moldes se abren y se extrae la pieza por medio de *expulsores*. Los moldes se cierran y el proceso se repite en forma automática[3].

3. OBJETIVOS

- 3.1.Reconocer las características de las máquinas inyectoras y el moldeo de plásticos por inyección.
- 3.2.Conocer la secuencia de operación de la inyección de plásticos para la producción de piezas.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

4. RECURSOS REQUERIDOS

4.1. Laboratorio de polímeros

4.2. Equipos.

- Inyectora



Figura 3. Inyectora ubicada en el laboratorio de polímeros parque i ITM. 1) Unidad de alimentación, 2) Unidad de inyección y 3) Unidad de cierre.


4.3. Materiales e insumos

La inyectora tiene la capacidad para procesar materiales termoplásticos hasta temperaturas de proceso de 350 °C

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

5.1. Paso 1: Inicialmente se debe calcular el parámetro de longitud de carrera de plastificación

$$L = \frac{m}{\rho \pi (r)^2} + \frac{1}{10(d)}$$

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Donde:

L es igual a longitud total

m es igual al peso del producto

p es igual a densidad

r es igual a radio del cilindro

d es el diámetro interno del cilindro

5.2. Paso 2: Se procede a encender el equipo de la perilla inicial, ubicada en la parte inferior central de la máquina, se debe esperar a que encienda la pantalla y cargue el programa.

5.3. Paso 3: Luego ingrese el usuario, modo supervisor (capacidad de modificar parámetros) o solo usuario sin modificaciones (global de la máquina/F3/SEL/OK).

5.4. Paso 4: Dirigirse a la pantalla de acceso a las diferentes inyecciones ingresadas por ese usuario seleccionado, para esto se debe presionar el botón F2 y cargar el archivo de inyección que se requiera.



5.5. Paso 5: Encender el motor eléctrico.




5.6. Paso 6: Encender las resistencias.



5.7. Paso 7: Presionar el siguiente botón y en r_1 , r_2 , F3 e ingresar los parámetros resultantes de la ecuación.

5.8. Paso 8: Revisar cuanto material hay en la tolva de alimentación acorde a la cantidad de inyecciones a realizar, si es necesario agregar o retirar material utilizar el riel.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5.9. Paso 9: Encender el equipo adicional que regula la temperatura del molde. Graduar la temperatura deseada y verificar la calefacción de las bandas



5.10. Paso 10: Pasar el manejo de la maquina a semiautomático

5.11. Paso 11: En caso de ser necesario recalcular los parámetros con llenados parciales.

Nota: Antes de modificar parámetros se recomienda realizar mínimo entre 10-15 inyecciones.

5.12. Paso 12: Al finalizar todas las inyecciones, realizar una purga a la máquina.



5.13. Paso 13: Presionar el botón de las bandas de calefacción.




5.14. Paso final: Luego de esto se apagar el motor. Apagar completamente la máquina girando la perilla de encendido inicial en el sentido contrario de las manecillas del reloj.

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental
- Resultados
- Conclusiones.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno. En los resultados deberán colocarse y explicarse todas las observaciones, cálculos, e información obtenida durante toda la práctica.


7. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.

Elaborado por:	<i>Libia María Baena Pérez, Carlos Andrés Vargas</i>
Revisado por:	
Versión:	000
Fecha:	

Referencias

- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, "Introducción a los procesos de manufactura," 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] "donald askeland 7 edición - Buscar con Google." Accessed: Jan. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.google.com/search?q=donald+askeland+7+edici%C3%B3n&sca_esv=41437dda0f3602d3&tbm=bks&lr=lang_es&sa=X&ved=2ahUKEwiBiMn98YWEAxVXg4QIHezyDY0QuAF6BAgDEAI&biw=1920&bih=953&dpr=1
- [3] Serope. Kalpakjian, S. R. Schmid, and Espinoza Limón Jaime, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educacion, 2008.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA


Nombre de la guía:	Manejo del Micrómetro
Código de la guía (No.):	00x
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de Producción
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Procesos de manufactura I
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Realizar lecturas de magnitud longitud con micrómetro. Reconocer las características y partes del micrómetro. 	<ul style="list-style-type: none"> Partes de pie de rey Proceso de medición de longitudes con pie de rey. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplica los conocimientos obtenidos sobre lecturas con micrómetro. Analiza cada uno de los elementos que conforman un micrómetro.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Micrómetros

El **micrómetro** es un instrumento de medición con un amplio uso gracias a su exactitud. Este instrumento de medición consta de un husillo o tornillo micrométrico y un yunque en forma de C, (ver Figura 1)[1]. El micrómetro que también es denominado tornillo de Palmer calibre de Palmer o simplemente Palmer, cuyo nombre deriva (Etimología de las palabras griegas

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018


“ukeo” (micros que significa pequeño)). El tambor se mueve en relación con el yunque fijo mediante una rosca de tornillo exacta. Su funcionamiento consiste en que el tornillo micrométrico valora el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o milésimas (0,01 y 0,001 respectivamente y su fabricación se basa en la norma DIN 863). Para ello cuenta con dos puntos que se aproximan entre si mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. Todos los tornillos micrométricos en el sistema métrico tienen una longitud de 25 mm con un paso de rosca de 0.5 mm de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0.5 mm. En un micrómetro común cada rotación del tambor proporciona 0.025 pulg de viaje lineal. A cada eje se conecta un tamborcito graduado con 25 marcas alrededor de su circunferencia; cada marca corresponde a 0.001 pulg. genralmente, la manga del micrómetro está equipada con un vernier, el cual contiene resoluciones tan pequeñas como 0.0001 pulg. En un micrómetro con una escala métrica, las graduaciones son de 0.01 mm. Los micrómetros modernos están disponibles con dispositivos electrónicos que entregan lecturas digitales de la medición[1].

2.2.Los tipos de micrómetro más comunes son:

- Micrómetro externo**, el cual se fabrica en diferentes tamaños estándar de yunque.
- Micrómetro interno** el cual consiste en un ensamble de cabeza y un conjunto de varillas de diferentes longitudes para medir dimensiones exteriores que pudieran encontrarse.
- Micrómetro de profundidad**, similar a un micrómetro interno pero especial para medir profundidades de orificios[1].

2.3.El micrómetro está compuesto por las siguientes partes:

- Arco: tratado térmicamente para soportar tensiones.
- Tornillo micrométrico: construido de acero especial templado.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- Caras de medición: Sirven de apoyo para la pieza a ser medida por eso precisan ser rigurosamente planos ser rigurosamente planos paralelos.
- Tuerca de ajuste: Permite el desplazamiento del tornillo micrométrico.
- Tambor: Aquí se encuentra la escala centesimal.
- Chicharra: Asegura una presión constante de medición.
- Freno: Permite inmovilizar el tornillo.

Los micrómetros poseen características principales y estas son:

- Capacidad.
- Resolución.
- Aplicación.




Figura 1. Partes de un micrómetro[2]

2.4.Precauciones al medir y cómo usar el micrómetro del tipo de freno de fricción

2.4.1. Asegurar la limpieza del micrómetro

Luego de usarlo, proceda a limpiar las superficies y caras de medición del husillo, yunque y otras partes, de manera que se elimine el polvo, manchas de líquidos etc. Es recomendable, aplicar aceite anticorrosivo. De esta manera se garantiza la obtención de mediciones exactas y confiables[2].

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.4.2. Uso adecuado del micrómetro

Para garantizar un uso adecuado del micrómetro, se recomienda sostener la mitad del cuerpo en la mano izquierda, y el tambor en la mano derecha, manteniendo la mano fuera del borde del yunque (ver Figura 2).



Figura 2. Método correcto para sujetar el micrómetro con las manos[2].

El trinquete asegura que el usuario aplique una presión adecuada de medición sobre el objeto que se está midiendo mientras se lee la medida. Justo antes de que el husillo entre en contacto con el objeto, gire el trinquete con suavidad, con los dedos; luego cuando el husillo toque el objeto, de tres o cuatro vueltas leves al trinquete a una velocidad uniforme. Si acerca la superficie del objeto directamente girando el tambor, el husillo podría aplicar una presión excesiva de medición al objeto otorgando una lectura errónea (ver Figura 3). Cuando la medición finalice, despegue el husillo de la superficie del objeto girando el trinquete en dirección opuesta.

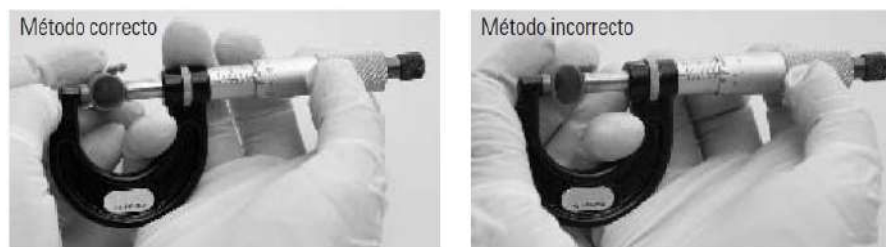



Figura 3. Métodos correcto e incorrecto de medición[2]

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.4.3. Verificación del cero

Con el uso frecuente del micrómetro o caídas, golpes fuertes, etc, existe la posibilidad de que el punto cero se desalinee, es decir, que el paralelismo entre el husillo y el yunque se desajusta, lo cual causa un movimiento del husillo anormal (ver Figura 4 y 5).



Figura 4. Paralelismo de las superficies de medición.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

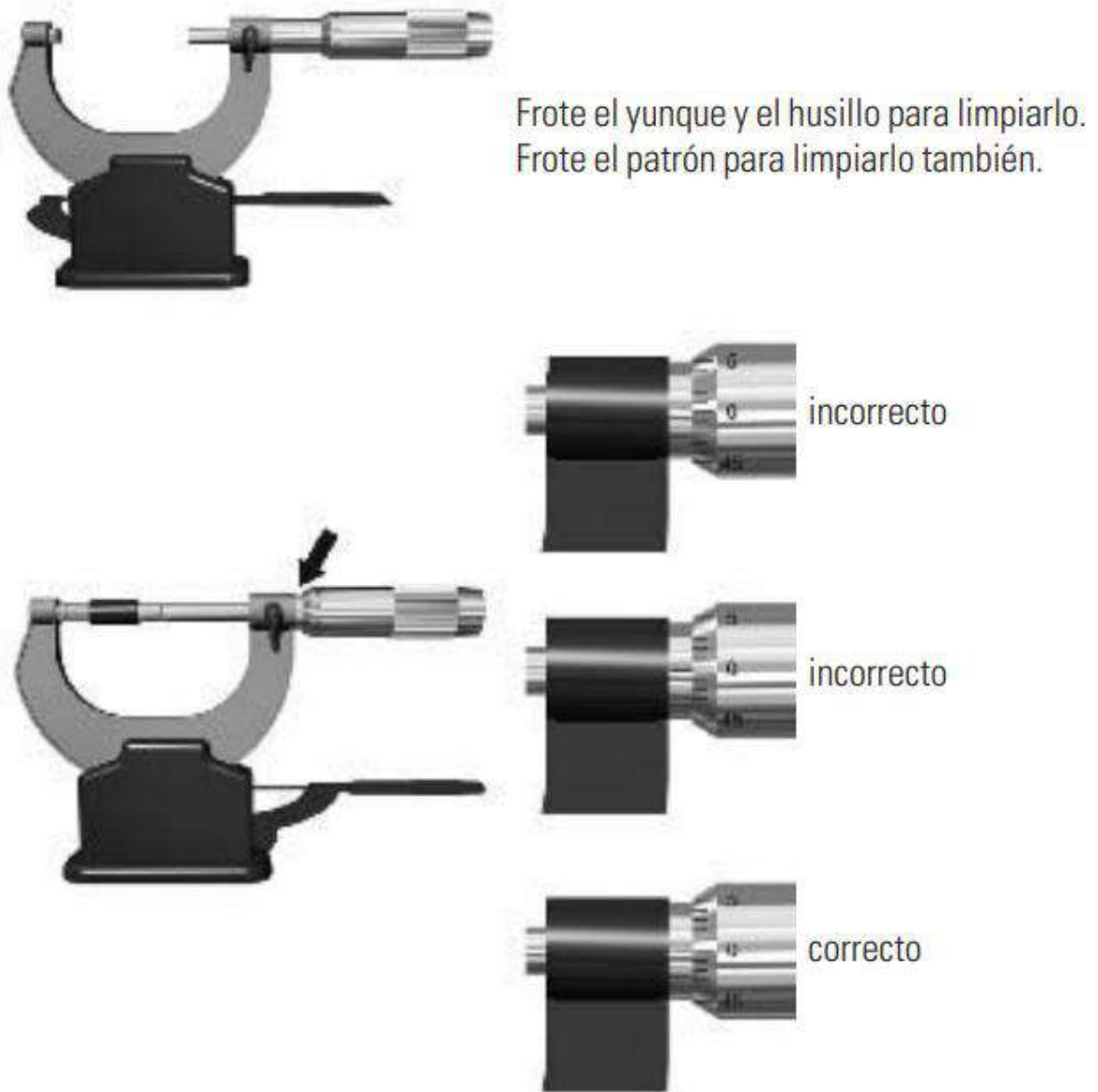


Figura 5. Posición del punto cero incorrecto y correcto

2.4.4. Asegurar el contacto correcto entre el micrómetro y el objeto

Es muy importante garantizar que el micrómetro esté en contacto correcto con el objeto a medir. Use el micrómetro formando un ángulo recto con las superficies a medir (Figura 6).


	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018



Figura 6. Contacto correcto entre el micrómetro y la pieza a medir

3. OBJETIVOS

- 3.1.** Reconocer las características y partes de un micrómetro.
- 3.2.** Aplicar los conocimientos obtenidos sobre mediciones de longitudes con micrómetro.
- 3.3.** Determinar la precisión del micrómetro.

4. RECURSOS REQUERIDOS

4.1. Materiales y equipos.

- Micrómetro
- Piezas modelo o patrones de referencia.
- Implementos de seguridad

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

- 5.1.** Con el micrómetro, realice las mediciones de longitudes (largo y ancho) y espesor de placas de metal, de plástico y de madera, y registre las lecturas en la Tabla 1.



	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Tabla 1. Lecturas de medición de las placas

Numero de mediciones	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1			
2			
3			
Promedio			
Error relativo			
Error absoluto			
Numero de mediciones	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1			
2			
3			
Promedio			
Error relativo			
Error absoluto			
Numero de mediciones	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1			
2			
3			
Promedio			
Error relativo			
Error absoluto			

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5.2. Para un objeto cilíndrico realice las mediciones de diámetros internos y externos en 2 puntos en forma de cruz:

Tabla 2. Lecturas de medición de objetos cilíndricos

Pieza u objeto	Longitud (mm)	Diámetro interno (mm)	Diámetro externo (mm)
1			
2			
3			
Promedio			
Error relativo			
Error absoluto			


6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental
- Resultados
- Conclusiones.

En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno. En los resultados deberán colocarse y explicarse todas las observaciones, cálculos, e información obtenida durante toda la práctica.

7. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS


 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.

8. BIBLIOGRAFÍA

-
- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, "Introducción a los procesos de manufactura," 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] A. E. Esquivel, "y sus aplicaciones Metrología," 2014, Accessed: Mar. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.facebook.com/pages/Interfase->


<i>Elaborado por:</i>	<i>Libia María Baena Pérez, Jose Adrián Tamayo</i>
<i>Revisado por:</i>	
<i>Versión:</i>	<i>001</i>
<i>Fecha:</i>	
<i>Aprobado por:</i>	

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Manejo de Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm)
Código de la guía (No.):	00x
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de Producción
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Procesos de manufactura I
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Realizar lecturas de magnitud longitud con Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm). Reconocer las características y partes Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm). 	<ul style="list-style-type: none"> Partes de pie de rey Proceso de medición de longitudes con Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm). 	<ul style="list-style-type: none"> Aplica los conocimientos obtenidos sobre lecturas con Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm). Analiza cada uno de los elementos que conforman un Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm).

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Instrumentos de medición dimensional


Los instrumentos de medición se dividen en dos puntos: graduados y no graduados. Los **dispositivos de medición graduados** incluyen un conjunto de marcadores (llamados **graduaciones**) sobre una escala lineal o angular, contra la cual puede compararse la característica de interés del objeto. Los **dispositivos de medición no graduados** no poseen tal escala y se usan para hacer comparaciones entre las dimensiones o para transferir una dimensión y efectuar su medición mediante un dispositivo graduado. Existen diversos calibradores graduados para diferentes propósitos de medición. El más simple es el **calibrador deslizable, pie de rey o vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm)**[1].

2.1.1. Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm)

Es una regla de acero a la cual se le añaden dos quijadas, una fija en un extremo de la regla y la otra móvil, y consta de las siguientes partes (Ver Figura 1):

- Mordazas para medidas externas.
- Mordazas para medidas internas.
- Coliza para medida de profundidades.
- Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
- Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
- Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
- Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
- Botón de deslizamiento y freno.

El pie de rey es un instrumento de precisión usado para medir pequeñas longitudes (centésimas de milímetros) de diámetros externos, internos y profundidades, en una sola operación. Fue inventado en 1631 por Pierre Vernier para interpretar con mayor

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

aproximación las fracciones decimales (de longitudes o ángulos) gracias a subdivisiones lineales o fracciones de arco[2]. Los pie de rey o calibradores deslizables se usan para mediciones internas o externas, dependiendo si se usan las caras internas o externas de la quijada. Para usarlo, las quijadas se ponen en contacto con las superficies de las piezas que se van a medir y la posición de la quijada móvil indica la dimensión de interés. Los calibradores deslizables permiten mediciones más precisas y exactas que las reglas simples. Un refinamiento del calibrador deslizable es el **calibrador vernier**, que se muestra en la figura 1. En este dispositivo, la quijada móvil incluye una escala de vernier, llamada así en honor de P. Vernier (1580-1637), el matemático francés que la inventó. El vernier proporciona graduaciones de 0.01 mm en el SI (y 0.001 pulgadas en la escala de uso común en Estados Unidos), mucho más preciso que el calibrador deslizable[1].

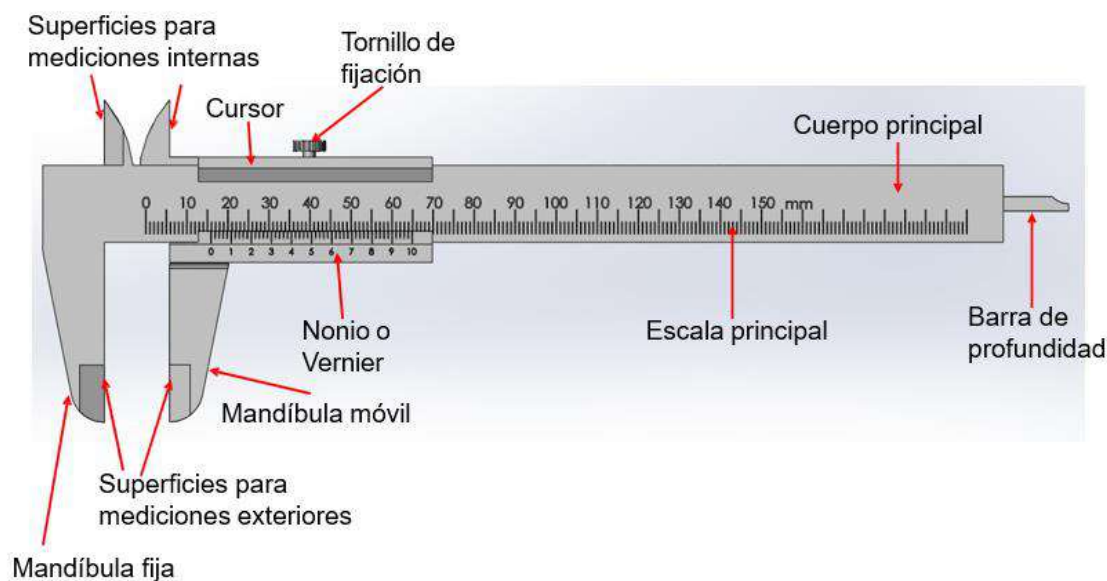



Figura 1. Calibrador, Pie de rey o Vernier: Tipo tornillo de ajuste (milimétrico, mm)

2.1.2. Precauciones al realizar mediciones de longitud con pie de rey[3]

2.1.2.1. Verificar que el pie de rey se encuentre en condiciones óptimas de medición

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

a) Antes de efectuar cualquier medición, inicie limpiando el polvo y suciedad de las superficies del objeto a medir, así como también de las partes del pie de rey tales como cursor, regleta; y superficies deslizantes, dado que el polvo puede obstruir el deslizamiento del cursor lo cual puede incurrir en lecturas erróneas.

b) Verifique que las superficies de medición de las mandíbulas y las superficies para mediciones internas estén libres de dobleces y daños.

c) Corrobore que las superficies deslizantes de la regleta o cuerpo principal estén en perfectas condiciones de uso.

Para obtener mediciones correctas verifique que la herramienta esta acomodada de la siguiente manera:

a) Cuando el cursor este completamente cerrado, el cero de la escala de la regleta y del nonio deben estar alineados uno con otro (ver Figura 2).

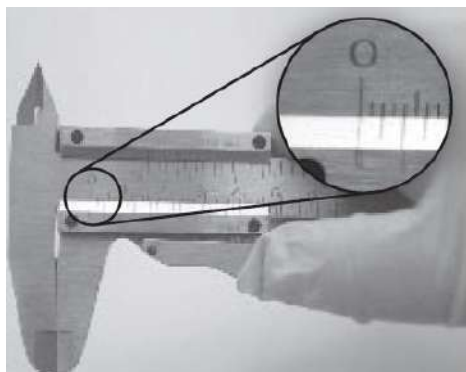



Figura 2. Verificando el contacto nivelado[3].

Al verificar las superficies de medición de las mandíbulas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Un contacto correcto entre las mandíbulas corroborando que no pasa luz entre las superficies de contacto de las mandíbulas.

b) Coloque el pie de rey hacia arriba sobre una superficie plana, con la barra de profundidad hacia abajo; empuje la barra de profundidad, si las graduaciones cero en el cuerpo principal

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

y la escala del nonio están desalineadas, el medidor de profundidad también estará desalineado (ver Figura 3).


c) Verifique que el cursor se deslice suavemente a lo largo de la regleta.



Figura 3. Verificando el medidor de profundidad[3].

2.1.2.2. Ajuste del pie de rey sobre el objeto a medir

Coloque el objeto entre las mandíbulas, sostenga el pie de rey con ambas manos, coloque el dedo pulgar sobre el botón y empuje suavemente las mandíbulas del nonio contra el objeto a medir. (Ver Figura 4).

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018



Medidas de longitud

Figura 4. Medición de objetos con pie de rey: a) Interiores, b) Exteriores y c) Profundidad[3]

3. OBJETIVOS

- 3.1.Reconocer las características y partes de un pie de rey.
- 3.2.Aplicar los conocimientos obtenidos sobre mediciones de longitudes con pie de rey.
- 3.3.Determinar la precisión del pie de rey


4. RECURSOS REQUERIDOS

4.1.Materiales y equipos.

- Pie de rey
- Piezas modelo o patrones de referencia.
- Implementos de seguridad

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

5.1.Registrar los valores numéricos en mm y pulgadas de:

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

a. Precisión del instrumento:

se calcula con la siguiente ecuación:

$$P = R/n$$

Donde P: precisión del instrumento, R: módulo de escala principal, n: número de divisiones del vernier

$$R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm} \quad R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pulgadas.}$$

b. Numero de divisiones del nonio


$$R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm} \quad R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pulgadas.}$$

c. División de escala.

$$R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm} \quad R = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pulgadas.}$$

5.2. Con el pie de rey, realice las mediciones de los patrones suministradas por el docente para: longitud externa, interna, profundidad.

Instrumento de medida:				
Marca:				
Rango de medición:				
División de la escala				
Resolución o apreciación:				
Pieza u objeto	Lectura 1(mm)	Lectura 2(mm)	Lectura 3(mm)	Promedio
1				
2				
3				
4				

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5				
6				


5.3. Para un objeto circular (tipo anillo) realice las mediciones de profundidad, diámetro interior y exterior:

Profundidad				
Pieza u objeto	Lectura 1(mm)	Lectura 2(mm)	Lectura 3(mm)	Promedio
1				
2				
3				
Diámetro interior				
1				
2				
3				
Diámetro exterior				
1				
2				
3				

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- Resultados
- Conclusiones.

En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno. En los resultados deberán colocarse y explicarse todas las observaciones, cálculos, e información obtenida durante toda la práctica.


7. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.

8. BIBLIOGRAFÍA

-
- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, “Introducción a los procesos de manufactura,” 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available: <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] “Metrología y sus Aplicaciones - Google Books.” Accessed: Mar. 03, 2024. [Online]. Available: https://www.google.com.co/books/edition/Metrolog%C3%ADa_y_sus_Aplicaciones/P-ThBAAQBAJ?hl=es&gbpv=0
- [3] A. E. Esquivel, “y sus aplicaciones Metrología,” 2014, Accessed: Mar. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.facebook.com/pages/Interfase->

Elaborado por:	<i>Libia María Baena Pérez, Jose Adrián Tamayo</i>
-----------------------	----------------------------------------------------

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

<i>Revisado por:</i>	
<i>Versión:</i>	001
<i>Fecha:</i>	
<i>Aprobado por:</i>	

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Procesos de remoción de material en torno Sherline
Código de la guía (No.):	005
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de Producción
Tiempo de trabajo práctico estimado:	2 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura I
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las características de los tornos y las operaciones de torneado. Conocer los procesos de remoción externa e interna de material. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de Torno Sherline Proceso de remoción de material mediante operaciones de torneado 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja el torno Sherline Reconoce el proceso de remoción de material mediante operaciones de torneado.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. Procesos de arranque de viruta

El mecanizado o conformado por arranque de viruta es un procedimiento que permite modificar formas, dimensiones y/o el grado de acabado superficial de piezas obtenidas con otros procesos de manufactura como la fundición o técnicas de conformado por deformación plástica tales como trefilado, laminación, forja, embutición, etc. Esta transformación o modificación se realiza arrancando capas de metal que se transforman en viruta [1].

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Se define viruta como el exceso de material eliminado en los procesos de mecanizado. Esta viruta se produce por la continua deformación plástica y cizallamiento que se produce del material a lo largo del plano de corte.

La formación de la viruta se ve afectada por los siguientes factores:


- Características físicas del material de la pieza
- Características químicas del material de la pieza
- Parámetros de corte
- Angulo de posición de la herramienta
- Radio de la punta del filo de corte
- Avance.



Figura 1. Arranque de viruta con máquina herramienta torno

Algunos inconvenientes del mecanizado son:

- Desperdicio de material.
- Por lo general requiere más tiempo que otros procesos de fabricación (conformado por deformación plástica, moldeado).
- Requiere más energía que otros procesos de moldeado y formado.
- Puede tener efectos negativos sobre la calidad de la superficie y las propiedades del producto.


	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Los procesos de arranque de viruta: se realizan en máquinas cuyo trabajo consiste en llevar una pieza o materia prima al formato o diseño definido previamente, mediante el trabajo de una o varias herramientas de corte, mediante las operaciones que permita la maquina (rotación, translación, otras). Para cada caso, existe una **máquina herramienta** diseñada para llevar adelante el proceso o modalidad de arranque de viruta correspondiente.

Los procesos más utilizados son:

- Torneado
- Fresado
- Perforado
- Taladrado
- Mandrinado
- Cepillado
- Escariado
- Rectificado
- tronzado

Todas estas máquinas tienen como característica principal el sacar viruta de la pieza que se está mecanizando. Cuando un material es sometido a la acción de una máquina herramienta que mecaniza materiales arrancando capas del mismo, el resultado es el desprendimiento de viruta, la cual puede adoptar diferentes formas de acuerdo a su ductilidad. Los materiales dúctiles desprenden virutas con bucles -aceros, aluminios, hierro nodular y maleable, etc- mientras los materiales frágiles desprenden viruta en polvo –fundición gris-. La Fundición blanca no se deja perforar con herramientas normales por su alta dureza. Las maquinas herramientas cuentan con dos tipos de movimientos importantes, con los que se que podrán determinar cómo y quién efectuará los movimientos. Para determinar cómo, se usarán movimientos de translación o rotación; para determinar quién se verá si se mueve la pieza o la herramienta. El caso de máquinas con rotación de la pieza sería un torno, donde la pieza está sujeta a un plato giratorio que gira a distintas velocidades, mientras la herramienta se encuentra en una torreta fija y solo se mueve en forma transversal o paralela al eje de la pieza.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

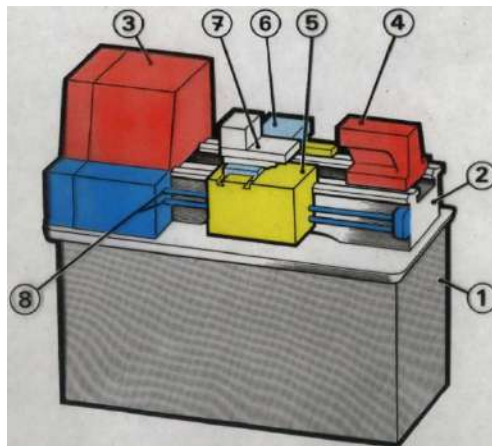
2.2.El torno

Es una máquina herramienta que hace girar la pieza y, por medio de una herramienta, busca dar a la pieza una forma cilíndrica. Es una máquina herramienta muy versátil que se opera en forma manual y se utiliza ampliamente en producción baja y media. La pieza a trabajar se sostiene en un plato y gira sobre su eje, mientras una herramienta de corte avanza sobre las líneas del corte deseado. Permite mecanizar piezas de forma geométrica (cilindros, conos). Se utiliza principalmente para operaciones de torneado rápido de metales, madera y plástico. Estos dispositivos se encargan de hacer girar la pieza mientras las herramientas de corte son empujadas contra su superficie, cortando las partes sobrantes en forma de viruta.

2.2.1. Partes principales del torno

- **Bancada:** Sirve de soporte para las otras unidades del torno. Provee un armazón rígido para la máquina herramienta.
- **Eje principal y plato mordaza:** sobre el plato se coloca la pieza a mecanizar para que gire. En el otro extremo lleva un eje terminado en punta que es móvil, llamado contrapunto, para sujetar la pieza por un punto. En este se monta un centro para sostener el otro extremo de la pieza de trabajo.
- **Husillo:** es una pieza tubular que en uno de sus extremos tiene conectada una polea que recibe el movimiento del motor, y en el otro extremo tiene conectado el plato.
- **Caja Norton o cabezal:** sirve para ajustar las revoluciones de las velocidades mediante unas palancas que accionan un conjunto de engranajes que se encuentran en el interior de la caja. Contiene la unidad de transmisión que mueve el husillo que hace girar al trabajo.
- **Carro Portaherramientas:** son los carros que permiten desplazar la herramienta de corte. Todo el conjunto de los carros se apoya en una caja de fundición llamada Delantal o Carro Portaherramientas, que tiene por finalidad contener en su interior los dispositivos que le transmiten los movimientos a los carros.

La herramienta de corte es sostenida por una **torreta o torre portaherramienta** que se encuentra fija al carro transversal, que se ensambla al carro principal.



1. Base o soporte
2. Bancada
3. Cabezal fijo
4. Cabezal móvil o contrapunto
5. Carro principal
6. Carro transversal
7. Carro superior o charriot
8. Ejes de cilindrado y roscado

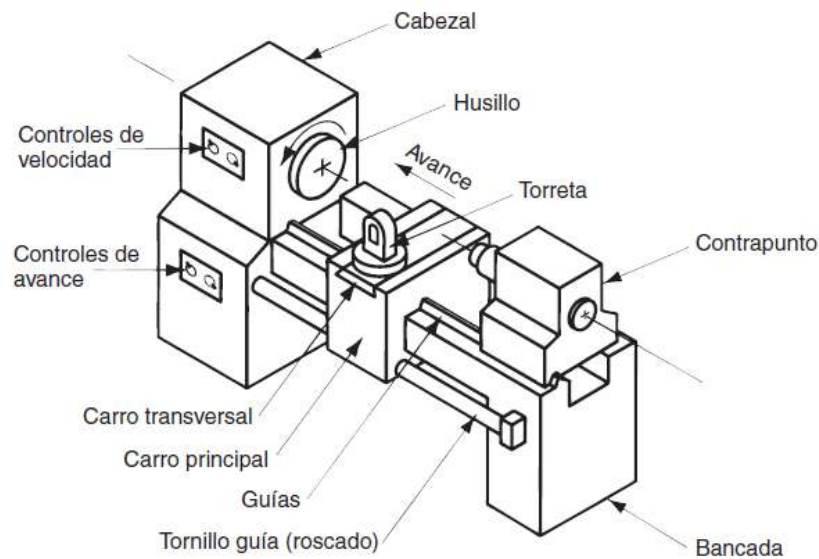



Figura 2. Partes del torno

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- El **carro principal** se diseña para deslizarse sobre las guías del torno a fin de hacer avanzar la herramienta paralelamente al eje de rotación. **Las guías** son una especie de rieles a lo largo de los cuales se mueve el carro y están hechas con gran precisión para lograr un alto grado de paralelismo respecto al eje del husillo. Las guías se construyen sobre la **bancada**.

2.2.2. Movimientos del torno

2.2.2.1. Movimientos de la máquina

- Movimiento ROTACIONAL (husillo - pieza de trabajo)
- Movimiento TRANSVERSAL (Carro transversal)
- Movimiento LONGITUDINAL (Carro principal)

2.2.2.2. Movimientos de mecanizado

Movimiento PRINCIPAL o de CORTE (husillo - pieza de trabajo)

Movimiento de AVANCE

Movimiento de AJUSTE o de PROFUNDIDAD

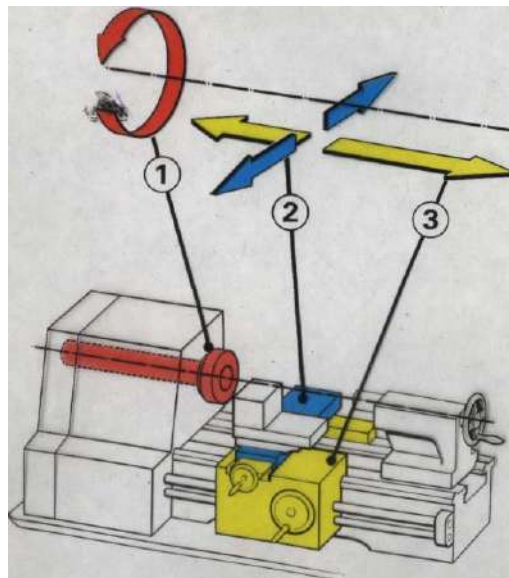


Figura 3. Movimientos del torno

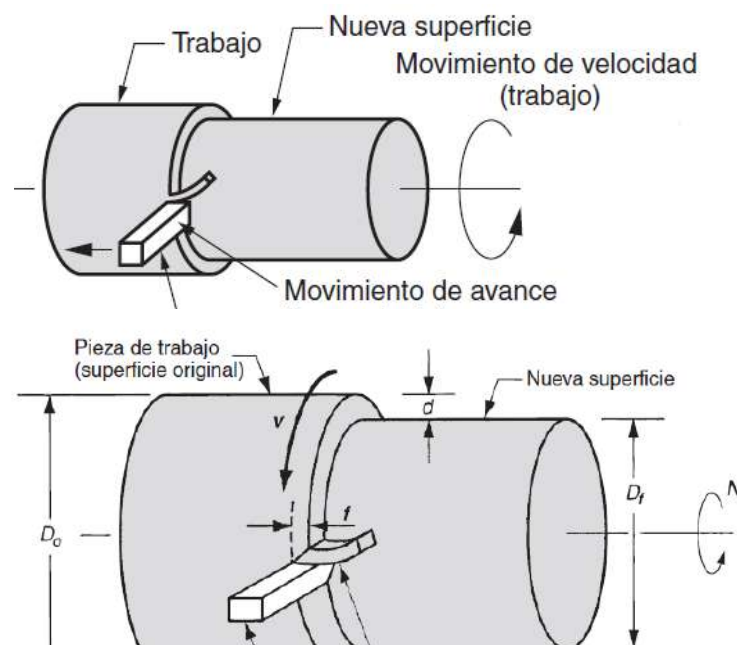
	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.2.3. Tipos de tornos

- Torno paralelo, mecánico o de taller
- Torno Vertical
- Torno Revolver
- Torno con Dispositivo Copiador
- Torno Automático
- Torno de Control Numérico
- Centros de Mecanizado

2.3. Operaciones de torneado

Uno de los procesos de maquinado más básicos es el torneado, en el cual la parte rota mientras se está maquinando. Por lo común, el material inicial es una pieza de trabajo que se ha fabricado mediante otros procesos, como fundición, forjado, extrusión, estirado o metalurgia de polvos, etc [1]. El torneado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación; la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación, como se ilustra en las figuras. El torneado se lleva a cabo tradicionalmente en una máquina herramienta llamada torno, la cual suministra la potencia para tornear la pieza a una velocidad de rotación determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte especificados





	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Figura 4. Proceso de torneado.

Con las herramientas de corte adecuadas, en un torno se pueden realizar muchas operaciones de torneado tales como:

- Cilindrado
- Refrentado
- Taladrado
- Escariado
- Moleteado
- Mandrinado
- Chaflanado
- Tronzado
- Roscado
- Ranurado
- Torneado cónico
- Contornos
- Formas

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

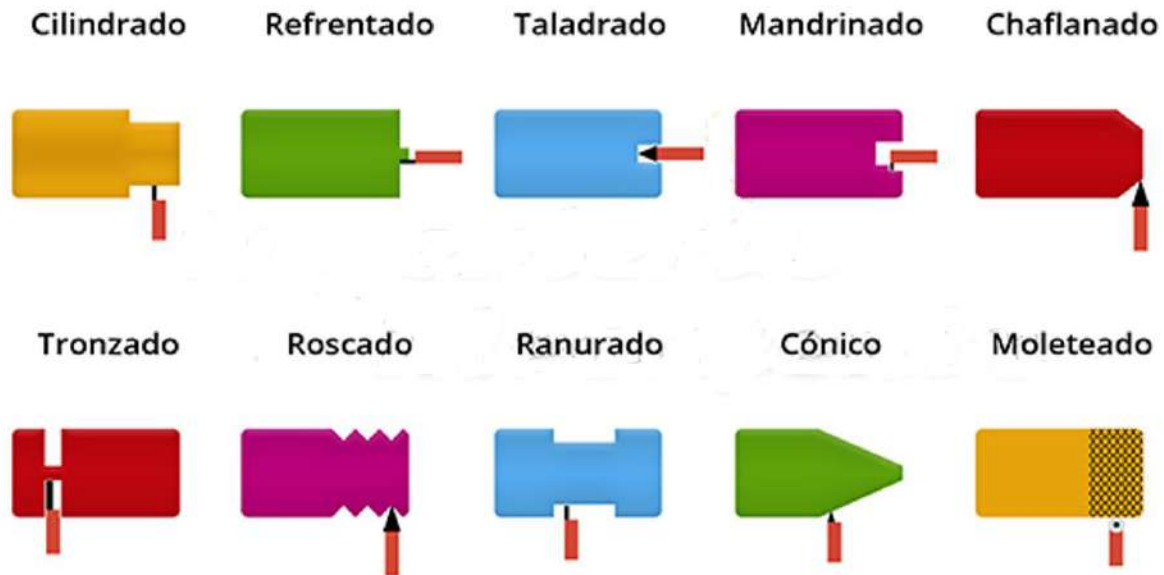


Figura 5. Operaciones de torneado

- a. **Refrentado:** es la construcción de superficies planas, perpendiculares al eje de rotación o eje del torno

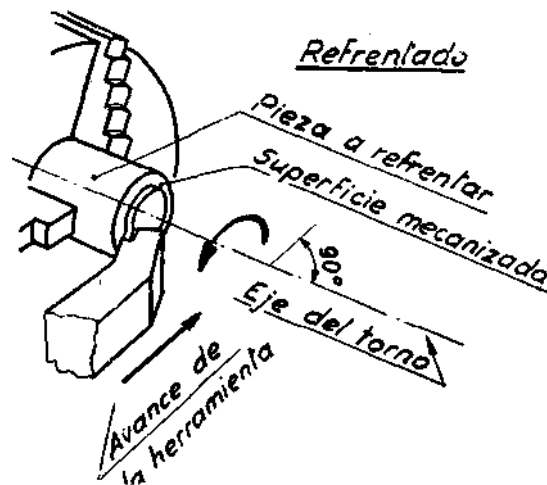


Figura 6. Refrentado

- b. **Taladrado:** El taladrado se puede ejecutar en un torno, haciendo avanzar la broca dentro del trabajo rotatorio a lo largo de su eje.

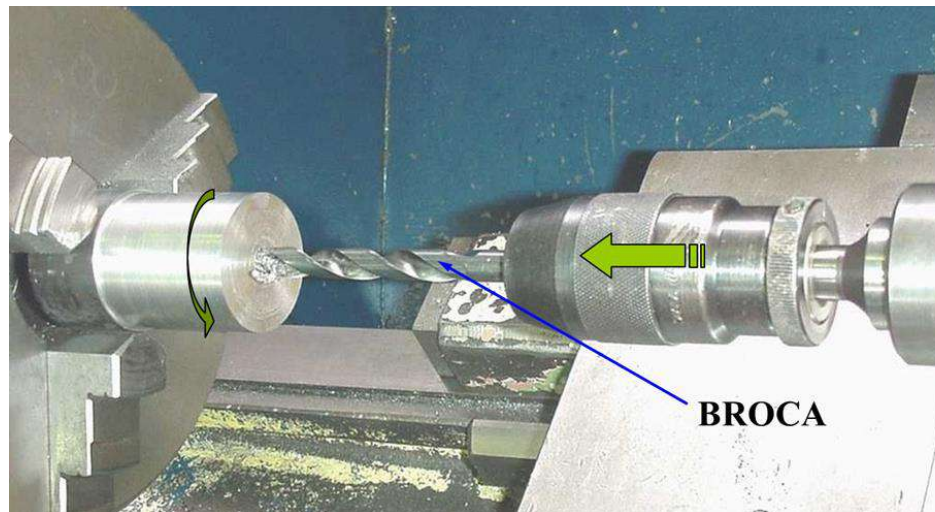


Figura 7. Taladrado

c. **Mandrinado:** es la construcción de superficies cilíndricas interiores

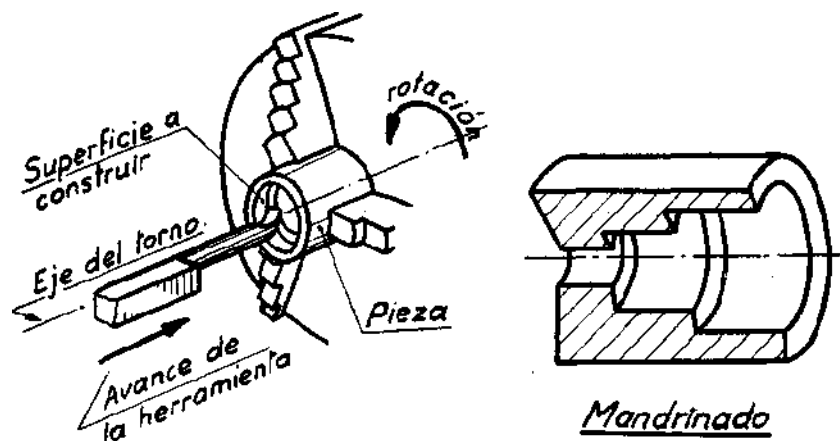


Figura 8. Mandrinado

d. **Cilindrado:** es la construcción de superficies cilíndricas por medio de una herramienta

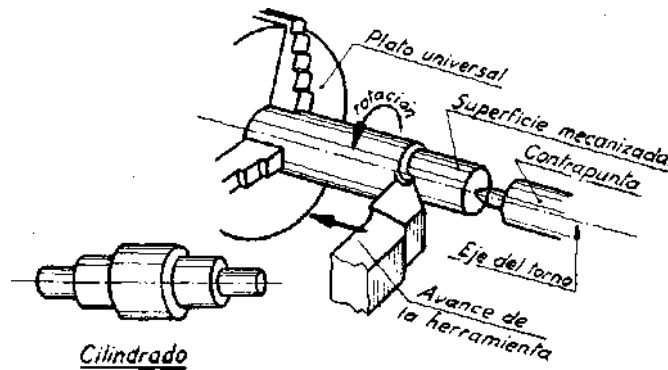


Figura 9. Cilindrado

- e. **Ranurado:** es la construcción de gargantas o ranuras en una superficie exterior o interior

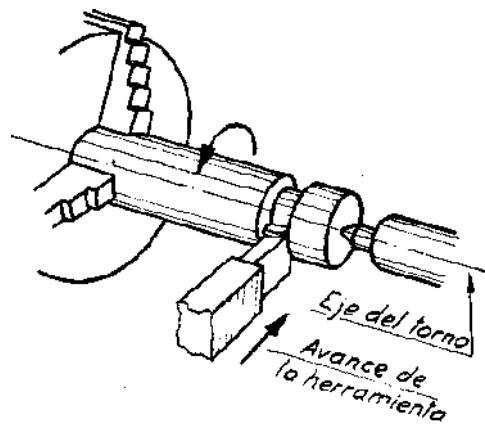


Figura 10. Ranurado

- f. **Chaflán:** El borde cortante de la herramienta se usa para cortar un ángulo en la esquina del cilindro y forma lo que se llama un “chaflán”.

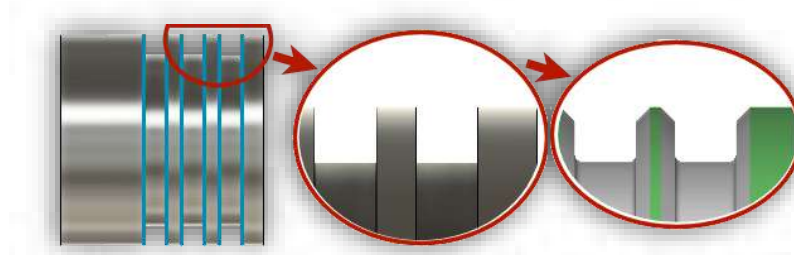


Figura 11. Chaflán

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- g. Roscado:** Una herramienta puntiaguda avanza linealmente a través de la superficie externa de la pieza de trabajo en rotación y en dirección paralela al eje de rotación, a una velocidad de avance suficiente para crear cuerdas roscadas en el cilindro.

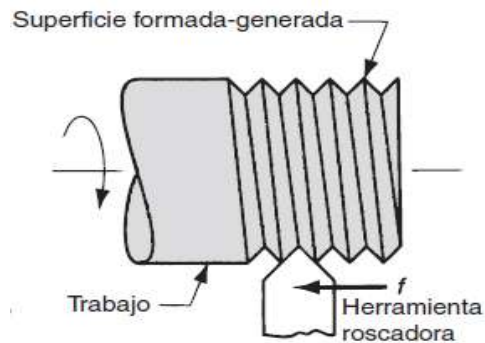


Figura 12. Roscado

h. Moleteado

Ésta es una operación de maquinado porque no involucra corte de material. Es una operación de formado de metal que se usa para producir un rayado regular o un patrón en la superficie de trabajo

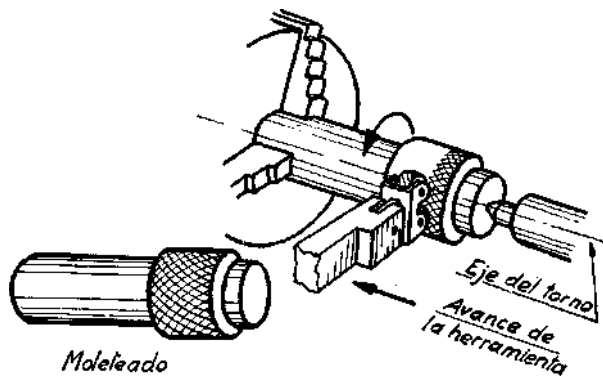


Figura 13. Moleteado

2.4.Buriles

El mecanizado de materiales con tornos se realiza con herramientas de corte que permiten obtener formas cilíndricas, tales como el buril. Los buriles son herramientas manuales, empleadas en las operaciones de torneado para mecanizar y cortar materiales metálicos con desprendimiento de viruta.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

Estas herramientas están formadas por un cuerpo o barra prismática con un cabezal o punta de forma variada, que se usa para cortar, marcar, ranurar o desbastar materiales con arranque de viruta.

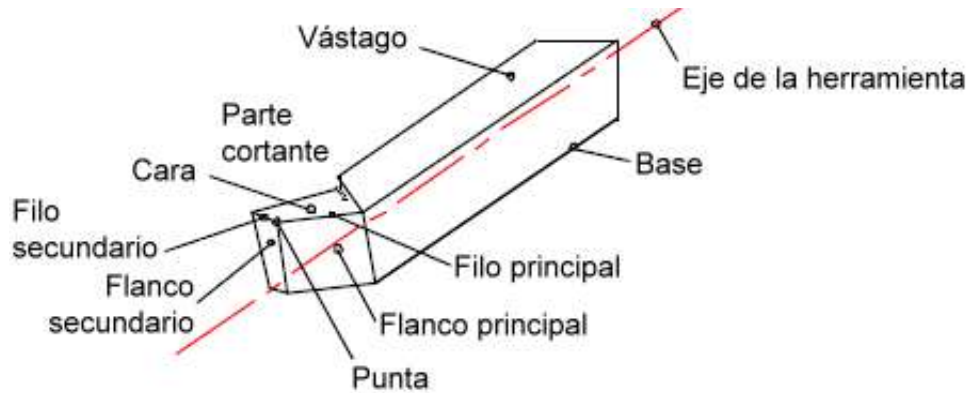


Figura 14. Buril

El montaje del buril es fácil, a la parte del torno llamada “torreta” se le aflojan los tornillos necesarios para que quepa el buril, hecho lo anterior tal vez sea necesario poner debajo del buril algún elemento, para poder alinear el buril con el punto giratorio. La punta del buril con la que se va a desbastar tiene que estar alineada con el centro del punto giratorio.

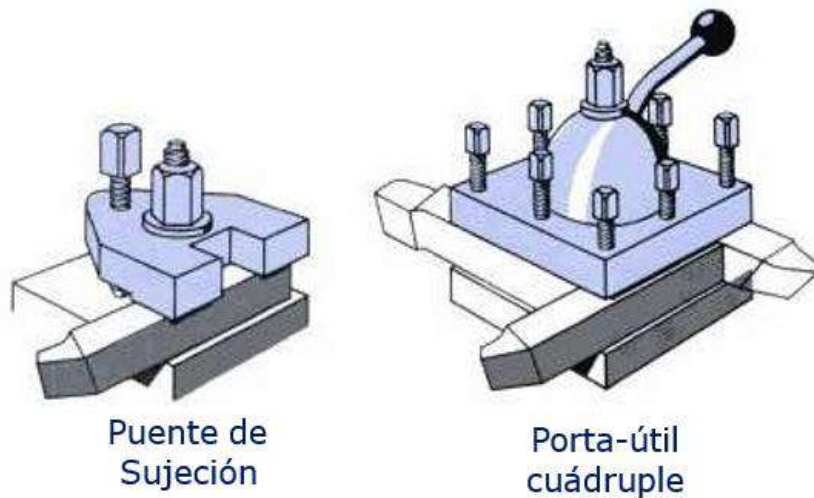



Figura 15. Torreta o torre portaherramienta

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

2.5. Sujeción de la pieza: Mordazas, plato de garras o mandril

Se usan cuatro métodos comunes para sujetar las piezas de trabajo en el torneado, que a su vez consisten en varios mecanismos para sujetar la pieza, centrarla y mantenerla en posición sobre el eje del husillo y hacerla girar.



Figura 16. Sujeción de la pieza. A) De tres garras o autocentrantes. B) de cuatro garras o independientes

3. OBJETIVOS

- 3.1. Reconocer las características de los tornos y las operaciones de torneado.
- 3.2. Conocer los procesos de remoción externa e interna de material.

4. RECURSOS REQUERIDOS

4.1. Laboratorio de producción

4.2. Equipos.

- Torno *Sherline*

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

4.3. Materiales e insumos

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO.

5.1. Inicialmente se realizará un reconocimiento del torno (Figura 17), sus partes y herramientas que emplea (Figura 18):

- Torreta
- Buril (cuchilla de corte)
- Barritas de ajuste



Figura 17. Torno Sherline

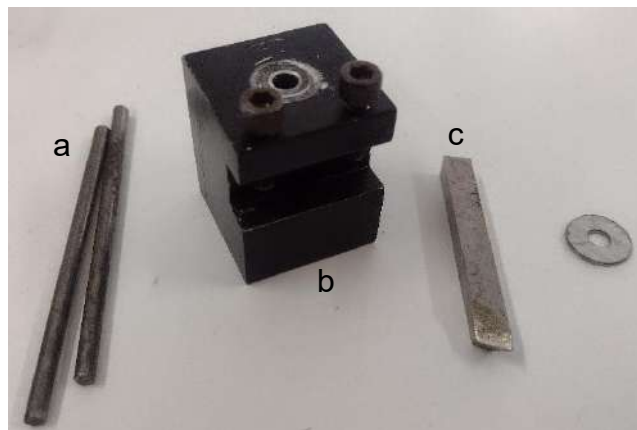



Figura 18. Herramientas del torno. a) barritas de ajuste, b) Portaherramientas, c) cuchilla de corte o buril

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5.2. Luego se seleccionará la pieza (madera, polímero o metal) para realizar cilindrado y refrentado.



Figura 19. Muestras para mecanizar (refrentado y cilindrado)

5.3. Inicialmente se lleva a cabo el montaje de la pieza de trabajo en las mordazas y el portaherramientas para el buril. Con las barras de ajuste se procede a ajustar las mordazas con la pieza a mecanizar.



Figura 20. Montaje y ajuste de pieza en el cabezal

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018



Figura 21. Montaje de pieza y torreta en el torno

5.4. Luego se lleva a cabo el montaje del buril en la torreta o portaherramienta, y se posicionan en el carro móvil en un ángulo de 30°

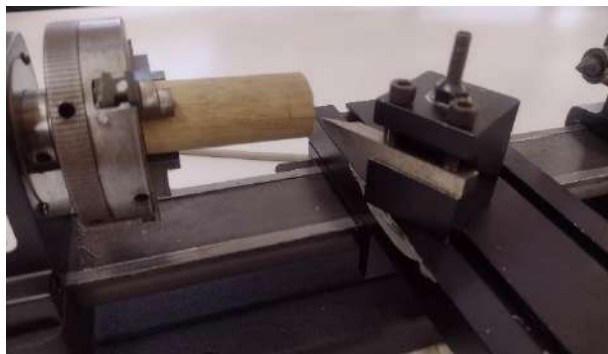


Figura 22. Portaherramientas y buril en carro móvil a 30°

5.5. Luego se ajusta el buril en la torreta con las tuercas de seguridad.

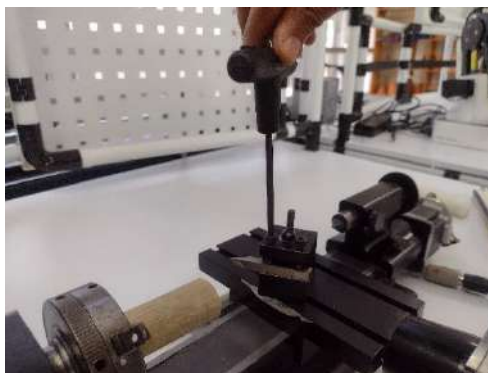



Figura 23. Ajuste de buril en la torreta

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

5.6. Finalmente se cuadran las velocidades del cabezal y se enciende el torno (ON).



Figura 24. Variador de velocidad y perilla de encendido - apagado del motor del cabezal

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)


El informe debe ser presentado tipo artículo científico, el cual consta de los siguientes ítems:

- Resumen
- Introducción.
- Metodología experimental
- Resultados
- Conclusiones.

En la metodología experimental deberá describirse el procedimiento de preparación de ángulos en los buriles de corte empleados en el torno. En los resultados deberán colocarse y explicarse todas las observaciones, cálculos, e información obtenida durante toda la práctica.

7. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica de laboratorio deberán ser dispuestos de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos AGA 001 capítulo 8, donde se informa la prevención, minimización y separación de la fuente, además tener en cuenta el procedimiento de manejo


	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

integral de residuos PGAH 013. Lo anterior con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente y la salud de los usuarios que asisten a los Talleres y Laboratorios de la institución.

8. BIBLIOGRAFÍA

-
- [1] Serope. Kalpakjian, S. R. Schmid, and Espinoza Limón Jaime, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educacion, 2008.
 - [2] Sherline mini lathes. <https://www.sherline.com/product-category/lathes/>, acceso febrero 2023.
 - [3] García Bercedo, R., Irastorza Hernando, I. y Larrieta Fernández, I. (2003). Tecnología y procesos mecánicos. Universidad del País Vasco.
 - [4] Hoffman, E. G. (2006). Manual del taller para estudiantes y operarios. Limusa.
 - [5] Kalpakjian, S. y Schmid, S. R. (2014). Manufactura, ingeniería y tecnología. 2. Procesos de manufactura. (7.a ed.). Pearson.
<https://ebooks724.bibliotecaitm.elogim.com:443/?il=3646>

<i>Elaborado por:</i>	<i>Libia María Baena Pérez, Jose Adrián Tamayo</i>
<i>Revisado por:</i>	
<i>Versión:</i>	<i>001</i>
<i>Fecha:</i>	
<i>Aprobado por:</i>	

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA


Nombre de la guía:	Procesos de unión permanente-Soldadura
Código de la guía (No.):	001
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio de máquinas y herramientas.
Tiempo de trabajo práctico estimado:	4 horas
Asignatura(s) aplicable(s):	Fundamentos de manufactura, Procesos de manufactura 2, Máquinas y herramientas.
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Tecnología en Sistemas de Producción, Ingeniería de Producción, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica.

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las características de los diferentes equipos de soldadura y sus operaciones. Conocer los procesos de unión de materiales metálicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de equipos de soldadura MIG convencional. Proceso de corte con sierra circular. 	<ul style="list-style-type: none"> Maneja los equipos de soldadura convencional. Reconoce el proceso de uniones permanentes mediante operaciones de soldadura.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1.Uniones permanentes-Soldadura.

Los procesos de soldadura que se describen en este capítulo implican la fusión parcial y la unión entre dos miembros. En este contexto, la soldadura por fusión se define como la fusión y coalescencia de materiales mediante calor. Se pueden usar metales de aporte (que son metales agregados a la zona de soldadura durante la operación). Las soldaduras por fusión realizadas sin agregar metales de aporte se denominan soldaduras autógenas. En esta guía se describen las clases principales de los procesos de soldadura por fusión. Se cubren los

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

principios básicos de cada proceso; el equipo utilizado; sus ventajas, limitaciones y capacidades relativas; y las consideraciones económicas que afectan la selección del proceso (tabla 30.1). Estos procesos incluyen los procesos de soldado mediante oxígeno y combustible gaseosos, de arco y de haces de alta energía (rayo láser y haz de electrones), que tienen aplicaciones importantes y únicas en la manufactura moderna. A continuación, se muestra un resumen de los principales procesos de unión (Ver Tabla1)[1].


Tabla 1. Principales procesos de unión

Características generales de los procesos de soldadura por fusión							
Proceso de unión	Operación	Ventaja	Nivel de habilidad requerido	Posición de soldado	Tipo de corriente	Distorsión*	Costo característico del equipo (dólares)
Arco metálico protegido	Manual	Portátil y flexible	Alto	Todas	CA, CD	1 a 2	Bajo (1500+)
Arco sumergido	Automática	Deposición alta	Bajo a medio	Plana y horizontal	CA, CD	1 a 2	Medio (5000+)
Arco metálico y gas	Semiautomática o automática	Trabaja con la mayoría de los metales	Bajo a alto	Todas	CD	2 a 3	Medio (3000+)
Arco de tungsteno y gas	Manual o automática	Trabaja con la mayoría de los metales	Bajo a alto	Todas	CA, CD	2 a 3	Medio (5000+)
Arco con núcleo de fundente	Semiautomática o automática	Deposición alta	Bajo a alto	Todas	CD	1 a 3	Medio (2000+)
Oxígeno y combustible gaseosos	Manual	Portátil y flexible	Alto	Todas	—	2 a 4	Bajo (500+)
Haz de electrones, rayo láser	Semiautomática o automática	Trabaja con la mayoría de los metales	Medio a alto	Todas	—	3 a 5	Alto (100,000–1 millón)

*1 = la mayor; 5 = la menor.

2.2.Soldadura MIG.

En la soldadura por arco metálico y gas (GMAW, por sus siglas en inglés), desarrollada en la década de 1950 y antes denominada soldadura metálica en gas inerte (MIG, por sus siglas en inglés), se protege el área de soldadura con una eficaz atmósfera inerte de argón, helio, bióxido de carbono o varias mezclas de gases (figura 1a). El alambre desnudo consumible se alimenta al arco de soldadura en forma automática a través de una boquilla, mediante un motor de accionamiento de alimentación del alambre (figura 1b). Además de utilizar gases inertes como protección, es común que existan desoxidantes en el propio metal del electrodo para evitar la oxidación de la mezcla de metal fundido. Se pueden depositar varias capas de soldadura en la unión.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

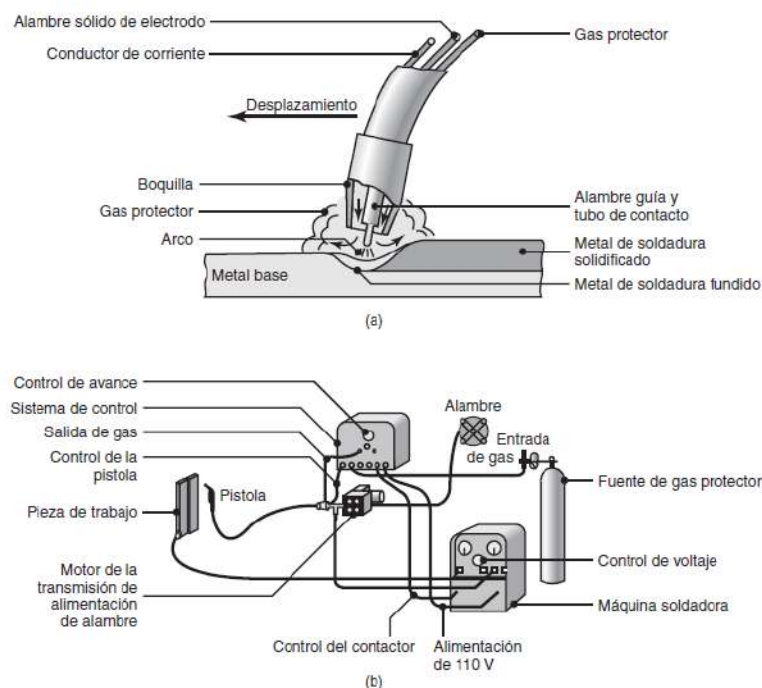



Figura 1. Proceso de soldadura GMAW-MIG A) Detalle del proceso de unión b) Equipo y sistema de soldadura.

3. RECURSOS REQUERIDOS

- Taller de máquinas y herramientas (Campus Robledo).
- Máquinas del taller: 2 máquinas soldadoras MIG-6.
- Herramientas y accesorios de máquinas.
- Herramientas de trabajo para cada máquina
- Elementos de seguridad para cada actividad (Gafas de protección, bata u overol de laboratorio, zapatos cerrados o botas de seguridad industrial, delantales, guantes industriales para soldadura, entre otros).
- Suministro o materia prima inicial para la manufactura de la pieza que consiste en 4 platinas de (70 mm x 25.4 x 4.8 mm) para realizar uniones por medio de dos procesos de soldadura i) MIG ii) SMAW.

	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

4. OBJETIVOS

Objetivo General


Desarrollar los procesos de soldadura a través de la unión de dos platinas criterios de eficiencia y calidad.


Objetivos específicos

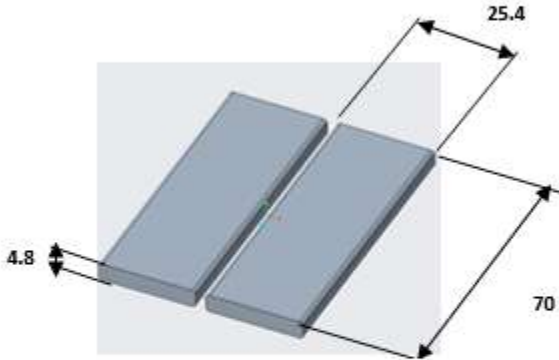
- 4.1.Reconocer las características de los diferentes equipos de soldadura y las diferentes operaciones de unión permanente.
- 4.2.Diseñar el cordón de soldadura más idóneo y eficiente para la obtención de la liga metalúrgica y unión de las piezas.
- 4.3.Seleccionar los elementos de validación y aseguramiento de la calidad tanto del proceso como del producto.
- 4.4. Identificar las principales operaciones de soldadura con material de aporte a través de las uniones de las piezas asignada.
- 4.5.Determinar los tiempos de operación y los costos asociados a las mismas, con el fin de determinar los costos de producción netos por operaciones del producto.

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1. De acuerdo con los planos, dimensiones y carta de procesos sugeridos de la pieza (o platinas) que se muestra a continuación en la Figura 2, realice dos uniones por el método MIG-GMAW.

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

PROCESOS DE MANUFACTURA		CARTA DE PROCESOS		Esc. Mat.	
Diseño	Revisó	Dimensiones suministro	Denominación	Hoja #	




PLANO TECNICO													
M	O	Descripción	Croquis	Hta (ISO)	Vent. osición	Va mm/min	mm/min	s rpm	s mm	No pas	to min	Costo \$ (piezas)	

Figura 2. Carta de procesos y operaciones de la pieza a manufacturar en la práctica de uniones (medidas en mm).

5.2. Pieza para entregar en la fecha asignada por el docente

- a) Defina las dimensiones iniciales del suministro o materia prima para realizar la pieza
- b) Describa la secuencia de operaciones más idónea y eficiente para realizar las uniones de las piezas.
- c) Para cada operación y de acuerdo con la figura 4:
 - c1. Describa la operación y elabore un croquis demostrativo de la misma.
 - c2. Describa la herramienta o equipo necesario y sus dimensiones.


 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

- c3. Describa el elemento de verificación para asegurar y validar la calidad (tolerancias dimensionales y geométricas) del producto obtenido (flexómetro, pie de rey, micrómetro, galgas para roscas, goniómetro, comparador de carátula, etc.)
- d) Describa y determine los parámetros de cada operación (como velocidad de avance, ángulo del electrodo, profundidad o penetración del cordón de soldadura etc.).
- e) Detalle el tiempo de cada operación (omita los tiempos de alistamiento).
- f) Determine el costo de cada operación.

6. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME EVALUATIVO (ponderación establecida en compromiso académico del curso)

El informe debe contener los siguientes numerales desarrollados, incluyendo la portada de presentación:

- 6.1.** Objetivos de la práctica.
- 6.2.** Marco teórico: describa el principio de funcionamiento de las soldaduras trabajadas.
- 6.3.** ¿Cuál es la principal diferencia que existe entre la soldadura MIG y MAG?
- 6.4.** Describa las variables y sus valores en función de las piezas a unir.
- 6.5.** Describa el electrodo utilizado para cada soldadura (MIG-SMAW) y el significado en detalles del código alfanumérico.
- 6.6.** Respecto a las piezas entregadas para unión, presente el registro gráfico de la unión (imágenes del cordón de soldadura), tipo de unión, y las variables utilizadas en el proceso (voltaje, tipo de corriente, amperaje, posición de soldeo, velocidad de alimentación, caudal de gas., tiempo de soldeo, etc.). También desarrolle todos los literales del procedimiento 5.1.
- 6.7.** Investigue sobre el equipo utilizado, marca/precios etc. especificaciones técnicas y el significado de los valores ajustados en las variables.
- 6.8.** Investigue sobre las diferentes normas y organismos para calificar el tipo de unión soldada.
- 6.9.** Conclusiones de la práctica.
- 6.10.** Referencias utilizadas (bibliografía, cibergrafía, artículos etc.)

 Institución Universitaria	GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	02
		Fecha	08-10-2018

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Groover, J. Aguilar, U. Lopez, and F. Palafox, "Introducción a los procesos de manufactura," 2014, Accessed: Nov. 13, 2019. [Online]. Available:
<http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/23017/1/12016.pdf>
- [2] Serope. Kalpakjian, S. R. Schmid, and Espinoza Limón Jaime, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educacion, 2008.
- [3] S. Kalpakjian, S. R. Schmid, and G. Sánchez García, *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación, 2002. Accessed: Dec. 11, 2017. [Online]. Available:
https://books.google.com.co/books?id=gilYI9_KKAoC&dq=LAS%20PROPIEDADES%20DE%20FUNDICION%20C3%93N.%20Arnaldo%20Alonso%20Baquero.&hl=es&source=gbs_similarbooks

Elaborado por:

Adrián Benitez Lozano-Libia María Baena

Revisado/aprobado por:

*Comité curricular Tecnología en sistemas de producción,
Ingeniería de producción.*

Versión:

001

Fecha: