

PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE MANUFACTURA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
2022

Elaborado por:

COMITÉ CURRICULAR DE LOS PROGRAMAS DE TECNOLOGÍA MECÁNICA E INGENIERÍA DE MANUFACTURA:

CARLOS ALBERTO MONTILLA MONTAÑA, Ing. Mecánico, Ph.D.
Coordinador Área Gestión de la Manufactura, Ingeniería de Manufactura

JUAN FELIPE ARROYAVE LONDOÑO, Ing. Mecánico, M.Sc.
Coordinador Área procesos CAD, CAE, Ingeniería de Manufactura

EDGAR ALONSO SALAZAR MARÍN, Ph.D Ing. Mecánico,
Coordinador Área de Térmicas y Fluidos, Tecnología Mecánica

CARLOS ALBERTO ROMERO PIEDRAHÍTA, Ing. Mecánico, Ph.D.
Coordinador Área de Sólidos, Tecnología Mecánica

DAIRO HERNÁN MESA GRAJALES, Ing Mecánico, Ph.D.
Coordinador Área de Manufactura y Materiales, Ingeniería de Manufactura

YESID ORTIZ SANCHEZ, Ing. Mecánico, Ph.D.
Coordinador Área Termofluidos, Ingeniería de Manufactura

IVÁN YESID MORENO ORTIZ, Ing. Mecánico, M.Sc.
Coordinador Área Manufactura y Materiales, Tecnología Mecánica

WILSON PÉREZ CASTRO, Ing. Mecatrónico, M.Sc.
Coordinador Área Automática, Ingeniería de Manufactura

LUZ ADRIANA CAÑAS MENDOZA, Ing. Metalúrgica, M.Sc.
Profesora

CARLOS ARTURO CATAÑO LÓPEZ, Ing. Mecánico
Profesor

RICARDO ACOSTA ACOSTA, Ing. Mecánico, M.Sc, Ph.D
Coordinador Área de Mecatrónica, Tecnología Mecánica
Director Ingeniería de Manufactura

CONTENIDO

	Pág.
1 CARACTERIZACIÓN DEL PROGRAMA	1
2 RESEÑA HISTÓRICA DEL PROGRAMA	4
3 JUSTIFICACIÓN E IDENTIDAD DEL PROGRAMA	10
3.1 EL DEVENIR DE LA MANUFACTURA EN UN MUNDO GLOBALIZADO	15
3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ESTADO PROMEDIO DE LA MANUFACTURA EN COLOMBIA	17
3.3 OPORTUNIDADES DE DESEMPEÑO, POTENCIALES Y EXISTENTES, DEL INGENIERO DE MANUFACTURA	26
3.4 TENDENCIAS DEL EJERCICIO PROFESIONAL DEL INGENIERO DE MANUFACTURA	30
3.5 EL ESTADO DE LA EDUCACIÓN EN EL ÁREA DEL PROGRAMA, EN LOS ÁMBITOS NACIONAL E INTERNACIONAL	32
3.6 ATRIBUTOS O FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS RASGOS DISTINTIVOS DEL PROGRAMA	35
3.7 IDENTIDAD DEL PROGRAMA	36
4 PROPUESTA CURRICULAR	38
4.1 PROPÓSITOS, CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA, EPISTEMOLÓGICA Y OBJETIVOS DEL PROGRAMA	38
4.2 ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA CURRICULAR	39
4.3 ORGANIZACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO	45
4.4 LA EVALUACIÓN EN EL PROGRAMA	51
5 INVESTIGACIÓN EN EL PROGRAMA	52
5.1 TEMÁTICAS DE PROYECCIÓN EN INVESTIGACIÓN	54
5.2 DOCENTES INVESTIGADORES	56
6 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO	61
7 PROFESORES	66
8 MEDIOS E INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA	69
9 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA	73
REFERENCIAS	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura académico-administrativa del programa Ingeniería de Manufactura	4
Figura 2. Primera propuesta de plan de estudios para Ingeniería de Manufactura	6
Figura 3. Plan de estudios definitivo para Ingeniería de Manufactura	7
Figura 4. Resolución de registro calificado del programa Ingeniería de Manufactura de la UTP	8
Figura 5. Arquitectura CIM, redes industriales y de información, y equipamiento típico	11
Figura 6. Utilización de mano de obra y de robots en los procesos mecánicos	12
Figura 7. Consumos de material y de energía para algunas tecnologías de fabricación frecuentes	12
Figura 8. Presentación en el internet del software Tecnomatix 12	14
Figura 9. Participación de la industria manufacturera en el valor agregado de países latinoamericanos	19
Figura 10. Intenciones productivas por departamentos de Colombia	22
Figura 11. Apuesta productiva del departamento de Risaralda	25
Figura 12. Pirámide ocupacional versus Capital humano en Colombia 2001 – 2019	26
Figura 13. Dominio objetivo del Estándar ISO 16100 - 1	31
Figura 14. Diagrama de modelo parcial de una aplicación de manufactura	32
Figura 15. Relación entre la misión y los propósitos de formación	37
Figura 16. Relación entre el perfil de egreso y los resultados de aprendizaje	42
Figura 17. Relación entre el perfil profesional y las competencias y capacidades del Ingeniero de Manufactura	44

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Generalidades programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira	2
Tabla 2. Situación actual del programa Ingeniería Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira	3
Tabla 3. Ventajas y desventajas modalidades de apertura programas IdeM y TM	9
Tabla 4. Propósitos científicos y tecnológicos en la visión del observatorio de Ciencia, Tecnología y Sociedad	20
Tabla 5. Variables asociadas a los objetivos estratégicos	24
Tabla 6. Programas de pregrado en Ingeniería de Manufactura o afines, en América, excepto Colombia	33
Tabla 7. Programas de pregrado en Manufactura y afines a Ingeniería de Manufactura en Colombia	34
Tabla 8. Programas de posgrado en Ingeniería de manufactura afines a en Colombia	34
Tabla 9. Áreas del programa y profesores líderes	45
Tabla 10. Créditos del programa Ingeniería de Manufactura	46
Tabla 11. Relación de docentes que han recibido o están recibiendo apoyo	56
Tabla 12. Porcentaje de docentes investigadores por nivel de formación 2022	57
Tabla 13. Ficha técnica grupos de Investigación Tecnología Mecánica	57
Tabla 14. Ficha técnica grupos de Investigación Materiales de Ingeniería (GIMI)	58
Tabla 15. Semilleros de Investigación que apoyan el programa	60
Tabla 16. Relación profesores planta y transitorios con su escalafón y nivel de formación	66
Tabla 17. Áreas del programa y profesores líderes	68
Tabla 18. Bases de datos disponibles	69
Tabla 19. Infraestructura Tecnológica del Programa	71
Tabla 20. Software de apoyo al programa	72

1 CARACTERIZACIÓN DEL PROGRAMA

El desarrollo de una sociedad está íntimamente ligado al grado de educación de sus individuos, donde la Universidad juega un papel importante en la formación profesional y pos-gradual y podría ir más lejos, buscando que el conocimiento y la formación impartidos en las aulas, trascienda estos espacios y llegue a la comunidad interviniéndola positivamente.

Hasta ahora en Colombia se ha pretendido que la Ingeniería Mecánica, en las diferentes instituciones del país, permita cubrir las áreas básicas de *conversión de energía, diseño de equipos y maquinaria y la manufactura de productos*. Al mismo tiempo, la formación superior para las actividades de las ingenierías de materiales y metalurgia están contempladas por el Ministerio de Educación Nacional en su Resolución 2773 de 2003. Con estas denominaciones de ingeniería no se cubren los campos demandados para manufactura avanzada de bienes de capital y consumo, por esto se propone la creación del programa de ingeniería de fabricación de bienes de capital y consumo que se denomine **“Ingeniería de Manufactura”**.

Para que el país se inserte y sea competitivo en la economía mundial, debe promoverse la creación de programas académicos de formación de estudiantes a nivel de pre y posgrado; adicionalmente se deben impulsar los procesos de investigación y desarrollo, en los que de manera estructurada se cubran las áreas específicas tradicionales, avanzadas y futuras destinadas a proponer, diseñar, implementar y evaluar procesos de fabricación (manufactura), inspección y control integrado de partes (metálicas y no metálicas), módulos, sub-ensambles, máquinas, sistemas integrados CIM, herramientas, herramientas, plantillas, moldes, troqueles y otros que vayan siendo necesarios conforme a la evolución científico-tecnológica.

El programa académico recibe la denominación de **“Ingeniería de manufactura”**, por cuanto su naturaleza de aplicación conduce a la creación y aplicación de *know-how* para la formulación y diseño de métodos y procesos de obtención, mecanización, laminado, deformación, extrusión, inyección, moldeo, acabado, inspección, ensamble, prueba y reciclaje de piezas metálicas y no metálicas y de sus posibles integraciones (Universidad Tecnológica de Pereira, 2015).

En la Tabla 1 se destacan las generalidades que hacen parte del programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Tabla 1. Generalidades programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira

Nombre del programa	Ingeniería de Manufactura
Tipo de programa	Pregrado
Facultad	Tecnología
Título a Otorgar	Ingeniero de Manufactura
Área del conocimiento (Clasificación CINE)	0715 (Mecánica y profesiones afines a la Metalistería)
Nivel de formación	Universitario
Metodología de formación	Presencial
Duración	10 semestres
Periodicidad de la admisión	Semestral
Lugar	Pereira
Créditos Académicos	165
Jornada	Diurna
Requisitos de admisión	Pruebas Saber 11
Proceso de selección	Puntaje clasificatorio pruebas Saber 11
Requisitos de grado	165 créditos académico aprobados y demás requisitos institucionales vigentes

Finalmente, el 15 de marzo de 2016 la Escuela de Tecnología Mecánica recibe la Resolución 04964 del Ministerio de Educación Nacional, mediante la cual se otorga el Registro Calificado al programa de Ingeniería de Manufactura para ser ofrecido a la sociedad y se da inicio de labores académicas en marzo de 2019 (Tabla 2).

Tabla 2. Situación actual del programa Ingeniería Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira

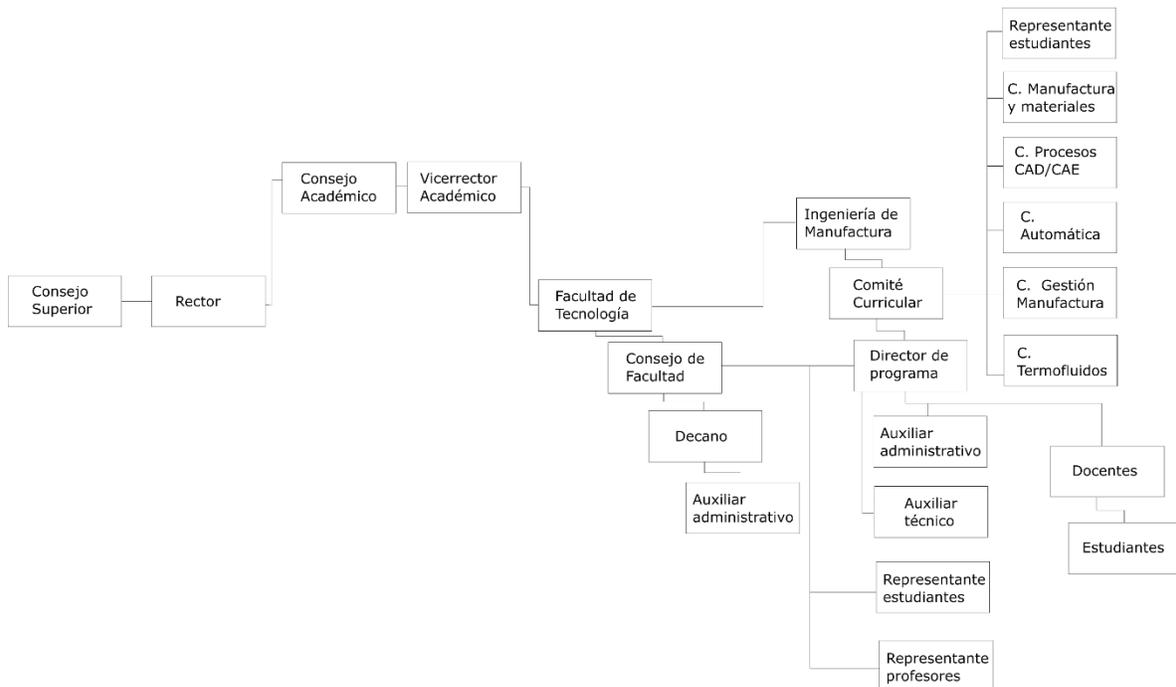
Resolución MEN Registro Calificado	04964 del 15/03/2016
Acuerdo universitario creación programa	Acuerdo 42 del 20/09/2018
Código SNIES	105433
Fecha de inicio de labores académicas	26/03/2019
Número de resolución acreditación alta calidad	009597 del 28/05/2021
Número estudiantes en el primer periodo	69

Estructura administrativa y académica

El programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira está adscrito a la Facultad de Tecnología la cual tiene su respectivo Decano(a) que encabeza el Consejo de Facultad. A su vez el Consejo de Facultad está conformado por cada uno de los directores de programa, un representante de los profesores y un representante de los estudiantes.

El programa de Ingeniería de Manufactura tiene su respectivo Director(a) el cual se apoya con los auxiliares administrativos y técnicos. El Director encabeza el Comité Curricular, conformado por cada uno de los coordinadores de área y un representante de los estudiantes (Figura 1). El Decano, los representantes de los estudiantes y los Directores de los programas académicos son elegidos mediante votaciones.

Figura 1. Estructura académico-administrativa del programa Ingeniería de Manufactura



2 RESEÑA HISTÓRICA DEL PROGRAMA

Ante la realidad nacional de la falta de un programa formal de Ingeniería dedicada a la concepción y desarrollo de procesos de fabricación y producción de partes, competencias “concebidas y explícitas” en el imaginario académico e industrial para ser realizadas por los ingenieros mecánicos tradicionales del país (con los pocos cursos de teoría de materiales, teoría de fabricación y producción contenidos en los planes de estudio de Ingeniería Mecánica del país) y, conocedor de la diferencia que se hacía en algunos países europeos (particularmente en la Unión Soviética) entre el *ingeniero constructor* (equivalente al ingeniero mecánico en nuestro medio) y el *ingeniero tecnólogo* (ingeniero formado para concebir, diseñar, implementar y poner en operación procesos de fabricación y producción de partes, módulos, equipos y sistemas), el profesor Carlos Romero compartía en las reuniones de la Escuela de Tecnología Mecánica (ETM), apreciaciones bien recibidas por varios profesores de dicho programa, como Héctor Álvaro González, Eduardo Lagos y los profesores del Taller de máquinas-herramienta. Así, frecuentemente se reflexionaba alrededor de estrategias que permitieran distanciar el programa de Tecnología Mecánica de su afín-hermano-mayor de Ingeniería Mecánica, sobre todo por los tiempos en que se cuestionaban los alcances y pertinencia de los programas de formación tecnológica, su duración y denominaciones en documentos o eventos relacionados del Ministerio de Educación Nacional.

La evolución evidente de las máquinas y procesos de obtención de materiales, maquinado y formado, entre otros, generaban en la Escuela inquietudes sobre los espacios en los que podían o debían abordarse estos conocimientos y temas modernos, sin encontrar suficiente margen en el tiempo dedicado a la Tecnología Mecánica; profesores del programa como Humberto Giraldo, Publio Galeano, Héctor Álvaro González, Eduardo Lagos y Jesús Mendoza permanecían informados sobre las actualizaciones en los procesos de fabricación, pero en la docencia continuaban sujetos a los temas limitados del único y limitado a tres años programa de Tecnología Mecánica, “de corte intermedio entre el nivel de formación técnico y el de ingeniero” para el sistema de educación nacional.

Las conversaciones con el Doctor Hrishu Bera y los temas relacionados en los seminarios y congresos organizados con él sobre el CAD/CAM, la robótica, la manufactura flexible, la automatización de la producción, la secuenciación de operaciones, la tecnología de grupos, temas centrales en el programa de Maestría en Sistemas Automáticos de Producción de la Facultad de Ingeniería Mecánica, contribuían en el fraguado del imaginario sobre un programa de ingeniería de fabricación, ingeniería de bienes de capital (como la llamaba el Doctor Waldo Duque, entonces profesor de la Universidad del Valle y Ernesto Córdoba, profesor de la Universidad Nacional) o ingeniería de Manufactura. Se tuvieron conversaciones con participantes nacionales e internacionales de los seminarios y conferencias “*International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future, CARS and FOF*” realizadas en la Universidad Tecnológica de Pereira, desde 1995. El objetivo original de la Maestría en Sistemas Automáticos de Producción (en el documento del programa elaborado por el ingeniero Mario Hoyos) es formar para la producción continua y por lotes, mecanizando y automatizando los procesos en los diferentes niveles; se reunían las tareas principales en el plan de estudios original del curso “*Automatización Aplicada*”, repartido en las áreas de planificación de la producción, programación dinámica de procesos y tipificación de topologías de piezas para la producción automatizada según los lotes o volúmenes de producción, y con base en sus profundos conocimientos en dichas áreas, el profesor Carlos Romero fue Director del mencionado programa de Maestría.

La primera alusión a un programa de Ingeniería de Manufactura en la ETM se presenta en la reunión de profesores del 19 de abril de 1993, siendo Rector el profesor de la Escuela de Tecnología Ricardo Orozco, cuando el Director Héctor Álvaro González mencionó el debate en curso por esos días sobre las implicaciones de la Ley 30 en los programas de Tecnología. El Director describía en el Consejo de Facultad de Tecnología, el espíritu de transformar los programas tecnológicos en carreras de cinco (5) años, acotando que, para el caso de Tecnología Mecánica, se podría pensar en ofrecer un programa de Ingeniería de Procesos de Manufactura, dada la infraestructura disponible institucionalmente.

En el año 2000, fue editada la circular 03-264-03 del 22 de junio, enviada por el Director de la Escuela, el ingeniero Jesús Eduardo Lagos Roa, a los profesores de la Escuela de Tecnología Mecánica, mediante la cual se presentaba como proyecto un nuevo programa – **Ingeniería De Manufactura**. El plan de estudios y los contenidos de las asignaturas habían

sido encargados a los profesores Jesús Eduardo Lagos Roa y Carlos Alberto Romero en el año 1997; en la figura 2 puede apreciarse el Plan de estudios inicialmente concebido.

Figura 2. Primera propuesta de plan de estudios para Ingeniería de Manufactura

Programa de Tecnología Mecánica, creando dos nuevos programas de Tecnología: Tecnología Mecánica y Tecnología de Manufactura y un programa de Ingeniería de Manufactura.

PROGRAMA DE INGENIERIA DE MANUFACTURA									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Matemática I	Matemática II	Matemática III	Matemática IV	Resistencia de Materiales I	Resistencia de Materiales II	Métodos Numéricos	Estadística	Técnicas de las cadenas Dimensionales	Tecnología de Ensamble
Dibjo I	Dibujo II	Dibujo III	AUTOCAD	Materiales I	Materiales II	Mecánica de Materiales de Composición	Tribología	Reciclado y Recuperación de Materiales	Control Numérico Asistido por Computador
Sistemas I	Algebra Lineal	Mecánica I	Mecánica II	Mecánica de Maquinaria	Dispositivos Sujeción	Sintesis de Mecanismos	Robótica	Diseño de Herramientas	Tecnología de Manufactura Avanzada
Tecnología de Materiales I	Tecnología de Materiales II	Metrología Dimensional	Estandarización Inter. Y Control	Tecnología de Manufactura	Tecnología de Manufactura I	Análisis de Métodos de Manufactura	Planeación de Procesos de Manufactura	Manufactura Integrada por Computador	Manufactura Flexible
Metodología de la Investigación	Física I	Física II	Física III	Electricidad Industrial	Lab. de Resistencia de Materiales	Control de Calidad	Distribución de Planta y Manipulación de Materiales	Gerencia de Manufactura	Gerencia de Tecnología
Inglés I	Laboratorio de Física I	Laboratorio de Física II	Laboratorio de Física III	Mecánica de Fluidos	Troquelado Forja y Estampado	Mandos de Máquinas	Regulación y Automatismo	Seminario	Seminario
Deportes	Inglés II	Constitución Política	Ecología y Desarrollo	Humanidades	Control Numérico	Electrónica Digital	Laboratorio de Robótica	Legislación Laboral	Economía de la Producción
	Deportes II	Programación de Computadores	Termodinámica	Organización Industrial	Seminario	Economía General	Seguridad Industrial	Comunicación Organizacional	

Hacia el año de 2009, la mayoría de los académicos que inicialmente estuvieron gestionando la creación del programa de Ingeniería de manufactura, ya no hacían parte de la Universidad, razón por la cual el profesor Carlos Romero de manera informal, puso al tanto a los profesores Carlos A. Montilla M. y Valentina Kallewaard E., del recorrido que se llevaba con dicho proceso, y que en términos prácticos, seguía sin consolidarse. Los profesores Montilla y Kallewaard se interesaron por iniciar de nuevo el proceso de creación y apertura del programa, y de manera altruista y con un trabajo denodado, junto con el profesor Romero, lideraron una labor que culminó en el año en el año 2019, con la apertura del programa, tal como se relata a continuación.

El 28 de julio de 2010, el Director Héctor Álvaro González sustentó la proyección para que en el segundo semestre de 2010 el plan de trabajo de la Escuela estuviera dirigido a trabajar en dos proyectos integradores: Ingeniería de Manufactura y Vivienda sostenible. El Director comentó los antecedentes de la primera idea otrora oficializada por los profesores Eduardo Lagos y Carlos Romero, un programa de ***Ingeniería de Manufactura***, un proyecto con el que los Tecnólogos Mecánicos pueden llegar a ser Ingenieros de Manufactura. El 14 de febrero de 2011, se anticipan los posibles participantes de un ***Foro de Manufactura*** proyectado, con los doctores Hernán González de la Universidad Politécnica de Cataluña, Juan de Dios

Calderón del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y el Ingeniero Hugo Mora, gerente de la empresa de transmisiones de potencia Ramfé.

El 17 de septiembre de 2012, el profesor Carlos Montilla recomendó integrar un documento consolidado del proyecto de Ingeniería de Manufactura bajo la coordinación del Director de la escuela Héctor Álvaro González, realizando varias reuniones para la coordinación del trabajo enfocado en la consolidación del proyecto de “Ingeniería de Manufactura”, contando con profesores invitados del programa de Ingeniería Mecánica (Valentina Kallewaard, Giovanni Torres, Libardo Vanegas, , entre otros).

A partir de este año 2012, se desarrollaron una serie de labores académico-administrativas, tendientes a preparar, difundir y actualizar conocimientos, habilidades y trámites concretos, con el objetivo de crear y poner en marcha el programa. En agosto de 2013, en representación del cuerpo profesoral, el profesor Carlos A. Montilla, presentó en Cancún – México, una ponencia en el *11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology- LACCEI 2013*, titulada “*Propuesta de un Programa de Ingeniería de Manufactura como respuesta a las necesidades de Competitividad de Colombia y su Departamento de Risaralda*”. Esta misma ponencia fue presentada por el profesor Carlos A. Montilla en marzo de 2014, a la comunidad académica e industrial asistente a la 1ra Jornada de actualización de Tecnología e Ingeniería Mecánica. Como actividad de preparación y actualización tecnológica, con el apoyo de la UTP, el grupo de profesores de la Escuela de Tecnología Mecánica asistió a la *Muestra Internacional de Tecnología de Manufactura (IMTS 2014)* realizada en la ciudad de Chicago entre los días 6 y 13 de septiembre de 2014.

Para ambientar el nuevo programa de Ingeniería de Manufactura, se ofreció en el 2014 el “Diplomado de Manufactura Nivel I”, en el que se abordaron los temas de Procesos de obtención de metales, Plásticos y materiales compuestos, Procesos de mecanizado, Principios de Estandarización e intercambiabilidad, Control numérico asistido por computador y Diseño de moldes para inyección de plásticos, con el apoyo de la empresa Normarh S.A.S.

El día 30 de diciembre de 2014, por intermedio del Decano de la Facultad de Tecnología Reinaldo Marín, el Rector Luis Fernando Gaviria citó al profesor Carlos Romero para expresarle su interés y voluntad de apoyar la creación del programa de Ingeniería de Manufactura, conociendo los sueños de la Escuela de Tecnología Mecánica desde los años 1990. El Rector valoró la importancia que la iniciativa tenía para la universidad y la región y reconoció ser conecedor del deseo perseguido por profesores de la Escuela con vocación manufacturera y compromiso social. La creación de nuevos programas de pregrado y la transformación de otros fueron compromisos adquiridos por el Rector Luis Fernando Gaviria desde su llegada a la rectoría; él se propuso la meta de liderar los procesos para la obtención de los registros calificados para los programas de “*Ingeniería en desarrollo sostenible de la madera*”, “*ingeniería de procesos agroindustriales*”, e “*Ingeniería de manufactura*”.

En la reunión del Comité Curricular de Tecnología Mecánica del 19 de enero de 2015, fue comentada la consolidación del documento de respaldo del Proyecto Ingeniería en

Manufactura, y su posterior presentación por parte del profesor Carlos A. Montilla ante el Consejo Académico. El 21 de agosto de 2015, fue presentada en el Consejo de Facultad la propuesta del programa Ingeniería de Manufactura, elaborado conforme con lineamientos del Decreto 1295 del 20 de abril de 2010, con el plan de estudios mostrado en la figura 3, cuyo desarrollo fue liderado por Carlos A. Montilla.

Figura 3. Plan de estudios definitivo para Ingeniería de Manufactura

S1	FB 1. Matemática I	FB2. Dibujo I	FBP 1. Introducción a la Ing. de Manufactura	FBP 2. Introducción a la ciencia de los materiales	FSHC 1. Ciencia, Tecnología y Sociedad	FSHC 2. Deportes I
S2	FB 3. Matemática II	FB4. Dibujo II	FBP 3. Tecnologías de extracción de materiales	FB 5. Física I	FB 6. Laboratorio de Física I	FSHC 3. Deportes I
S3	FB 7. Matemática III	FB8. Álgebra lineal	FBP 4. Dibujo asistido por computador	FB 9. Física II	FB 10. Laboratorio de Física II	FB 11. Mecánica I
S4	FB 12. Matemática IV	FBP 5. Metrología dimensional	FEI 1. Procesos de mecanizado I	FB 13. Programación de computadores	FBP 6. Salud ocupacional	FB 14. Mecánica II
S5	FB 15. Termodinámica y mecánica de fluidos	FEI 2. Estandarización, intercambiabilidad y control	FEI 3. Procesos de mecanizado II	FB 16. Métodos numéricos	FBP 7. Máquinas-herramientas y sus mecanismos	FBP 8. Resistencia de materiales y su laboratorio
S6	FBP 9. Transferencia de calor	FEI 4. Control numérico por computador CNC	FEI 5. Métodos básicos de sujeción y ensamble	FB 17. Estadística general	FSHC 4. Tribología y principios de ecología	FBP 10. Materiales metálicos y tratamientos térmicos
S7	FEI 6. Control total de la calidad	FBP 11. Electricidad industrial y laboratorio	FEI 7. Procesos de conformado por deformación plástica I	FEI 8. Materiales sintéticos	FEI 9. Organización en la empresa industrial	FEI 10. Diseño con herramientas computacionales CAE
S8	FEI 11. Potencia fluida y sus sistemas de control	FBP 12. Electrónica analógica y digital	FEI 12. Procesos de conformado por deformación plástica II	FEI 13. Procesos electrofísicos, electroquímicos, combados	FEI 14. Fundamentos de Ingeniería económica y evaluación de proyectos	FEI 15. Tecnologías avanzadas de sujeción y ensamble
S9	FEI 16. Automatización y tecnologías de control	FEI 17. Diseño de herramientas y herramientas	FEI 18. Enfoques modernos de manufactura	FEI 19. Procesos CAD / CAE / CAM	FSHC 5. Metodología de la investigación	FEI 20. Electiva general I
S10	FEI 21. Mantenimiento industrial	FEI 22. Manejo ambiental y desarrollo sostenible	FEI 23. Gerencia de producción y manufactura	FEI 24. Gerencia del ciclo de vida del producto PLM	FSHC 6. Seminario ética, constitución política y legislación	FEI 25. Electiva general II
Trabajo de grado						

En la reunión del Comité Curricular ampliado del 31 de agosto de 2015, el profesor Carlos A. Montilla informó que, en representación de Tecnología Mecánica, presentó el programa Ingeniería de Manufactura ante el Comité Central de Currículo y ante el Consejo Académico, recibiendo muy buena acogida y el aval para ser presentado ante el Consejo Superior, presentación que se efectuó posteriormente, siendo de alto interés por parte de los consejeros.

El 15 de marzo de 2016 la Escuela de Tecnología Mecánica recibió la Resolución 04964 del Ministerio de Educación Nacional, mediante la cual se otorgaba el Registro Calificado al programa de Ingeniería de Manufactura (Figura 4), dando a la Universidad Tecnológica de Pereira la licencia para ofertarlo a la sociedad. Estarían por delante los trámites internos conducentes a su apertura en la modalidad subsidiada según lo prometido por el Rector al Director del programa en diciembre de 2014.

Figura 4. Resolución de registro calificado del programa Ingeniería de Manufactura de la UTP

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

RESOLUCIÓN NÚMERO 04964
(15 MAR. 2016)

LA VICEMINISTRA DE EDUCACIÓN SUPERIOR,

en ejercicio de las funciones delegadas mediante Resolución número 8663 de 2 de agosto de 2010 y las contenidas en la Ley 30 de 1992, la Ley 1188 de 2008, y el Decreto 1075 de 2015, y

CONSIDERANDO:

Que la Ley 30 de 1992 señala como objetivo de la educación superior y de sus instituciones, prestar a la comunidad un servicio con calidad referido a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución.

Que la Ley 1188 de 2008 y el Decreto 1075 de 2015 establecen que para poder ofrecer y desarrollar un programa académico de educación superior se requiere haber obtenido registro calificado del mismo y determinan las condiciones de calidad que deberán demostrar las instituciones de educación superior para su obtención.

Que el Decreto 1075 de 2015 en su artículo 2.5.3.2.3.1 establece que las instituciones de educación superior acreditadas podrán ofrecer y desarrollar programas académicos de grado, especialización y maestría en cualquier parte del país con sujeción a las condiciones de calidad establecidas en la ley. Para este efecto tendrán que solicitar el registro calificado, que podrá ser otorgado sin necesidad de adelantar el procedimiento de verificación y evaluación establecido en dicho decreto.

Que mediante Resolución número 6189 de 22 de mayo de 2013, el Ministerio de Educación Nacional renovó, por el término de ocho (8) años, la acreditación en alta calidad a la Universidad Tecnológica de Pereira - UTP.

Que la Universidad Tecnológica de Pereira - UTP solicitó al Ministerio de Educación Nacional, registro calificado para el programa de Ingeniería de Manufactura para ser ofrecido bajo la metodología presencial en Pereira (Risaralda).

Que de conformidad con lo expuesto anteriormente, este Despacho encuentra procedente otorgar el registro calificado al programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, para ser ofrecido bajo la metodología presencial en Pereira (Risaralda).

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- Otorgar el registro calificado por el término de siete (7) años al siguiente programa:

Institución:	Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Denominación del programa:	Ingeniería de Manufactura
Título a otorgar:	Ingeniero de Manufactura
Lugar de ofrecimiento:	Pereira (Risaralda)
Metodología:	Presencial
Número de créditos académicos:	166

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Institución deberá solicitar la renovación del registro calificado de este programa en los términos del artículo 2.5.3.2.10.3 del Decreto 1075 de 2015 o de la norma que la sustituya.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

RESOLUCIÓN NÚMERO 04964 HOJA No. 2

ARTÍCULO TERCERO.- El programa identificado en el artículo primero de esta resolución deberá ser registrado en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES-.

ARTÍCULO CUARTO.- De conformidad con el artículo 2.5.3.2.10.2 del Decreto 1075 de 2015, la oferta y publicidad del programa deberá ser clara, veraz, corresponder con la información registrada en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior -SNIES-, incluir el código asignado en dicho sistema y señalar que se trata de una institución de educación superior sujeta a inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional.

ARTÍCULO QUINTO.- El programa descrito en el artículo primero de esta resolución podrá ser objeto de visita de inspección y vigilancia y, en caso de encontrarse que no mantiene las condiciones de calidad requeridas para su desarrollo, se ordenará la apertura de investigación en los términos establecidos en la normativa vigente.

ARTÍCULO SEXTO.- Notificar por conducto de la Secretaría General de este Ministerio la presente resolución, al representante legal de la Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, a su apoderado, o a la persona debidamente autorizada por él para notificarse personalmente, acorde a lo dispuesto en los artículos 87 al 69 Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO SÉPTIMO.- Contra la presente resolución procede el recurso de reposición dentro de los diez (10) días siguientes a la notificación, de conformidad con lo establecido en el artículo 76 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO OCTAVO.- De conformidad con lo previsto en el artículo 87 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, la presente resolución rige a partir de la fecha de su ejecutoria.

NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE,

Dada en Bogotá D. C., a los **15 MAR. 2016**

LA VICEMINISTRA DE EDUCACIÓN SUPERIOR,

Natalia Ariza Ramírez
NATALIA ARIZA RAMÍREZ

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
Unidad de Atención al Ciudadano
CERTIFICA
Que la presente fotocopia fue comparada con la original y es idéntica.
Fecha: 21 ABR. 2016
Firma: [Firma]

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL NOTIFICACIÓN	
COMPARECió	Luis Fernando G
REPRESENTANTE LEGAL	Y APODERADO
INSTITUCIÓN	UTP
RESOLUCIÓN No.	04964-2016
FIRMA NOTIFICADO	[Firma]
NOTIFICADOR	[Firma]

Proyecto: Juliana Bosta Quintana. Profesional Especializado Subdirección de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
Revisó: Jeannette Grede González. Subdirectora de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
David Fernando Ferrero Torres. Director de Calidad de la Educación Superior
Jairo Cristóbal Rodríguez. Asesor Despacho Viceministra de Educación Superior
Código de proceso: 3774

La obtención del Registro Calificado del programa de Ingeniería de Manufactura, fue un logro de todos los profesores de la Escuela de Tecnología Mecánica que con empeño y valor afrontaron la tarea. Muy destacable fue la entrega del coordinador del Área de Manufactura, el profesor Carlos Montilla y acertado ha sido el Director de la Escuela Dairo Hernán Mesa, quien continuó con la coordinación del proceso para hacer realidad el emprendimiento de Ingeniería de Manufactura.

Continuando con la labor de ambientación para la apertura del nuevo programa de Ingeniería de Manufactura, entre abril y junio de 2016, en cooperación con el ASTIN-SENA de Cali se ofreció el “Diplomado de Manufactura Nivel II”, en el que se abordó el tema de “Moldes para inyección de piezas plásticas”. El diplomado se desarrolló tanto en las instalaciones de la UTP, como en las del ASTIN-SENA de Cali, y se contó con el apoyo de varias empresas metalmecánicas de Pereira, como lo fueron AYCO e IML empaques.

En reunión de Comité Curricular de la Escuela de Tecnología Mecánica del 27 de noviembre de 2017, se analizaron las variantes para el ofrecimiento de los programas de Tecnología

Mecánica e Ingeniería de Manufactura: Ingeniería de Manufactura por cohorte única, por matrícula anualizada alternada I de M y TM, Ingeniería de manufactura para Tecnólogos Mecánicos (formación en secuencia o extensión para los Tecnólogos Mecánicos), ofrecimiento de cohorte única de Ingeniería de Manufactura y, por último, integración y ofrecimiento de los dos programas TM e I de M por ciclos propedéuticos (Tabla 3).

Tabla 3. Ventajas y desventajas modalidades de apertura programas IdeM y TM

Opciones	ING DE MANUFACTURA TODOS LOS SEMESTRES Y STAND BY PARA TM	MATRÍCULA ANUALIZADA IM Y TM	INGENIERÍA DE MANUFACTURA PARA TECNÓLOGOS MECÁNICOS	COHORTE ÚNICA	CICLOS PROPEDEÚTICOS Tec Manufactura e Ingeniería de Manufactura	IM PRIMIPAROS IM-TM TM TODO EL TIEMPO	IM PRIMIPAROS IM PARA TM
Ventajas	Pro:	Pro:	Pro:	Pro:	Pro:		
	Unificar esfuerzos en un solo programa.	Continuidad de los TM	Atender una necesidad de TM, que finalmente culminan su ciclo profesional en otras ingenierías	Obviar trámites en el consejo superior			
	Visibilidad para el profesorado	Balancear la oferta		Potencia la formación del grupo profesoral			
	Opciones de recibir estudiantes de mejor rendimiento	Posibilidad de medir nivel de aceptación en el mercado para IM y TM					
Desventajas	Contra:	Contra:	Contra:	Contra:	Contra:		
	Escasez en el mediano plazo de TM	Implica trabajo extra Registros calificado y certificación de procesos	Se acabaría rápidamente los interesados		No se ofrece un producto totalmente nuevo		
	Incertidumbre en el acepto o el rechazo del programa IM				No hay Registro calificado para Tecnología de manufactura		
	Reallimentación en 6 años				El grupo profesoral decide eliminar esta opción.		
Puntuación primer día	5 votos	6 votos	3 votos	1 voto	0 votos	1 voto	5 votos
Puntuación segundo día	8 votos	1 voto					

Discutidas y ponderadas las ventajas y desventajas de las modalidades, se tomó la decisión luego de reuniones deliberativas, de presentar la opción 1 - apertura de Ingeniería de Manufactura todos los semestres y *stand-by* de 2 años para el programa de Tecnología Mecánica.

Cabe destacar la labor denodada de parte del cuerpo profesoral, para hacer difusión del nuevo programa, en diferentes eventos y colegios del área metropolitana Pereira – Dosquebradas – La Virginia, de forma tal que *en enero de 2019 inició su vida el programa de Ingeniería de Manufactura con un número de 69 estudiantes matriculados para la primera cohorte.*

En marzo de 2020 sobrevino la cuarentena obligatoria y el aislamiento social como medidas de control de la expansión del virus SARS-CoV-2 causante de la enfermedad del coronavirus, llamada COVID-19, declarada como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS). El gobierno colombiano había decretado la emergencia sanitaria, las autoridades

controlaban las vías públicas y pidieron a la población que se quedara en casa para evitar el contagio y la proliferación de la enfermedad. Desde marzo, los programas académicos debieron encontrar soluciones virtuales para continuar con las actividades docentes.

3 JUSTIFICACIÓN E IDENTIDAD DEL PROGRAMA

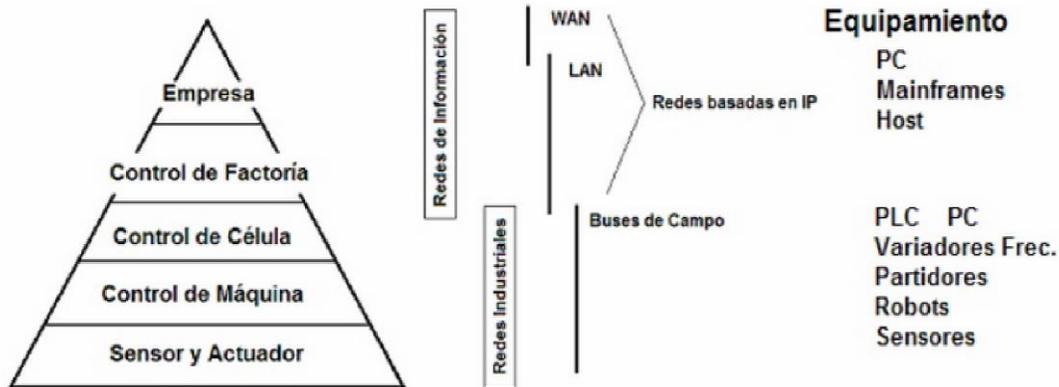
El concepto de manufactura ha evolucionado desde las primeras operaciones manuales hasta el estado actual de asistencia y control en red Internet de todas las actividades del ciclo de vida de los productos y las propias de los eslabonamientos en las cadenas de suministros de los productos, *Data Driven Manufacturing*. Los mismos productos objeto de manufactura se han ampliado, no se trata únicamente de producción de bienes materiales, se trata también de producción de bienes de servicio y productos virtuales.

La automatización ha penetrado las funciones de desarrollo, manufactura y control del producto. Aún en pequeñas empresas pueden observarse inversiones en tecnología de automatización de manufactura de bajos volúmenes, como el CNC y el CAD/CAM; tecnologías de intercambio de información y planeación como las redes de área local (LAN), computadores para programación de la producción y MRP. Son comunes en la actualidad, aún en empresas pequeñas, las tecnologías de automatización de alto volumen como los robots, la inspección asistida por computador y el control de calidad.

Los sistemas de producción son impulsados por la extensión de nuevas formas de sistematización, integración, conformación, mecanización y automatización a los equipos, operaciones, procesos, instalaciones, plantas y corporaciones. Dichas extensiones permiten responder a las crecientes exigencias de productividad y competitividad: integración y simultaneidad de funciones de diseño y manufactura, reducción de tiempos de producción, rapidez de inspección en procesos, reducción de inventarios en procesos, reducción de gastos de energía, reducción de mano de obra, reducción de desperdicios y reprocesamiento, reducción de tiempos de preparación, reducción de plazos de entrega, reducción de papelería, flexibilización de los productos y los procesos.

En los sistemas modernos de manufactura, integrados bajo filosofías de Manufactura integrada por computador CIM (Figura 5), el flujo de la información constituye el pilar de la productividad. La cantidad y calidad de la información, su disponibilidad y los tiempos en los que ella es transmitida, hacen posible los imperativos de productividad, flexibilidad y configurabilidad. Las tecnologías de información/comunicación pueden venir embebidas en los componentes de las máquinas y en los mismos moldes (Universidad Tecnológica de Pereira, 2015).

Figura 5. Arquitectura CIM, redes industriales y de información, y equipamiento típico

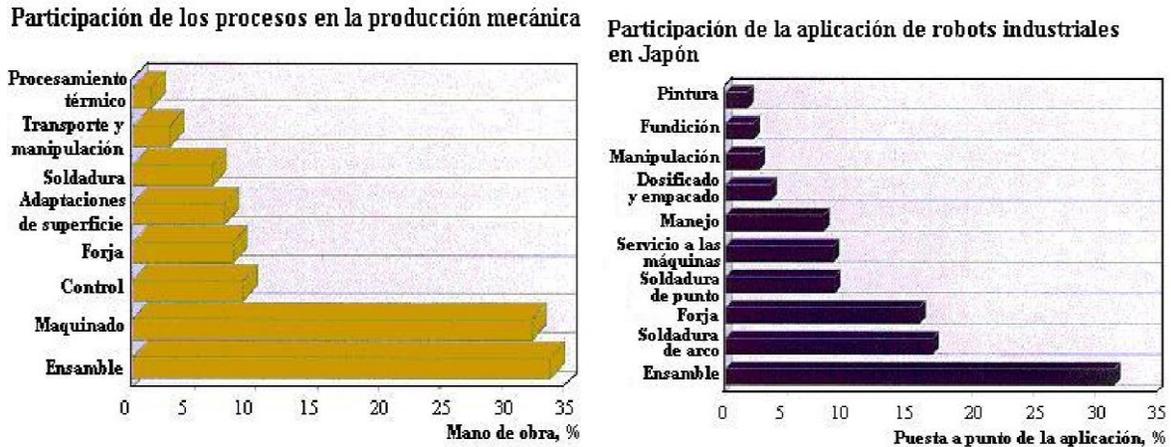


Los mayores niveles de automatización se asocian a los procesos que más lo requieren: en cuanto a seguridad (como en la fundición y la soldadura) y los intensivos en mano de obra (como el ensamble y el mecanizado). El ensamble y el mecanizado demandan una inversión en capital, superior a la requerida para el pago de operarios. El desarrollo de los procesos de producción está influenciado por el desarrollo de las tecnologías mismas; las precondiciones son más favorables para las tecnologías no convencionales como las de aplicación de láser y las de alta energía (Figura 6).

Los avances en la implementación de tecnologías minimizan la extensión de las operaciones de manipulación de materiales, como es el caso de los centros de mecanizado, los cuales integran varias tecnologías parciales en una sola máquina (torneado, fresado y taladrado). La combinación de tecnologías se está tornando en una característica del desarrollo, haciendo acopio de máquinas y equipos de tecnologías múltiples y líneas libres de manipulación. Al presente, en tal tendencia de integración, se dispone entre otras de las siguientes aplicaciones:

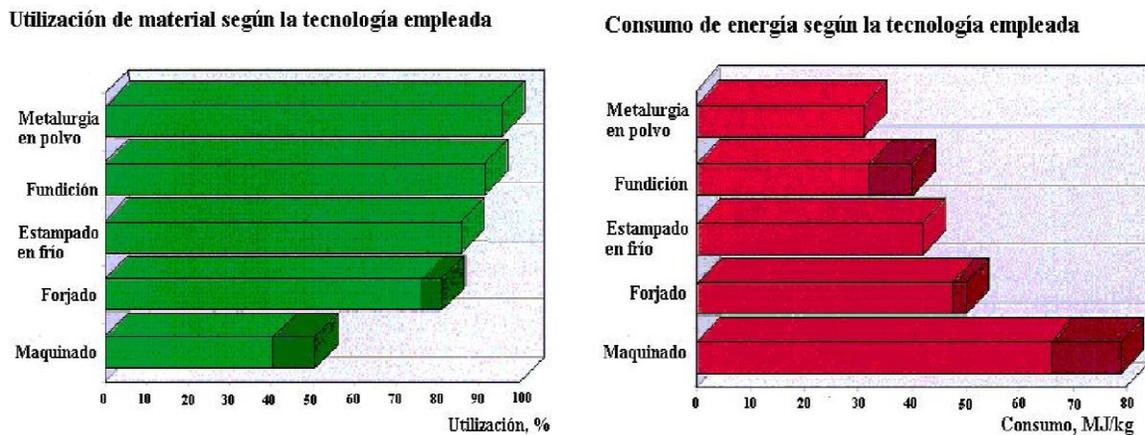
- Producción exacta de productos semiacabados, tratamiento térmico y mecanizado de acabado.
- Conformado superficial exacto, soldadura y acabado de superficie.
- Fundición muy precisa (por inyección) y maquinado de acabado.
- Forja volumétrica, fusión por horneado con material sinterizado y operaciones de acabado.
- Conformado superficial de alta precisión y maquinado.

Figura 6. Utilización de mano de obra y de robots en los procesos mecánicos



El aprovechamiento del material empleado en el proceso y el consumo de energía influyen en el rango de uso de tecnologías individuales (Figura 7). El conformado en frío de elevada precisión, la metalurgia de polvos y la fundición inyectada en molde, presentan las mejores precondiciones de aplicación (mayor aprovechamiento del material y menor consumo energético). Por lo anterior es claro que los desarrollos tecnológicos deben ir en la dirección de masificar la fabricación de piezas, haciendo uso de los procesos previamente mencionados. El mecanizado es un proceso que aún puede perfeccionarse, pero deja desechos para reciclar.

Figura 7. Consumos de material y de energía para algunas tecnologías de fabricación frecuentes



Hay una tendencia actual de producción de componentes y secciones sofisticadas y blandas, los cuales pueden en muchos casos, reemplazar con suficiencia la fundición cuando se combina con la soldadura. Con respecto a la figura 7, y en particular a los procesos de

deformación plástica, se ha observado en los años recientes, una evolución en la concepción, diseño y construcción de las máquinas relacionadas con estos procesos, con las siguientes ventajas:

- Se incrementa la utilización de las máquinas dobladoras de control numérico (los denominados centros de doblado) para producir componentes 3D. Es una avanzada generación de máquinas de producción, donde los manipuladores integrados con control numérico participan en forma directa en el acomodamiento de los “moldes, matrices y guías”, y son asistidos por herramientas controladas numéricamente. La flexibilidad de la máquina está dada por la preparación automática de las disposiciones o arreglos tecnológicos (“moldes, matrices y guías”) mediante el cambio automático de la herramienta.
- Se están abriendo paso los centros multitecnológicos para producir componentes de chapa delgada. En el diseño de máquinas de control numérico existen, por ejemplo, unidades funcionales integradas: cabezales de corte láser para exacta preparación del semifabricado de chapa delgada, unidades de formado flexible para realizar perforación plástica, reforzado y roscado de componentes, directamente en los sitios reforzados. La manipulación del semifabricado durante el formado se logra integrando manipuladores equipados con control numérico.
- Se están utilizando prensas con control numérico para producción de secciones exactas dobladas. Las máquinas, en su mayoría se equipan con segmentos de herramientas universales para el doblado, las cuales son activadas por programa dentro de un rango apropiado.

Todas las fases del diseño y la manufactura son modelables y simulables con visualización gráfica de los resultados, lo que se conoce como *ingeniería virtual*. Prácticamente para todas las actividades de las empresas, se puede utilizar software de simulación virtual, hasta en el propio diseño de las fábricas. Se está pasando del uso de material en masa a la aplicación de conocimiento de masa, de la satisfacción cuantitativa a la cualitativa, ampliando el área de influencia de la manufactura para incluir todo el ciclo de vida del producto.

Las prácticas de manufactura austera y de negocios de empresa extendida, así como la tecnología de información han cambiado la manera como las empresas se relacionan con los usuarios, vendedores, proveedores y la competencia, al tiempo que fuerzan de manera concurrente a la industria a desintegrarse verticalmente y a extenderse horizontalmente. En muchas industrias no se trata más de competir una compañía contra otra, sino de una cadena completa de valor de una empresa compitiendo contra la cadena de valor de otra empresa.

La denominada *ingeniería virtual*, es decir, el uso universal de los computadores tanto en los procesos de diseño como en los de planeación, ha emergido como modalidad laboral, afectando todos los dominios incluyendo el diseño, la construcción, la programación, la planeación de las instalaciones y los recursos y el control de la producción, conformando las fábricas digitales. La fábrica digital es una representación generada en el computador de una fábrica real, que contiene máquinas, robots, líneas de manufactura y ensamble, bodegas, buffers, dispositivos de transporte y personas.

Empleando un modelo detallado, se pueden simular en el mundo virtual los productos, procesos, disposiciones y tareas. Estos resultados pueden aplicarse posteriormente a la fábrica real, redundando en una reducción de los costos de producción, un incremento de la productividad, la calidad, diversidad del producto y una más rápida entrega al mercado. Todas estas ventajas conducen a una competitividad mucho mayor de las compañías.

El concepto de empresa extendida, iniciado con los fabricantes de equipo original, OEM, constituye el presente de la manufactura mundial. Una empresa que está a la vanguardia en el mundo ofreciendo servicios de modelado y simulación de fábricas es la compañía Siemens. Entre los productos de esta compañía está el software para gerencia del ciclo de vida del producto PLM llamado *Tecnomatix 12* (Figura 8). *Tecnomatix 12* es una completa cartera de soluciones de fabricación digital que asisten o apoyan la innovación mediante la sincronización de la ingeniería de producto, la ingeniería de fabricación y la producción.

Figura 8. Presentación en el internet del software Tecnomatix 12



Fuente: http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/products/tecnomatix/

El formidable avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones facilita la fragmentación de los procesos productivos, deslocalizándolos, de manera que sus distintas fases pueden distribuirse en diferentes sitios geográficos, aparte de permitir el envío electrónico de determinados productos (*software*) y la contratación (*outsourcing*) de

servicios fuera de las fronteras del país en el que se demandan. Las nuevas tecnologías han hecho posible que la especialización no requiera una cercanía geográfica.

Algunas industrias líderes por excelencia en la automatización, como la industria automotriz, han alcanzado elevados niveles de automatización y ahora están pasando por el período de destrucción creativa, algo entre la era industrial y la era de la información. Las mejores prácticas de negocios y de información, centralizadas a los sistemas que fabrican y distribuyen vehículos a los clientes, continúan evolucionando, trayendo nuevos retos y oportunidades. La industria automotriz del siglo 21 por parte de los proveedores se está reconfigurando en torno a la integración y modularidad de los vehículos, mientras que, del lado de la demanda, están surgiendo nuevos canales de competidores y distribuidores, como son los superalmacenes y megadistribuidores como *AutoNation* y *CarMax*.

Anteriormente las fábricas productoras de vehículos (OEM de vehículos) subcontractaban la producción de los motores, trenes de potencia y cajas de cambio, bajo su tecnología y supervisión; estos subsistemas eran transportados a las plantas principales para el ensamble. Los fabricantes de equipo original OEM, continuaban con la carga financiera generada por la intensidad de mano de obra demandada, las inversiones en recursos físicos y soportaban todos los clásicos problemas de una planta, como los daños físicos, cortes de energía, cuellos de botella, etc. Lo anterior condujo a que numerosas OEM decidieran cerrar sus plantas y correr el esquema de producción, tomando la decisión estratégica de velar por la fabricación de sus productos “en cualquier parte del mundo”, recibiendo ya el bien completamente terminado y responsabilizándose únicamente de tres procesos: Investigación y Desarrollo (I&D), Explotación de la Marca y Mercadeo. Las OEM disponen del tiempo y el conocimiento para supervisar la calidad a lo largo de la cadena, facilitando al tiempo la transferencia de la tecnología. Las empresas fabricantes de equipo original fueron las primeras en conformar las denominadas “cadenas de valor de empresa extendida”.

3.1 EL DEVENIR DE LA MANUFACTURA EN UN MUNDO GLOBALIZADO

La manufactura no se limita solo a las tecnologías emergentes, es crítica para la prosperidad económica de cualquier país, los documentos revisados confirman su importancia para la innovación, productividad, empleo, la economía, las exportaciones y la seguridad nacional. Así, por ejemplo, la sola manufactura de los Estados Unidos, tomada como independiente, constituiría la octava economía mundial, según el *Bureau of Economic Analysis*, el *Industry Economic Accounts* (2012) y el Fondo Monetario Internacional (2012).

La importancia de la formación en manufactura para los Estados Unidos se puede concluir del “*Programa de manufactura para el siglo 21*”, elaborado por el Instituto *Aspen* de dicho país, una organización para estudios de políticas educativas. En el programa se resumen, entre otros, los interrogantes que deben resolverse de manera positiva para que la industria manufacturera contribuya apropiadamente a impulsar la competitividad norteamericana: ¿Se está invirtiendo lo suficiente para mantener su frontera tecnológica y sostener el

crecimiento de la productividad? ¿Cuál es el papel de las inversiones extranjeras directas en el fortalecimiento o debilitamiento de la manufactura del país? ¿Qué tan importante es la investigación y el desarrollo en manufactura para el desarrollo de nuevas tecnologías útiles para la economía en general? ¿Es la base industrial de manufactura adecuada para responder a las contingencias de seguridad nacional? ¿Está el sistema educativo promoviendo la formación y competencias básicas (ciencias básicas, alfabetización tecnológica, solución de problemas) y avanzadas (ingeniería, ciencias) para la manufactura moderna? ¿Puede una economía grande y continental con un papel global como la de E.U. prosperar sin una base manufacturera fuerte? ¿Cómo puede la política de comercio promover el sector manufacturero doméstico? ¿Aparte de los costos laborales, que factores inciden en la competitividad internacional y en las decisiones relacionadas con el asentamiento de empresas e instituciones para la investigación y desarrollo de la manufactura? ¿Afecta o promueve la inversión directa extranjera la manufactura doméstica? ¿Qué recursos conjuntos deben disponer el gobierno, la academia y el sector privado para investigación básica? ¿Cómo pueden las regiones promover “clústeres de excelencia” para apoyar las operaciones de la manufactura? ¿Qué factores verdaderamente conducen la innovación y cómo medir éstos? ¿Están los empresarios de la manufactura haciendo lo suficiente para implementar los métodos de producción y las cadenas de suministro ambientalmente sostenibles? ¿Qué puede aprenderse de los modelos más corporativos en Europa y Asia con relación al sector industrial? ¿Cómo pueden las empresas manufactureras formar, entrenar, motivar y mejorar sus fuerzas laborales para convertirlas en parte integral de los sistemas de mejora continua requeridos para competir en la economía global?

A nivel internacional se está observando una clara reducción en las fuentes de talento de disciplinas científicas e ingenierías, principalmente en los países desarrollados, además de que las nuevas generaciones demuestran muy poco interés hacia estas áreas profesionales. Esto presenta un panorama de gran competencia por el talento, que se extiende desde los países industrializados hacia los menos desarrollados, en donde Latinoamérica juega un papel importante. México, por ejemplo, se ha convertido en la reserva de talento de Norteamérica, al generar más ingenieros que cualquier otro país del continente.

La manufactura en México contribuye con más de una quinta parte del Producto Interno Bruto del país y sigue siendo una de las áreas con mayor atractivo para la inversión extranjera, debido a que existen sectores de manufactura avanzada con un gran potencial de crecimiento. Una de las principales ventajas que ofrece México frente a otros países, es la presencia de cadenas de producción en sectores como automotor, aeroespacial y electrónico. Para fomentar esto, México definió su Mapa de Ruta Tecnológica MRT, a partir de las necesidades de desarrollo de diseño, ingeniería y manufactura avanzada a corto, mediano y largo plazo (Gobierno de México, 2011), es así como a la fecha es el país de América con el mayor número de estudiantes de ingeniería y con un índice de egresados mayor al de los Estados Unidos. El Índice de Sofisticación Tecnológica de los bienes producidos en México (3,25) es superior al de India (2,61) o Brasil (2,49). En este propósito, el talento es un factor crítico y uno de los puntos centrales de una estrategia que apoya el desarrollo del sector. La preocupación por las personas que laboran en manufactura, el

talento de ingeniería y la contribución crítica que hacen a la economía son algunas de las razones que motivan la promoción de la manufactura en México.

En los últimos años, la consolidación de un alto ritmo de crecimiento en países como China e India y el continuo avance de la integración económica internacional, junto con la reducción de las barreras comerciales, la liberalización de los mercados interiores y el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, han alterado sustancialmente las pautas de localización geográfica de las actividades industriales. Estos cambios inquietan al mundo desarrollado, pues apunta a una notable disposición de los países emergentes para asumir, no sólo las producciones más tradicionales e intensivas en trabajo, sino también aquellas otras con mayores requerimientos de capital humano y tecnológico, constituyéndose en proveedores importantes de bienes de manufactura. El valor agregado en la manufactura MVA de los países en desarrollo continúa creciendo de manera estable, es creciente la formalización de las alianzas productivas investigativas entre la industria, las universidades y el gobierno. La gestión de la información digital y la extensión de esta información a la nube son crecientes.

“... en la economía mundial ocurre una globalización de los mercados, caracterizada por una competencia creciente, que presiona hacia la búsqueda de tecnologías basadas en conocimientos científicos para reducir costos, mejorar la calidad, ahorrar energía y materias primas escasas, a la par que, aumentar la productividad de la fuerza laboral”

Al tiempo que en el entorno internacional la industria manufacturera enfrenta retos como la reducción de los tiempos para poner nuevos productos en el mercado y reducir los costos, en Colombia se requiere encontrar las estrategias para insertarse en los mercados con productividad y para reducir las brechas de conocimiento requerido para los rápidos procesos de transferencia tecnológica, así como también apoyar el desarrollo de los productos, reduciendo los tiempos entre la generación de las ideas de diseño y la evaluación del desempeño de manufactura. En el marco de los nuevos modelos económicos y de las exigencias del libre comercio a nivel internacional, se hace necesaria en Colombia la dinamización y desarrollo empresarial, científico y tecnológico del sector metalmecánico, siderúrgico, de materiales, y de manufactura de bienes de capital en conjunto, con la participación activa de las instituciones de educación superior.

3.2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ESTADO PROMEDIO DE LA MANUFACTURA EN COLOMBIA

En el Seminario Internacional sobre “Mejoramiento de la Productividad Empresarial”, realizado en la Universidad Tecnológica de Pereira, en julio de 2003, el ingeniero *Toshitsugu Nakai*, consultor del Centro Nacional de Productividad Japonés resumió sus impresiones acerca de la industria colombiana, obtenidas luego de visitar por cinco meses algunas empresas importantes del país:

“Colombia es un país con buena fuerza laboral, diligente, trabajadora y de salarios bajos, pero poco apreciada. Hay exceso de mano de obra (no hay automatización) y existen

grandes diferencias entre los salarios y el trato recibido por los trabajadores en relación con las directivas (la mentalidad y el estilo de trabajo de los directivos es muy gerencial). Comparado con Japón, allí no se tienen desniveles significativos en salarios, e incluso, un trabajador puede a veces tener mejor salario que un directivo.

En Colombia hay industrias especializadas de clase mundial, pero están limitadas a un sector de baja productividad, con fuertes costos de competencia contra fuertes competidores extranjeros. El PIB es muy bajo. Es muy bajo el desarrollo en industrias básicas como el acero y otros metales, productos químicos, equipo eléctrico y maquinaria pesada. No hay desarrollo tecnológico en industrias como la electrónica, las telecomunicaciones, productos químicos y bioquímicos, la informática. Las industrias que se destacan trabajan por licencias de producción, en el sector de fabricación predomina el ensamblaje con partes importadas; es poco el desarrollo tecnológico propio. Se dispone de instalaciones para inspección, pero hay pocas instalaciones de análisis.

En lo que respecta a la administración, la alta gerencia está muy motivada para mejorar, pero ¿qué pasa con los mandos medios y los demás empleados? ¿Qué pasa con los factores fundamentales? En Colombia se pueden fabricar productos de buena calidad, pero se requiere realizar no sólo inspección del producto, se requiere fortalecer el análisis del producto y el método de producción”.

Lo dicho en el 2003 por *Toshitsugu Nakai*, en general, se mantiene hoy en el 2022. A pesar de algunas mejoras generales, las falencias son las mismas: la función tecnológica de difusor del cambio de la industria de bienes de capital no es una demanda abastecida endógenamente, la compra de Maquinaria y Equipo es realizada en el mercado externo. Nuestras empresas de Bienes de Capital no están en capacidad de ofrecer en la Maquinaria y Equipo los adelantos tecnológicos y las ganancias en productividad que cada vez más requiere el sector industrial, para ser competitivas nacional e internacionalmente.

En un país como Colombia, un sector de manufactura fuerte es clave para ofrecer mejores trabajos, impulsar la innovación, aumentar la productividad y brindar mayores estándares de vida para la población. Por el contrario, mayor desigualdad científica y tecnológica entre países implica mayor desigualdad en el desarrollo intelectual, cultural y social, mayor dependencia intelectual de otros países, entre otros efectos negativos.

Necesidades del país y la región en un contexto globalizado

La industria colombiana no es ajena a los cambios tecnológicos mundiales, debe adaptarse a las exigencias de la economía mundial, pero está limitada por las deficiencias de capacidad tecnológica y de formación de su capital humano en conocimientos y competencias para adquirir, absorber, generar, usar, adaptar y mejorar nuevas tecnologías (capacidades de innovación y absorción tecnológica para su uso). Esto se ha evidenciado en los estudios de

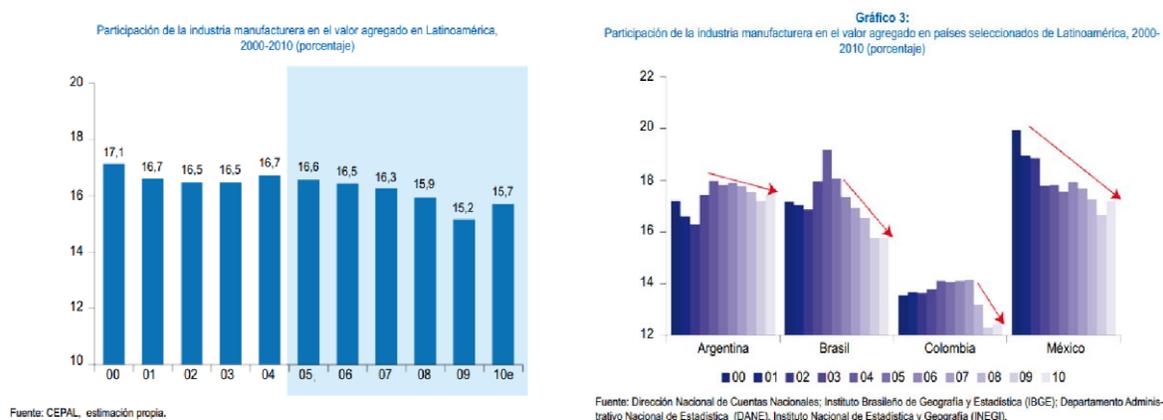
caracterización del Sector Metalmecánico realizados por el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2012), el estudio de la Universidad Nacional UN (2008), el Estudio de Caracterización Ocupacional del Diseño en la Industria Colombiana, el trabajo de la Mesa Sectorial de Diseño – SENA, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá (Universidad Nacional de Colombia, 2008) y estudios realizados por el Departamento Nacional de Planeación.

Los indicadores económicos nacionales y mundiales demuestran la importancia que tiene el fortalecimiento de la industria manufacturera para la economía y competitividad de los países (Figura 9). En Colombia la contribución de la industria manufacturera (sin considerar su composición) a la economía del país representa cerca del 14 %, muy por debajo de los valores de países como México, Brasil y Argentina.

A nivel País

Las reflexiones contenidas en esta parte se derivan del análisis de algunos reportes del país y del mundo, disponibles en la red, como lo son: el Reporte Global de Competitividad y el Informe Nacional de Competitividad (generados por el Consejo Nacional de Competitividad del Programa de Transformación Productiva – Sectores de Clase Mundial), Bases para el Planteamiento Estratégico del PNDM 2011 – 2014 (elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energética), *Automatic Industry Analysis*, Plan Regional de Competitividad (Comisión Regional de Competitividad de Risaralda CRC), Cadena Autopartes-Automotor, Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, Locomotoras para el crecimiento y la generación de empleo (Sectores basados en innovación; sector agropecuario; construcción; infraestructura de transporte; sector minero-energético, todos estos demandan de bienes de capital).

Figura 9. Participación de la industria manufacturera en el valor agregado de países latinoamericanos



Varios estudios, entre ellos los realizados por el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y Colciencias, entre otros, evidencian la falta

de competitividad de la industria nacional. Para el Departamento Nacional de Planeación DNP, los factores que rigen la competitividad son: seguridad y confianza, **Educación y tecnología**, condiciones macroeconómicas, instituciones favorables, infraestructura. Por otro lado, para el cumplimiento de la política de competitividad y productividad, se tiene como estrategia trabajar con el círculo virtuoso que engloba estos factores.

Adaptando lo dicho por Porter (Expogestión, 2007), quien es reconocido en el tema de la competitividad y uno de los co-autores del Reporte Global de Competitividad emitido por el FEM, la productividad es el determinante más importante para la competitividad de una nación y así lo define en su libro “*La Ventaja Competitiva de las Naciones*”: **“Ninguna ventaja competitiva será suficiente sin una clase de ingenieros de manufactura que apalanque la investigación y el desarrollo industrial”**.

Desde la apertura económica (década de 1990), pasando por el Programa de Fabricación de Bienes de Capital, hasta los programas actuales del país con Visión 2032, hay una carencia de sistematicidad en las propuestas de competitividad, por la sencilla razón de que no se mira la educación como herramienta o como estructura o “chasis” de un sistema. Dado que este vacío existe, proponemos un programa de *Ingeniería de Manufactura*, porque hablar de innovación tecnológica sin currículos que la apalanquen, es hablar en abstracto, conduciendo de antemano a más de lo mismo. Hace falta un sistema de formación que fundamente la realidad tecnológica integrada por productos, máquinas, procesos y sistemas, requerida para la competitividad; hace falta un sistema que defina y avance los fundamentos del *know-how* tecnológico aplicado a la obtención de bienes de capital, que se pueda modelar, simular, virtualizar, patentar y mercadear; un sistema de formación para la creación autóctona de “know-how”.

Construir un concepto de realidad empresarial tecnológica exige un trabajo que vincule e integre los aparatos conceptuales y proposicionales de las ciencias básicas de la mecánica teórica, la teoría de mecanismos y máquinas, los procesos de manufactura, la ciencia de materiales, la mecatrónica y la ciencia de la medición y control, como mínimo, integrando además las nociones matemáticas y abstractas. Lo que apuntala todos los sistemas productivos competitivos modernos es la formación adquirida desde la escuela hasta los centros de educación superior. Una buena formación apuntala un buen sistema productivo, el cual permite un mejor bienestar y bajo éste, se establecen unas mejores relaciones filosóficas, económicas, políticas, sociales, culturales y administrativas bajo las que se construyen mejores organizaciones empresariales.

Plan estratégico del programa nacional de metalmecánica

En el documento CONPES 3527 del 23 de junio de 2008, se describen los planes de acción y los principales lineamientos estratégicos, para el crecimiento económico y transformación productiva, así como la competitividad nacional, entre los cuales se destaca: desarrollo de sectores de clase mundial, salto en la productividad y el empleo, promoción de la formalidad, impulso de la ciencia, tecnología e innovación, y la remoción de barreras a la competencia e inversión. La visión de la política nacional de competitividad está encaminada a convertir a Colombia en los próximos 25 años en uno de los países más

competitivos de América Latina. En la Tabla 4 se destacan las áreas que se priorizan para el desarrollo competitivo del país, de acuerdo con el Observatorio de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Tabla 4. Propósitos científicos y tecnológicos en la visión del observatorio de Ciencia, Tecnología y Sociedad

Meta	Situación actual	Situación 2010	Situación 2019
Crear y fortalecer el nuevo Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) (1*)	Baja articulación SNC y T, y baja inversión pública en actividades científicas, tecnológicas e Innovación, como porcentaje del PIB (0,21%)	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación y aumento de la inversión pública y privada en C y T, para llegar al 1% del PIB	Inversión pública y privada en C y T del 1,5% del PIB
Consolidar el Sistema Nacional de Información e Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia	Subsistemas no integrados y ausencia de herramientas e indicadores para medir el impacto de la ciencia, tecnología y la innovación	Integración y parametrización de los subsistemas de información de C y T, indicadores	Sistema integrado de información
Desarrollar y consolidar el capital humano colombiano para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI). (2*)	Colombia tiene cerca de 21000 personas dedicadas a ACTI (cerca del 0,05% de la población). Comparaciones internacionales indican que una sociedad contemporánea requiere que al menos 0,1% de sus habitantes se dedique a ACTI	40000 personas dedicadas a actividades ACTI	Mínimo 0,1% de personas dedicadas a ACTI (55.000 personas)
Impulsar el conocimiento en áreas estratégicas para el desarrollo competitivo del país. (3*)	Ocho áreas consideradas, seis seleccionadas y cuatro apoyadas hasta el momento: <ul style="list-style-type: none"> - Biodiversidad y recursos genéticos - Biotecnología e innovación agroalimentaria y agroindustrial - Enfermedades infecciosas y prevalentes en áreas tropicales - Materiales avanzados y nanotecnología 	Seis centros de excelencia creados y consolidados	Veinte centros de excelencia y de desarrollo tecnológico consolidados y reconocidos por su impacto social y productivo

Fuentes líneas base: 1* Cálculos DNP+DDE; 2* Observatorio de Ciencia y Tecnología; 3* Colciencias; Cálculos DNP-DDE

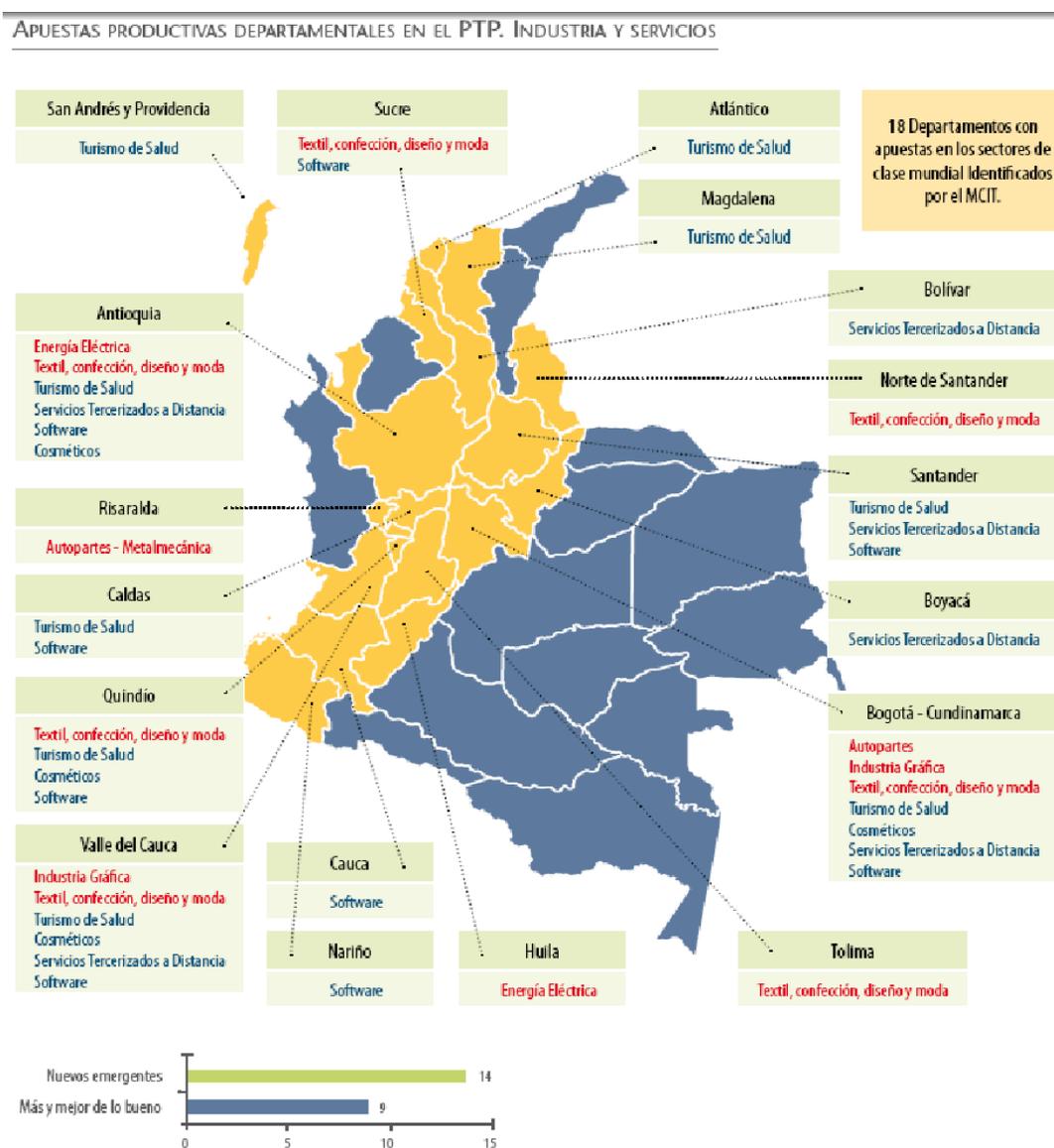
Los planes del estado en materia de desarrollo industrial revelan la distribución hecha por departamentos de las intenciones productivas (Figura 10). Se destaca la prioridad asignada al sector metalmecánico para el departamento de Risaralda.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT) planteó un plan de trabajo de largo plazo para impulsar la transformación productiva en Colombia y para lograrlo definió tres pilares, uno de los cuales lo constituye la **Transformación Productiva, mediante el fortalecimiento de los sectores de clase mundial. Uno de los grupos de sectores de clase mundial, denominado “Más y mejor de lo bueno, bajo estándares de clase mundial”,**

incluye los sectores de autopartes, industria gráfica, energía eléctrica bienes y servicios anexos, y Textiles, confecciones, diseño y moda. Estos sectores tradicionalmente han demandado de partes y subensambles manufacturados en Colombia. Ahora lo demandarán más y para ello se requiere profesionales especialmente cualificados.

Un documento adicional relacionado es el PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2010-2014 “Prosperidad para todos” publicado por el Departamento Nacional de Planeación y Colciencias (2006), Visión Colombia II Centenario 2019 (Departamento Nacional de Planeación, 2010), cuyo propósito se describe como: “Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación”.

Figura 10. Intenciones productivas por departamentos de Colombia



A nivel de la región y del Departamento Risaralda

El Eje Cafetero, un 'eje' en desarrollo

De acuerdo con estudios de la cámara de comercio de Pereira, el Eje Cafetero es un territorio que se encuentra en pleno crecimiento. Las PYMES del sector metalmecánico tienen una gran oportunidad de convertirse en proveedoras de grandes empresas, como Suzuki y Busscar de Colombia. Esta última produce los buses articulados para los sistemas de transporte masivo como Transmilenio en Bogotá y Mío en la ciudad de Cali. Ha sido tal el desarrollo de la industria metalmecánica en el eje cafetero, que el Consejo Metropolitano de Competitividad lo destacó como uno de los sectores que más empleo genera en la región.

Según el Plan de Desarrollo 2008 – 2011 de la Gobernación de Risaralda, Pereira tiene un buen potencial de desarrollo entre las ciudades intermedias que conforman el triángulo del café. El sector metalmecánico fue escogido en la Agenda de competitividad del Departamento en el 2008, como uno de los estratégicos, considerándolo como uno de los dinamizadores del desarrollo tecnológico en el Departamento.

La Universidad Tecnológica de Pereira realizó el acompañamiento metodológico en la formulación del *Plan Regional de competitividad*, elaborado por la Comisión Regional de Competitividad de Risaralda, coherente con lo establecido a partir de la política de competitividad nacional definida en el CONPES 3439 “Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad”. El plan se constituye en hoja de ruta sobre la cual se pretende cimentar el crecimiento sostenible y perdurable del Departamento, en sus objetivos estratégicos se lee la necesidad de apalancar los procesos de fabricación de bienes de capital y, *a partir de la definición de las políticas transversales, puede justificarse la apertura de un programa en ingeniería de manufactura como respuesta desde la Universidad a las necesidades de apoyo científico y tecnológico y también de ingenieros especializados*. Dado que para el año 2019 la participación del sector metalmecánico en el PIB del Departamento deberá constituir mínimo el 25 %, es menester fijarse en un programa de formación de ingenieros calificados en procesos de manufactura.

Risaralda ha desarrollado procesos relevantes en materia de competitividad conservando coherencia con los procesos realizados a nivel nacional tales como la construcción de la ***Visión Colombia Segundo Centenario 2019***, en la cual se prevé un horizonte de crecimiento económico y social, con metas en el mediano y largo plazo, para un lapso de tiempo de 13 años. Entre las visiones del plan, relacionadas, aunque no explícitamente, con la formación para la ingeniería de manufactura, pueden transcribirse las visiones:

Visión 2 - se define textualmente como: ***“Contar con una población educada en un 100%, con capacidad de utilizar la oferta tecnológica; además con capacidad y vocación de lograr metas y objetivos productivos, competitivos y sostenibles preservando los recursos naturales en un entorno social, cultural y tecnológico (haciendo uso eficiente y con criterio de racionalidad). Una región que cambie con la dinámica que ofrece el entorno interno y externo”***

Visión 3. ***“Risaralda habrá logrado consolidar un sector productivo capaz de aprovechar sus ventajas comparativas y generar ventajas competitivas y, de esta manera, será un departamento competitivo en los mercados nacionales e internacionales”***

Al observar este “Plan de Competitividad Regional del Departamento de Risaralda” puede concluirse que el Programa de Ingeniería de Manufactura propuesto responde o soporta ese Plan:

- Al hacer referencia al primer objetivo estratégico "***Fortalecimiento de sectores estratégicos***", y sus estrategias: "***Generación de Capacidad Laboral acorde a la demanda empresarial***", nos encontramos el proyecto de "***Articulación de la educación superior a los sectores estratégicos***, cuya meta es el clúster de Metalmecánica, produciendo tecnología, herramientas y maquinaria para la industria, con entregable de 10 programas articulados con el sector productivo y que tiene como responsable las universidades.

- Pasando al cuarto objetivo estratégico "***Innovación, Investigación, Ciencia y Tecnología***" en su estrategia de "***Mejoramiento de las Capacidades científicas, tecnológicas y de innovación del Talento Humano***", tiene como iniciativas la *formación avanzada* y la *investigación formativa*, y tiene asignados como responsables a las universidades.

- Al revisar también el quinto objetivo estratégico de "***Cobertura Educativa con Calidad y Pertinencia***", se hace referencia a la estrategia de "***Formación para la productividad y el emprendimiento desde el Proyecto Educativo Institucional***".

El mismo Plan Regional de competitividad contiene la descripción detallada de cada una de las once apuestas productivas en términos de un propósito posible de alcanzar en el 2017. De las apuestas, dos de ellas son Metalmecánica y Agroindustria. También proyecta alcanzar los objetivos estratégicos expuestos en la Tabla 5, en la cual se pueden destacar los relacionados con la formación académica, la investigación y el desarrollo.

Tabla 5. Variables asociadas a los objetivos estratégicos

Objetivo estratégico	Variables
Fortalecimiento de sectores estratégicos	Grupos empresariales formalizados, exportaciones de los sectores priorizados, PIB de los sectores priorizados mejorado, nuevos productos en el mercado de los sectores priorizados
Emprendimiento y Desarrollo empresarial	Creación de empresas, perdurabilidad, <i>Doing bussines</i> , empleo formal
Internacionalización de la economía y del mercado interno	Inversión extranjera, inversión interna, comercio exterior (exportaciones, importaciones)

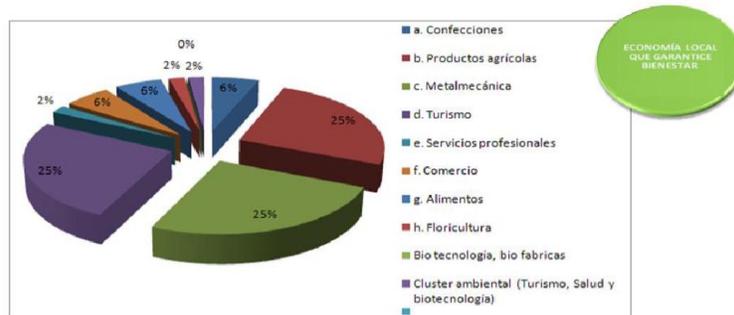
Objetivo estratégico	Variables
Innovación, Investigación, Ciencia y Tecnología	<i>% del PIB para inversión en C y T, Ph.D. y M.Sc por número de habitantes vinculados en las empresas del departamento, grupos de investigación, patentes en uso y comercializadas, Spin off, Spin off universitario, Start up empresarial, apropiación social del conocimiento, impacto de la C y T en la solución de problemas de la región</i>
Cobertura educativa con calidad y pertinencia	<i>Currículos armonizados, egresados competentes y pertinentes, permanencia en el sistema educativo, docentes con competencias pedagógicas y disciplinares</i>
Entorno, infraestructura y medio ambiente	Uso sostenible de los bienes y servicios ambientales, indicadores de movilidad, cobertura en servicios públicos

El Departamento de Risaralda planea su desarrollo a través de actividades cuya distribución es descrita en la Figura 11.

Figura 11. Apuesta productiva del departamento de Risaralda



Apuesta productiva del departamento



“Metalmecánica, Productos Agrícolas y Turismo”

Entre los logros y planes de la Comisión Regional de Competitividad de Risaralda CRC (2012), está el fortalecimiento de los sectores estratégicos definidos, entre los cuales se ha priorizado la Metalmecánica y para esta se ha puesto en marcha el Centro de Desarrollo Tecnológico Manufacturero y Metalmecánica CINSETEMM.

“La calidad de un sistema educativo no puede exceder la calidad de los maestros”. Precisamente, en la Figura 12 se observa el impacto que —de acuerdo con estudios— puede tener la calidad del maestro en los resultados de sus alumnos. Por ser la pieza angular de la calidad, los mejores sistemas educativos del mundo garantizan que sus docentes provengan del primer tercio de la clase, en términos de desempeño académico, convirtiendo la actividad docente en una opción de prestigio en la sociedad. La Figura 12 indica claramente el desbalance entre el personal que se está formando versus el que están formando las instituciones educativas.

Figura 12. Pirámide ocupacional versus Capital humano en Colombia 2001 - 2019



*Debido a la falta de información sobre la oferta de técnicos laborales en el país, el porcentaje que se presenta está subestimado.

Nota: La distribución ocupacional está basada en las proyecciones de países desarrollados como Irlanda.
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Observatorio Laboral para la Educación 2010.

Estos referentes previos muestran que la manufactura y la metalmecánica ha ocupado siempre un renglón importante en las proyecciones de gobierno para el departamento. En la actualidad, el *Plan de Desarrollo departamental [2020-2023]: Risaralda, sentimiento de todos*, plantea dentro de sus proyecciones el **Centro de Innovación y desarrollo tecnológico de la manufactura y metalmecánica** (Plan de desarrollo, Pag 181), para el cual el programa de Ingeniería de manufactura se convierte en soporte fundamental para el logro de tal propósito.

3.3 OPORTUNIDADES DE DESEMPEÑO, POTENCIALES Y EXISTENTES, DEL INGENIERO DE MANUFACTURA

La existencia y calidad de las actividades innovadoras de un país depende, entre otros, de factores de la formación pertinente en las universidades. ***Sin un recurso humano altamente calificado, el país no podrá ser competitivo en aquellos sectores de alto valor agregado, sobre los cuales pretende apalancar el crecimiento de los próximos años. Para alcanzar una fuerza laboral con las cualificaciones que necesita el país, no sólo se requiere una cobertura de educación universal, sino que esta educación sea de alta calidad para todos.***

Comentarios sobre la organización de los empleos en manufactura a nivel internacional

La globalización de la manufactura ha sido el motor principal en la creación de empleos altamente calificados y en el crecimiento de la clase media en las economías emergentes, incluyendo los países China, India, Corea del sur, México y Brasil.

En Estados Unidos, se conoce la Asociación de Ingenieros de Manufactura (SME), como una asociación de profesionales dedicada a promover la manufactura a través de la formación de gestores, ingenieros y otros profesionales en este campo. El objetivo específico de la Asociación es promover el conocimiento científico en el campo de la manufactura y en aplicar los recursos para la investigación, publicación y difusión de la información. La Asociación se fundó en 1932 como Asociación Americana de Ingenieros de Herramientas y Manufactura (ASTME) y se renombró como Asociación de Ingenieros de Manufactura (SME) en 1970, reflejando en el cambio de nombre la evolución de la profesión de Ingeniería de Manufactura y el crecimiento y la sofisticación incremental. Se integran a esta asociación la Asociación para los procesos de acabado (AFS), la Asociación de Sistemas Computarizados y Automatizados (CASA), la Asociación de Visión Artificial (MVA), el Instituto norteamericano de investigación de la manufactura (NAMRI), el grupo de materiales compuestos (CoGSME), el Grupo de manufactura electrónica (EM).

Otros países y sus industrias manufactureras invierten y movilizan recursos para fortalecer el desempeño en la manufactura: Alemania, Corea y Japón, quienes invierten en investigación y desarrollo más que Estados Unidos. Estos y otros países han establecido alianzas tripartitas gobierno-industria-academia para fortalecer la industria manufacturera. En Estados Unidos para superar esto, se han propuesto iniciativas en el Plan Estratégico Nacional para la manufactura avanzada, con una inversión propuesta por el presidente Obama de un billón de dólares en la creación y apoyo de una Red Nacional para la

Innovación en Manufactura (NNMI) para reunir los esfuerzos de la industria, las universidades (incluyendo los colegios) y los gobiernos federales y estatales coordinados por la Oficina para el Programa Nacional de Manufactura Avanzada (AMNPO). El presidente *Obama* dijo: “nuestra primera prioridad es que América sea un imán para nuevos trabajos y la manufactura”. Se prevé con ello crear cerca de 15 institutos para la innovación de la manufactura, con participación de 80 compañías, 9 universidades, 6 colegios y 18 instituciones sin ánimo de lucro, y se privilegia o da prioridad a la manufactura aditiva, o de impresión 3D, como la más perspectiva y provechosa para los sectores de defensa, energía, espacial y comercial de la nación (Manufacturing USA, 2022).

Paralelas con las iniciativas norteamericanas, la Unión Europea ha promovido las suyas, como puede evidenciarse en la Resolución del Parlamento Europeo del 15 de enero de 2014, sobre la reindustrialización de Europa para promover la competitividad y la sostenibilidad. Detalles adicionales relacionados con la prospección de la manufactura pueden encontrarse en los documentos “*Manufacturing Industry Vision 2025*” y “*Advancing Manufacturing - Advancing Europe - Report of the Task Force on Advanced Manufacturing for Clean Production*” (National Institute of Standards and Technology, 2012).

Necesidades y oportunidades laborales en sectores de la manufactura en Colombia

Se estima que para el 2015, China y América del Sur lideren cerca del 50% del crecimiento de la producción mundial de vehículos. De acuerdo con las tendencias, la relocalización de unidades productivas para los próximos años en mercados emergentes ubican a Colombia como un mercado estratégico para el desarrollo de sus operaciones, principalmente por el impulso al sector automotor, mercado no saturado con posibilidad de nuevos actores en la industria, capacidad de producción disponible, baja penetración vehicular, actividades especializadas e insumos altamente tecnificados dentro del sector, índice de motorización inferior a otros países de la región de América Latina y muy por debajo de los niveles de países desarrollados.

El Sector de Autopartes y ensamble de Vehículos ha sido identificado como uno de los 16 sectores que conforman del *Programa de Transformación Productiva de Colombia*; ésta iniciativa busca que hacia el 2032 Colombia sea reconocida como un país líder exportador en el mercado de autopartes. Para lograr esto se ha estructurado un plan de negocios con 25 iniciativas cuya ejecución buscará: desarrollar alternativas sólidas de ensamble, con una propuesta especializada y competitiva a nivel regional, que le permitirá enfocarse en la exportación de vehículos; consolidar la presencia en nichos exportadores de autopartes y enfocar esfuerzos en partes especializadas distintivo para ciertas tecnologías emergentes.

Por otro parte, Empresas públicas de Medellín EPM, Renault Colombia y EAFIT (reconocida Universidad en Medellín), adelantan un proyecto para el análisis del ensamble de vehículos eléctricos en el país. El dinamismo de la industria en Colombia ha permitido la reactivación del sector automotor en los últimos años, siendo un solo ejemplo de esto la proyección de *General Motors* – Colmotores, consorcio que planea una inversión en los próximos 5 años de 250 millones de dólares para incrementar la productividad de la planta en Bogotá, por

medio de la incorporación de operaciones de estampado, robotización de soldadura y de pintura.

Desde el punto de vista de mercado, la creación del programa de Ingeniería de Manufactura contribuye a promover y mejorar la competitividad de las empresas nacionales y, principalmente, las regionales, entre ellas Reduco, Maquinplast S.A., Solomoflex Industria y Manufacturas, Integrando Ltda., Industrial Herbal Ltda., Plásticos Brand, Industrias Zenner, Suzuki Motor de Colombia S.A., Magnetrón S.A., Conversiones Industriales Raysan Ltda., Normarh Ltda., Ayco Ltda., Busscar de Colombia, Taller Estación, Magnetrón, Herragro, Ternium, Madeal, Manisol, Industrias Payán.

Ahora bien, las debilidades actuales del sistema productivo en Colombia dan lugar a oportunidades de desempeño para los futuros ingenieros de manufactura. Muchos de los principales problemas tecnológicos diagnosticados en las empresas que conforman la Cadena Metalmeccánica colombiana, sin agotarlos, se encuentran bien explicitados en el documento Informe Especial "Inventario de Problemas y Oportunidades Tecnológicas" (Comisión Europea, 2014), el cual hace referencia a 17 problemas básicos, los cuales se ratifican y complementan con diferentes estudios así:

- Calidad defectuosa y falta de uniformidad de algunos aceros nacionales
- Faltan normas técnicas colombianas sobre materias primas y/o sobre productos, o no se aplican las que hay para el cumplimiento de estándares
- Calidades defectuosas en tratamientos térmicos y recubrimientos galvánicos
- Carencia de servicios de metrología
- Bajas calidades de soldadura
- Corrosión
- Escasez de sistemas, equipos y métodos para efectuar pruebas no destructivas
- Escasa capacidad de diseño y de desarrollo de productos
- Escasez de medios de acceso a la tecnología internacional o no uso de las existentes
- Descuido muy generalizado en el uso racional de la energía
- Contaminación por residuos de procesos metalúrgicos metales tóxicos
- Deficiente construcción de troqueles, matrices y moldes
- Rozamiento, desgaste y fricción excesiva en máquinas, equipo y herramientas
- No se cuenta con máquinas herramientas de alta precisión
- Desconocimiento y desuso de los equipos de forja y de sus posibles usos
- Poco conocimiento de herramientas especiales para garantizar mayor productividad y calidad
- Muy pocos medios de capacitación y calificación técnica de obreros, técnicos y profesionales.
- Transporte
- Altos costos de materia prima y altos aranceles
- Importación de materias primas

En Colombia la industria siderúrgica y de bienes de capital es pilar, como en cualquier país moderno, del crecimiento industrial. Los empresarios colombianos para sostenerse y progresar mejoran sus capacidades instaladas, realizan mejoras tecnológicas y empresariales, formulan proyectos para sostenerse y consolidarse en el mercado, se procura mejorar la planeación estratégica, se perfeccionan los departamentos de diseño de producto, se procura introducir a mayor ritmo los sistemas de manufactura asistida por computador, pero estas acciones no se acompañan de procesos de generación y aplicación de conocimiento endógeno ni de procesos de innovación significativos.

Para superar las barreras diagnosticadas por el sector metalmecánico, y particularmente los sectores autopartista y aeronáutico, para mejorar la productividad, es necesario contar con un programa de formación de profesionales con estructura, bajo el cual se pueda:

- **Aumentar el valor agregado de la oferta de productos fabricados en Colombia.** Esto implica posibilitar la fabricación de partes de alta complejidad o sofisticación tecnológica.
- **Aumentar la intensidad de capital, incluyendo la inversión en I+D+i (investigación, desarrollo e innovación)** para que se incentive el desarrollo de diseños nacionales y se realicen transiciones hacia la implementación de sistemas de manufactura avanzados.
- **Mejorar la organización de funciones y tareas en las cadenas productivas,** incrementando la cooperación actual entre los clústeres de fabricación de partes y ensamble de módulos.
- **Divulgar y propiciar el uso de nuevas tecnologías de fabricación** (por ejemplo, aditivas y procesos láser), coadyuvando a la creación de nuevos empleos, nuevas empresas (*spin off* y *staff up* empresariales), unidades de negocio del todo emergentes, que implementen nuevos métodos de manufactura, nuevos sistemas de fabricación, producción, desarrollo y servicios.

Así pues, las Facultades de Tecnología e Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira, construyeron una propuesta de formación superior en Ingeniería de Manufactura, para llenar el vacío existente en la región y el país, en cuanto a formación en diseño, realización y control de las actividades de manufactura avanzada, diseño e ingeniería de soporte para la fabricación de bienes de capital y de consumo.

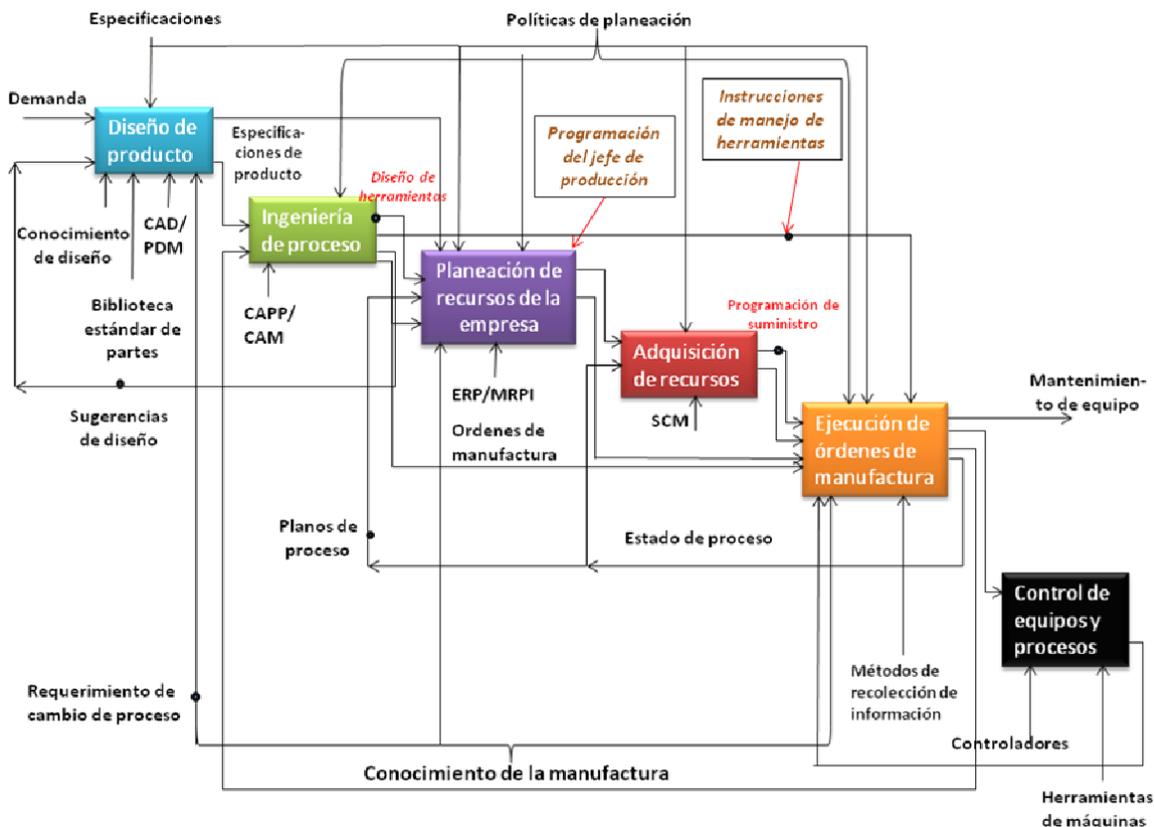
3.4 TENDENCIAS DEL EJERCICIO PROFESIONAL DEL INGENIERO DE MANUFACTURA

A nivel macro, el estándar ISO 16100 define las necesidades de especialización/diferenciación de las ingenierías (Figura 13). Define las relaciones existentes

en los sistemas integrados de manufactura (SIM): Sistemas de automatización e integración industrial – Lineamientos de interoperabilidad para las características del software de manufactura (“*Industrial automation systems and integration – Manufacturing software capability profiling for interoperability*”). En la figura 12 pueden relacionarse las actividades del *Ingeniero Mecánico tradicional* con el campo de “Diseño de producto”, mientras que el campo de “Ingeniería de proceso” está destinado para un *Ingeniero de Manufactura*. Actualmente esa formación no se imparte y las funciones son cumplidas por ingenieros y tecnólogos mecánicos o ingenieros y tecnólogos industriales que han adquirido conocimiento formal y práctico en las industrias particulares y específicas donde se han desempeñado.

El dominio de la manufactura se aplica a varias industrias, la relación entre las firmas en estas industrias está cambiando rápidamente por los desarrollos recientes en la infraestructura de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, como es el caso de los sistemas de gestión de la cadena de suministros. Así, el ISO 16100 fija un dominio de manufactura objetivo para incluir la operación de la manufactura y la actividad de control, la actividad de control discreto, la actividad de control de lotes, la actividad de control continuo y la actividad de diseño del proceso de manufactura.

Figura 13. Dominio objetivo del Estándar ISO 16100 - 1



Sectores de la industria de la manufactura (el automotor, el aeroespacial, manufactura de máquinas herramientas, manufactura de periféricos para computadores y manufactura de

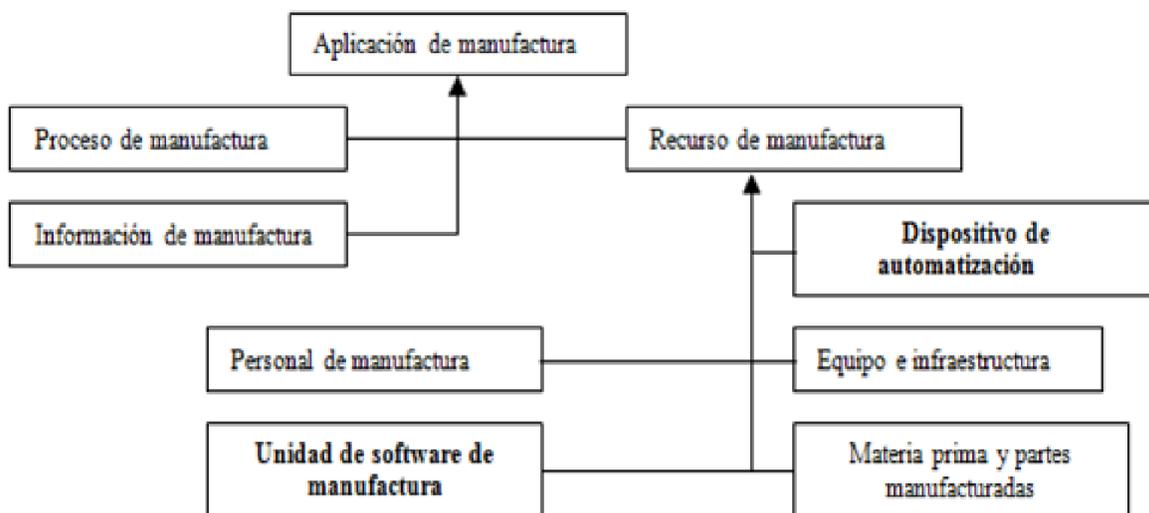
moldes y troqueles) que hacen uso intensivo del diseño asistido por computador (CAD), la manufactura asistida por computador (CAM), programación de control numérico (NC), la ingeniería asistida por computador (CAE), la gestión de información del producto (PDM) y los sistemas de ejecución de manufactura (MES) se benefician directamente del ISO 16100.

Aplicación del estándar ISO 16100–1 a la Manufactura

La manufactura integrada es la combinación de un juego de recursos de manufactura y un juego de unidades de información cuya estructura de datos, semántica y comportamiento pueden ser compartidos e intercambiados entre los recursos de manufactura, como se muestra en la Figura 14. Los recursos de manufactura son las redes de comunicación, los dispositivos, el software, el equipo, material y personal necesario para soportar los procesos e intercambios de información requeridos por la aplicación.

El ISO 16100 fija un dominio objetivo para incluir la operación de la manufactura y la actividad de control, la actividad de control discreto, la actividad de control de lotes, la actividad de control continuo, y la actividad de diseño del proceso de manufactura, como se muestra en la Figura 14. Las funciones asociadas con el proceso de manufactura son vistas como implementaciones acompañadas de recursos de manufactura. Se considera la selección y configuración de los recursos de manufactura para apoyar los flujos de material, información y energía requeridos por la secuencia especificada de las actividades de manufactura asociadas con un proceso.

Figura 14. Diagrama de modelo parcial de una aplicación de manufactura



3.5 EL ESTADO DE LA EDUCACIÓN EN EL ÁREA DEL PROGRAMA, EN LOS ÁMBITOS NACIONAL E INTERNACIONAL

Panorama en América

Países en desarrollo como India, Brasil y México están dando mayor importancia a aumentar la capacidad y calidad de la educación en materiales, manufactura, modelado, simulación y técnicas experimentales. Previamente se comentó el mapa de ruta tecnológica diseñado por México y en el que se destaca especialmente la formación de ingenieros en diseño y manufactura avanzada reconocida por pares de otros países (certificados).

A nivel del continente americano, se conocen varios programas de formación en Manufactura, tanto a nivel de pregrado como de posgrado. En la Tabla 6, a manera de ejemplo, se presentan algunos programas de pregrado.

A nivel de Colombia

A nivel tecnológico y técnico

El Instituto nacional de aprendizaje SENA, ha liderado Mesas Sectoriales en los diferentes sectores económicos y cadenas productivas como instancias de concertación entre los empresarios y trabajadores con el ánimo de llegar a acuerdos para mejorar el nivel de competencia del talento humano técnico. De manera consistente con su naturaleza, el SENA ha mostrado un gran compromiso con el diseño de nuevos programas que respondan a tendencias productivas locales, nacionales y globales en áreas como Diseño 3D, Biotecnología y Nanotecnología, entre otros.

Tabla 6. Programas de pregrado en Ingeniería de Manufactura o afines, en América, excepto Colombia

Programas de pregrado	País	Universidad
Ingeniería en tecnologías de manufactura	México	Universidad Politécnica de Guanajuato
Ingeniería en tecnologías de manufactura	México	Universidad Autónoma ciudad de Juárez
Ingeniería en manufactura de autopartes	México	Universidad Popular Autónoma del estado de Puebla
Ingeniería de Manufactura	Brasil	Universidad estadual de Campinas
Manufacturing Engineering	Estados Unidos	University of Wisconsin-Stout
Mechanical Engineering Technology	Estados Unidos	Metropolitan State College of Denver
Manufacturing Engineering	Canadá	Ontario Institute of Technology

El SENA ha desarrollado instrumentos de diseño, implementación y seguimiento de planes tecnológicos con visión prospectiva al 2019 para cada uno de sus 116 Centros de Formación y ha capacitado a sus funcionarios en temas de prospectiva y vigilancia tecnológica. Actualmente, el SENA desarrolla un modelo piloto de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica para la generación y actualización de su oferta de formación, de los planes tecnológicos y de ambientes de aprendizaje, así como la definición de planes de acción tendientes a incrementar el nivel de pertinencia del portafolio de servicios de la institución.

El esfuerzo hecho por el SENA es muy loable, pero obviamente no resuelve las diferentes problemáticas estructurales y sistémicas mencionadas previamente y mucho menos podrá esperarse que los resultados en formación alcancen los niveles descritos del Estándar ISO 16100 – 1.

A nivel profesional

La Universidad colombiana está en mora de asumir la formación del talento humano para el diseño e innovación de procesos. La necesidad se evidencia analizando los Estudios de Caracterización Sectorial realizados por las mesas sectoriales de la ANDI, que ofrecen la visión actual y de futuro sobre el sector, en aspectos de organización, mercado laboral, oferta educativa, desarrollo tecnológico y económico, prospectiva científica y tecnológica mundial.

Recientemente se crea un programa de Ingeniería de Manufactura en la Universidad Autónoma de Occidente en Cali posterior al programa de Ingeniería de Manufactura de la UTP. También se evidencian otros programas afines a la Ingeniería de Manufactura orientados a la formación en gerencia y administración de procesos productivos, pero no con énfasis en el diseño, planeación, modelado, simulación y validación de los procesos de fabricación (Tabla 7).

Tabla 7. Programas de pregrado en Manufactura y afines a Ingeniería de Manufactura en Colombia

Nombre	Cantidad	Ciudad	Universidad	Énfasis
Ingeniería de Manufactura	1	Cali	Universidad Autónoma de Occidente	Procesos y operaciones de manufactura
Ingeniería de producción	1	Medellín	EAFIT	Administración de procesos productivos y de servicios
Tecnología en Mecánica industrial	1	Manizales	Autónoma de Manizales	Control operativo y Mtto de procesos, máquinas y equipos
Ingeniería industrial	1	Pereira	UTP	Administración empresarial

De nuevo, y acorde con los resultados de indagaciones hechas, solo existe en Colombia un programa de posgrado orientado a la **Ingeniería de Fabricación de bienes de capital o ingeniería de manufactura**, la **Maestría en materiales y procesos**. Por lo demás, existen varios programas orientados a la formación en gerencia y administración de procesos productivos, como se resume en la Tabla 8.

Tabla 8. Programas de posgrado en Ingeniería de manufactura afines a en Colombia

Nombre	Ciudad	Universidad	Énfasis
Esp. en Ingeniería de operaciones en Manufactura y servicios	Bogotá	Javeriana	Gestión y optimización de operaciones y procesos
Esp. en ingeniería de producción y logística	Bogotá	Distrital Francisco José de Caldas	Gestión de producción y logística
Esp. en Gerencia de producción y productividad	Bogotá	De la Sabana	Administración y sistematización de la producción
Esp. en Dirección de producción y operaciones	Manizales	Nacional de Colombia	Gestión de producción y logística
Maestría en Ingeniería de producción	Cartagena	Tecnológica de Bolívar	Gestión y optimización de operaciones y procesos
Maestría en materiales y procesos	Bogotá	Nacional de Colombia	Investigación y desarrollo de materiales y procesos de Manufactura

3.6 ATRIBUTOS O FACTORES QUE CONSTITUYEN LOS RASGOS DISTINTIVOS DEL PROGRAMA

La Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira, presenta varios rasgos distintivos entre los que se destacan:

- Brinda una formación general y específica en lo concerniente a los procesos de fabricación de bienes de capital y de consumo, su planeación, gestión, supervisión, operación y mantenimiento. Esta formación no se está brindando actualmente en el país, y en el mediano y largo plazo contribuirá al desarrollo local y regional.
- Desde el punto de vista del proceso enseñanza –aprendizaje, se considera una fortaleza el hecho de que muchas de las materias de formación básica profesional FBP y formación específica de ingeniería FEI, serán teórico-prácticas, generando competencias en el estudiante, enfrentará muchas de las problemáticas que posteriormente enfrentarán en su vida profesional.

- Desde el punto de vista socioeconómico, tiene un impacto positivo puesto que permite brindar una formación nueva en el país (con respecto a las ingenierías tradicionales), a personas de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3.
- El programa cuenta con personal docente de planta de amplia experiencia y conocimiento en procesos productivos y poseedores de amplia experiencia académica e industrial. Para tópicos muy específicos se cuenta con la colaboración de profesionales del sector industrial, de amplia y reconocida experiencia en el campo de formación requerido.
- Incentiva en el estudiante la adquisición de una mirada holística e integradora, que abarque no solamente el proceso productivo en sí, sino también su planeación, costeo, mantenimiento, todo ello bajo la mirada del desarrollo sostenible.
- Hace énfasis en la difusión y concientización de las ventajas de la aplicación de otros procesos (diferentes al mecanizado convencional) relacionados directamente con la obtención de las piezas bases (piezas brutas o piezas verdes), como son los procesos de fundición, forja y estampado, así como procesos electro físicos y electroquímicos aún novedosos en estas latitudes. Lo anterior contribuirá a elevar la competitividad manufacturera.
- Hace mucho énfasis en la importancia de la adecuada selección, diseño y fabricación de los utillajes o herramientas, indispensables para obtener resultados finales en los procesos.
- El componente investigativo del programa propende a que los educandos no sigan siendo solamente aprendices inteligentes y aplicadores exitosos de tecnología extranjera, El esquema curricular está concebido para motivarlos a la innovación en materiales y procesos de manufactura más eficientes, que den respuesta a las necesidades específicas de nuestro país y efectivamente aporten a una mejor calidad de vida. Este aspecto atiende requerimientos investigativos, del sector productivo y socioeconómicos.
- Desde el punto de vista de la coherencia con la democracia y la paz, y en el entendido de que el desarrollo de la ingeniería es también un proceso social y cultural, fomenta el interés por la comprensión de cómo la vida política, económica y social interactúan con la ingeniería en los procesos de producción.
- La orientación del programa es hacia la manufactura avanzada centrada en la gestión de talento y hacia el impulso de las capacidades de diseño, desarrollo e ingeniería en los procesos, productos y materiales producidos en Colombia, procurando promover el slogan “Diseñado y manufacturado en Colombia”.

3.7 IDENTIDAD DEL PROGRAMA

Tanto la misión como la visión del programa de Ingeniería de Manufactura responden primero, al propósito de formación y a la razón de ser del programa y segundo, a la proyección que se tiene del programa de Ingeniería de Manufactura en un tiempo de tres años¹.

Misión. Para contribuir al crecimiento de la competitividad y la innovación en la producción de bienes de consumo y de capital de Colombia, el programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira tendrá como misión formar y cualificar profesionales íntegros, con capacidad de análisis y habilidad para la aplicación de las ciencias básicas y los logros tecnológicos en la concepción, modelado, simulación, validación, puesta en operación, monitoreo, perfeccionamiento continuo de piezas, módulos de ensamble, conjuntos, agregados, procesos y sistemas de fabricación, para ponerlos al servicio del entorno social, mejorando la calidad de vida de la población. En la Figura 15 se muestra la relación en alto grado entre la misión y los propósitos de formación desde el punto de vista académico, de investigación y desarrollo y de extensión.

Figura 15. Relación entre la misión y los propósitos de formación

Propósitos		Investigación y desarrollo. Generar y aplicar en la industria local, regional y nacional, conceptos relacionados con nuevos modelos de manufactura, mejores prácticas, tecnologías de información y de herramientas, ingeniería de materiales y procesos de manufactura.	Extensión. Mejorar la posición competitiva de la industria local, regional y nacional a través acuerdos de cooperación industria-universidad, mediante la participación en proyectos y servicios para la industria.
Misión	Académicos. Formar profesionales con conocimientos y habilidades relativas a la Ingeniería de Manufactura.	A	A
Formar y cualificar profesionales íntegros, Con capacidad de análisis y habilidad para la aplicación de las ciencias básicas y los logros tecnológicos en la concepción, modelado, simulación, validación, puesta en operación, monitoreo, perfeccionamiento continuo de piezas, módulos de ensamble, conjuntos, agregados, procesos y sistemas de fabricación, para ponerlos al servicio del entorno social, mejorando la calidad de vida de la población.	A	A	A

¹ Consultado el 21 de enero de 2022: <https://tecnologias.utp.edu.co/ingenieria-de-manufactura/mision-y-vision.html>

Visión. El programa de Ingeniería de Manufactura será centro de desarrollo y de investigación en los campos de los procesos de Manufactura y la aplicación de los materiales, líder en la formación de profesionales con habilidades y destrezas, gestores de los procesos de desarrollo e innovación en todas las actividades productivas de bienes de capital y de consumo. Será el principal soporte de formación e investigación para las industrias manufactureras de producción de preformas, autopartista, de fabricación de máquinas y equipos industriales y de metalmecánica, en general.

- Crear y mantener un ambiente de trabajo académico propicio para que Profesores y Estudiantes desarrollen sus capacidades investigativas, generen y difundan los conocimientos adquiridos en el proceso investigativo a través del ejercicio docente.
- Estimular la participación interdisciplinaria, entendiendo que sólo en ese ambiente de cooperación, es posible la consolidación de la actividad investigativa en el programa.
- Establecer condiciones para que se produzca una proyección efectiva de la Universidad hacia la comunidad en general, y en el sector productivo en particular.

4 PROPUESTA CURRICULAR

4.1 PROPÓSITOS, CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA, EPISTEMOLÓGICA Y OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Propósitos

- Académicos. Formar profesionales con conocimientos y habilidades relativas a la Ingeniería de Manufactura.
- Investigación y desarrollo. Generar y aplicar en la industria local, regional y nacional, conceptos relacionados con nuevos modelos de manufactura, mejores prácticas, tecnologías de información y de herramientas, ingeniería de materiales y procesos de manufactura.
- Extensión. Mejorar la posición competitiva de la industria local, regional y nacional a través de acuerdos de cooperación industria-universidad, mediante la participación en proyectos y servicios para la industria.

Objetivos de formación

El objetivo principal es formar profesionales líderes y competentes para: innovar, diseñar, implementar, mejorar, automatizar y mantener procesos de manufactura, así como administrar y evaluar proyectos en el ámbito de su competencia

Se consolidaron diez objetivos en total por áreas de formación:

Área de diseño (Procesos CAD/CAE):

- OB1. Formar al estudiante en el diseño para la fabricación, selección, mantenimiento y montaje de máquinas y elementos de máquinas con énfasis en máquinas-herramienta.

Área de Térmicas:

- OB2. Preparar al estudiante para comprender y aplicar los fenómenos de transporte (conservación de masa, cantidad de movimiento y energía) en los procesos de manufactura.

Área de manufactura y materiales:

- OB3. Formar al estudiante en la comprensión, selección e integración de procesos de manufactura y proyectos correlacionados, tanto convencionales como los correspondientes a las nuevas tendencias.
- OB4. Formar al estudiante para la selección, caracterización, tratamiento y recubrimiento de materiales de ingeniería.
- OB5. Formar al estudiante para la selección, operación y calibración de diversos sistemas y aparatos de metrología en el marco de los sistemas de estandarización, intercambiabilidad y control.

Área de automática:

- OB6. Formar al estudiante en la integración de subsistemas para controlar y/o automatizar máquinas, equipos o procesos industriales.

Gestión de la Manufactura

- OB7. Planificar, implementar y administrar procesos (producción, herramientas y herramientas, materias primas, sistemas de fabricación)
- OB8. Formar al estudiante en el modelado, simulación y validación de los diseños de productos y procesos, teniendo en cuenta la fabricación bajo enfoques PLM.
- OB9: Elaboración y gestión de propuestas para hacer reingeniería de plantas de producción existentes
- OB10. Promover en el estudiante una formación integral con pensamiento crítico y reflexivo que le permita desempeñarse con idoneidad, humanismo y sentido ético.

4.2 ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA CURRICULAR

El Programa de Ingeniería de Manufactura propiciaría estas competencias las siguientes competencias:

Competencia general

Planeación de los procesos de manufactura, para la producción económica de bienes (de capital y de consumo) de alta calidad.

Competencias específicas

- Planeación de procesos. Planear y programar la transición del producto, desde especificaciones de diseño, hasta su manufactura física.
- Decidir los procesos y métodos a emplear, así como la programación del tipo de producción de los mismos.
- Determinar los requerimientos de habilitación de herramientas y herramientas.
- Seleccionar las máquinas / equipos y sistemas de producción.
- Estimar los costos totales de producción, incluyendo materiales, herramientas, herramientas, máquinas, equipos, mano de obra y adicionales.
- Elaboración y gestión de propuestas para hacer reingeniería de plantas de producción existentes, con base en los (4) puntos previamente mencionados.
- Solución de problemas técnicos reales en planta de producción y gestión de propuestas de mejoramiento continuo, en lo concerniente a materiales, herramientas, herramientas, cuellos de botella, costos de producción, calidad.
- Diseño para la capacidad de Manufactura.

El Ingeniero de Manufactura debe actuar como “consejero” de los ingenieros de diseño o diseñadores, para que el diseño cumpla con los requisitos básicos (funcionalidad, rendimientos, ergonomía, durabilidad, etc.) pero, más importante aún, que sean diseños técnica y económicamente fabricables.

Resultados de aprendizaje. Los resultados de aprendizaje del Programa de Ingeniería de Manufactura comprenden un total de diez y se describen a continuación:

- RA1. Identificar la tecnología de control y automatización relacionada con procesos industriales para atender determinadas necesidades
- RA2. Analizar la organización de funciones y tareas de una cadena productiva y proponer mejoras.
- RA3. Definir los recursos requeridos para diseñar la distribución de planta y establecer un presupuesto base de instalación de una planta de fabricación específica.
- RA4. Estimar los costos totales de fabricación de un producto metalmecánico, incluyendo materiales, herramientas, herramientas, máquinas, equipos, mano de obra y adicionales.
- RA5. Seleccionar, integrar y/o diseñar los procesos de manufactura adecuados para un propósito en particular, teniendo en cuenta los recursos actuales y/o definiendo los nuevos recursos a adquirir.
- RA6. Liderar la solución de problemas con criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, mediante la participación en proyectos colaborativos.

- RA7. Diseñar elementos de máquinas y estructuras aplicando las normas del diseño en ingeniería para suplir necesidades de la industria metalmecánica
- RA8. Evaluar montajes de máquinas y equipos empleando métodos de calidad, normas y estándares para la inspección de máquinas herramienta para garantizar su correcto funcionamiento y desempeño
- RA9. Modelar y simular procesos de manufactura, máquinas y equipos aplicando conocimientos la mecánica de sólidos, termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos para satisfacer las necesidades de la industria
- RA10. Proponer y/o analizar sistemas metrológicos y de estandarización, teniendo en cuenta principios de intercambiabilidad, para apoyar los procesos de fabricación

A continuación, se presentan los perfiles de ingreso, de egreso y profesional del Ingeniero de Manufactura.

Perfil de ingreso. El perfil de ingreso del aspirante a Ingeniería de Manufactura está relacionado con las siguientes aptitudes, capacidades, actitudes y valores:

Aptitudes y capacidades

- Conocimientos en ciencia básica (matemática, física, dibujo, química).
- Capacidad de percepción, atención y concentración.
- Capacidad de razonamiento lógico, abstracto, numérico y espacial.
- Conocimiento en aplicaciones informáticas básicas.
- Capacidad de comunicación oral, escrita y gráfica.
- Capacidad de lectura, análisis, interpretación y síntesis de información para promover el autoaprendizaje con creatividad, motivación e iniciativa.

Perfil de egreso. El perfil de egreso es el siguiente: el egresado del programa de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira está en capacidad de:

- Diseñar, modelar, simular y validar procesos de obtención de piezas.
- Diseñar, modelar, simular y validar procesos de procesos de ensamble.
- Diseñar productos y procesos bajo enfoques de gerencia del ciclo de vida del producto PLM.
- Planificar, implementar y administrar procesos (producción, herramientas y herramientas, materias primas, sistema de fabricación)
- Diseñar e implementar de sistemas de control de calidad
- Diseñar e implementar sistemas de empaque, transporte y distribución

Relación entre el perfil de egreso y los resultados de aprendizaje del programa. En la Figura 16 se tiene una matriz de coherencia, donde se comparan el perfil de egreso con los resultados de aprendizaje mediante una escala de valoración (A: Alto grado, B: Mediano grado, C: Bajo grado y D: No aplica), dando como resultado un alto grado de coherencia.

Según lo anterior, cada uno de los resultados de aprendizaje esperados al término de la formación académica tienen un alto grado de correspondencia con cada uno de los ítems que componen el perfil de egreso, esto se pudo estimar dando un valor numérico a cada escala (A: 100%, B: 75 %, C: 50 %, D: 25 % y vacío: 0 %) y haciendo un análisis del resultado

en cada fila (Ver Figura 15) da como mínimo un 80 % de coherencia con los resultados de aprendizaje, esto quiere decir que como mínimo 8 de los 10 diez resultados esperados aportan a cada uno de los ítems del perfil de egreso.

Figura 16. Relación entre el perfil de egreso y los resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Identificar la tecnología de control y automatización con procesos industriales para atender determinadas necesidades	Analizar la organización de funciones y tareas de una cadena productiva y proponer mejoras.	Definir los recursos requeridos para diseñar la distribución de planta y establecer un presupuesto base de instalación de una planta de fabricación específica.	Estimar los costos totales de fabricación de un producto metalmeccánico, incluyendo materiales, herramientas, máquinas, equipos, mano de obra y adicionales.	Seleccionar, integrar y/o diseñar los procesos de manufactura adecuados para un propósito en particular, teniendo en cuenta los recursos actuales y/o definiendo los nuevos recursos a adquirir.	Liderar la solución de problemas con criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales, mediante la participación en proyectos colaborativos.	Diseñar elementos de máquinas y estructuras aplicando las normas del diseño en ingeniería para suplir necesidades de la industria metalmeccánica	Evaluar montajes de máquinas y equipos empleando métodos de calidad, normas y estándares para la inspección de máquinas herramienta para garantizar su correcto funcionamiento y desempeño	Modelar y simular procesos de manufactura, máquinas y equipos aplicando conocimientos la mecánica de sólidos, termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos para satisfacer las necesidades de la industria	Proponer y/o analizar sistemas metroológicos y de estandarización, teniendo en cuenta principios de intercambiabilidad, para apoyar los procesos de fabricación
Perfil de egreso										
Diseñar, modelar, simular y validar procesos de obtención de piezas.	D	D	B	B	A	A	A	D	A	A
Diseñar, modelar, simular y validar procesos de procesos de ensamble.	D	A	B	B	A	A	A	A	A	A
Diseñar productos y procesos bajo enfoques de gerencia del ciclo de vida del producto PLM.	B	A	A	A	A	A	A	A	B	A
Planificar, implementar y administrar procesos (producción, herramientas y herramientas, materias primas, sistema de fabricación)	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A
Diseñar e implementar de sistemas de control de calidad	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A
Diseñar e implementar sistemas de empaque, transporte y distribución	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A

Perfil profesional. El Ingeniero de Manufactura es un profesional que posee una sólida fundamentación en las ciencias básicas, en Tecnología e Ingeniería, elevada conciencia social y ambiental, con amplios conocimientos en manufactura de bienes de capital y consumo, que le permiten contribuir al desarrollo de la industria de productos manufacturados, a nivel local, regional, nacional e internacional. El Ingeniero de manufactura está en capacidad de diseñar, planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar proyectos, procesos, operaciones y productos en industrias de bienes de consumo y de capital.

El Ingeniero en Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira, estará en capacidad de desempeñar las siguientes actividades:

Director de operaciones.

- Gerente general/ Gerente de producción/ Gerente de proyectos/ Gerente de calidad/ Gerente de mantenimiento/ Gerente de compras/ Gerente de materiales/ Gerente de almacén.
- Emprendedor.
- Auditor de calidad/ Superintendente de mantenimiento: Diseña, lidera y aplica el plan de gestión de calidad en diferentes entornos.

- Jefe de seguridad industrial/ Jefe de metrología/ Jefe de embarques.
- Supervisor de manufactura/ Supervisor de mantenimiento/ Supervisor de materiales/ Supervisor de cambio de modelo: Verifica, programa, controla, coordina planes y programas de producción, incluyendo los recursos físicos, económicos y humanos.
- Ingeniero de calidad/ Ingeniero en logística/ Ingeniero de mejora continua/ Ingeniero de diseño/ Ingeniero de producto/ Ingeniero *junior*/ Ingeniero *master*/ Ingeniero de proyecto/ Ingeniero programador de producción/ Ingeniero de manufactura/ Ingeniero de mantenimiento/ Ingeniero de servicios generales/ Ingeniero de planta/ Ingeniero de ventas/ Ingeniero de validación/ Ingeniero en métodos/ Ingeniero de seguridad e higiene/ Ingeniero en instrumentación/ Ingeniero de cambio de modelo/ Ingeniero de entrenamiento y capacitación/ Ingeniero de desarrollo/ Ingeniero de soporte.
- Dibujante Mecánico: Realiza levantamiento de dibujos y elabora los respectivos planos de conjunto y tecnológicos o de fabricación.
- Diseñador mecánico: Idea, calcula, selecciona e integra máquinas, elementos de máquinas, equipos e instrumentos, acorde con las necesidades específicas de los usuarios.
- Instrumentista industrial: Selecciona, opera, calibra y mantiene equipos e instrumentos encaminados al monitoreo y el control de procesos y operaciones.
- Empresario: Elabora e implementa planes de negocio.

Relación entre el perfil profesional y las competencias y capacidades del Ingeniero de Manufactura. En la Figura 17 se tiene una matriz de coherencia, donde se comparan el perfil profesional con las competencias y capacidades, dando como resultado un alto grado de coherencia.

Figura 17. Relación entre el perfil profesional y las competencias y capacidades del Ingeniero de Manufactura

<p><i>Competencias y capacidades</i></p>	<p>Planeación de procesos. Planear y programar la transición del producto, desde especificaciones de diseño, hasta su manufactura física.</p>	<p>Decidir los procesos y métodos a emplear, así como la programación del tipo de producción de los mismos.</p>	<p>Determinar los requerimientos de habilitación de herramientas y herramientas.</p>	<p>Seleccionar las máquinas / equipos y sistemas de producción</p>	<p>Estimar los costos totales de producción, incluyendo materiales, herramientas, máquinas, equipos, mano de obra y adicionales.</p>	<p>Elaboración y gestión de propuestas para hacer reingeniería de plantas de producción existentes, con base en los (4) puntos previamente mencionados.</p>	<p>Solución de problemas técnicos reales en planta de producción y gestión de propuestas de mejoramiento continuado, en lo concerniente a materiales, herramientas, cuellos de botella, costos de producción, calidad.</p>	<p>Diseño para la capacidad de Manufactura. El Ingeniero de Manufactura debe actuar como "consejero" de los ingenieros de diseño o diseñadores, para que el diseño cumpla con los requisitos básicos (funcionalidad, rendimientos, ergonomía, durabilidad, etc.) pero, más importante aún, que sean diseños técnica y económicamente fabricables.</p>
<p><i>Perfil profesional</i></p>								
<p>Gerente general/ Gerente de producción/ Gerente de proyectos/ Gerente de calidad/ Gerente de mantenimiento/ Gerente de compras/ Gerente de materiales/ Gerente de almacén.</p>	B	A	A	A	A	A	B	A
<p>Emprendedor.</p>	A	A	A	A	A	A	A	A
<p>Auditor de calidad/ Superintendente de mantenimiento: Diseña, lidera y aplica el plan de gestión de calidad en diferentes entornos.</p>	A	A	A	A	A	A	A	A
<p>Jefe de seguridad industrial/ Jefe de metrología/ Jefe de embarques.</p>	B	A	A	A	B	B	A	A
<p>Supervisor de manufactura/ Supervisor de mantenimiento/ Supervisor de materiales/ Supervisor de cambio de modelo: Verifica, programa, controla, coordina planes y programas de producción, incluyendo los recursos físicos, económicos y humanos.</p>	B	A	A	A	A	A	A	A
<p>Ingeniero de calidad/ Ingeniero en logística/ Ingeniero de mejora continua/ Ingeniero de diseño/ Ingeniero de producto/ Ingeniero junior/ Ingeniero master/ Ingeniero de proyecto/ Ingeniero programador de producción/ Ingeniero de manufactura/ Ingeniero de mantenimiento/ Ingeniero de servicios generales/ Ingeniero de planta/ Ingeniero de ventas/ Ingeniero de validación/ Ingeniero en métodos/ Ingeniero de seguridad e higiene/ Ingeniero en instrumentación/ Ingeniero de cambio de modelo/ Ingeniero de entrenamiento y capacitación/ Ingeniero de desarrollo/ Ingeniero de soporte.</p>	A	A	A	A	A	A	A	A
<p>Dibujante Mecánico: Realiza levantamiento de dibujos y elabora los respectivos planos de conjunto y tecnológicos o de fabricación.</p>	B	B	B	B	B	A	A	A
<p>Diseñador mecánico: Idea, calcula, selecciona e integra máquinas, elementos de máquinas, equipos e instrumentos, acorde con las necesidades específicas de los usuarios.</p>	A	A	A	A	B	A	A	A
<p>Instrumentista industrial: Selecciona, opera, calibra y mantiene equipos e instrumentos encaminados al monitoreo y el control de procesos y operaciones.</p>	A	A	B	B	B	A	B	A
<p>Empresario: Elabora e implementa planes de negocio.</p>	A	A	A	A	A	A	A	A

4.3 ORGANIZACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO

El programa de **Ingeniería de Manufactura** se ha estructurado con el fin de contribuir a la formación integral del estudiante, mediante el fortalecimiento y reafirmación de las competencias disciplinares y humanísticas para su formación con conciencia social. El plan de estudios contempla asignaturas del área socio-humanística tales como: Deportes, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Ecología y principios de tribología, Desarrollo sostenible, Seminario de constitución política, Seguridad industrial, Metodología de la investigación. El sano desarrollo de estos cursos debe propiciar en el educando el interés por la comprensión de cómo la vida política, económica y social interactúan con la ingeniería en los procesos de producción. Lo anterior, lanzando una mirada desde el punto de vista de la coherencia con la democracia y la paz, y en el entendido de que el desarrollo de la ingeniería es también un proceso social y cultural.

La profundización del sentir ciudadano del educando crea vínculos entre la Universidad y el medio externo, mediante acciones de intervención teórico – prácticas desarrolladas por estudiantes, que logren fortalecer el desarrollo y mejorar la calidad de vida de grupos sociales o comunidades vulnerables, afianzando así el ejercicio de la responsabilidad social del futuro ingeniero de manufactura y buscando que los estudiantes sean capaces de proyectarse en la sociedad como agentes de cambio.

Otro aporte social muy significativo del futuro profesional consiste en la atención de las necesidades de empresas pequeñas o de empresarios de la microempresa, en lo relacionado con aspectos de la organización productiva empresarial. El profesional estará en capacidad de dar asistencia y asesoría en aspectos relacionados con la ingeniería y la administración para estas instituciones, empresas u organizaciones.

El programa cuenta con cinco áreas, estas son: Automática, Gestión de la Manufactura, Manufactura y Materiales, Termo-fluidos y procesos CAD/CAE. Cada área es liderada por un profesor con mayor conocimiento en la competencia respectiva. La Tabla 9 registra las áreas con su respectivo director. Esta distribución permite el trabajo por áreas en los procesos de mejoramiento continuo y en particular en procesos de reforma curricular, actualización de contenidos e infraestructura de laboratorios.

Tabla 9. Áreas del programa y profesores líderes

Área	Director de área
Automática	Wilson Pérez
Gestión de la Manufactura	Carlos Alberto Montilla
Manufactura y materiales	Iván Yesid Moreno
Termo fluidos	Yesid Ortiz
Procesos CAD/CAE	Juan Felipe Arroyave

En la Tabla 10 se sintetiza el plan de estudios del programa Ingeniería de Manufactura el código, requisito, carácter (teórica, teórica-práctica o práctica), intensidad horaria directa y número de créditos de cada asignatura.

Tabla 10. Créditos del programa Ingeniería de Manufactura

Código	Asignatura	Requisito	Carácter de la asignatura	No. de créditos académicos (Decreto 2566 de 2003)
FB 1	Matemáticas I	N. A.	T	5
FB 2	Dibujo I	N. A.	TP	2
FBP 1	Introducción a la Ingeniería de Manufactura	N. A.	TP	3
FBP 2	Introducción a la ciencia de los materiales	N. A.	TP	3
FSHC 1	Ciencia, Tecnología y sociedad	N. A.	T	2
FSHC 2	Deportes I	N. A.	P	1
Total para el semestre I				16
Acumulado				16
FB 3	Matemáticas II	FB 1	T	5
FB 4	Dibujo II	FB 2	TP	3
FBP 3	Tecnología de extracción de materiales	FBP 1, FBP 2	T	3
FB 5	Física I		T	4
FB 6	Laboratorio de Física I	FB 5 *S	P	2
FSHC 3	Deportes II	FSHC 2	P	1
Total para el semestre II				18
Acumulado				34
FB 7	Matemáticas III	FB 3	T	4
FB 8	Algebra Lineal	FB 1	T	3
FBP 4	Dibujo asistido por computador CAD	FB 4	TP	3

FB 9	Física II	FB 5	T	4
FB 10	Laboratorio de Física II	FB 6 FB 9 *S	P	2
FB 11	Mecánica I	FB 5	T	3
Total para el semestre III				19
Acumulado				53
FB 12	Matemáticas IV	FB 7	T	3
FBP 5	Metrología dimensional	FBP 4	TP	2
FEI 1	Procesos de Mecanizado I	FBP 4	TP	2
FB 13	Programación de computadores	FB 8	TP	3
FB 14	Mecánica II	FB 11	T	3
FBP 6	Salud ocupacional	40 HC	T	3
Total para el semestre IV				17
Acumulado				69
FB15	Termodinámica y Mecánica de fluidos	FB 12	T	4
FEI 2	Estandarización, intercambiabilidad y control	FBP 5	TP	2
FEI 3	Procesos de Mecanizado II	FEI 1	TP	2
FB 16	Métodos numéricos	FB 12 FB 13	TP	3
FBP 7	Máquinas y Mecanismos de máquinas-herramienta	FB 14	TP	3
FBP8	Resistencia de Materiales y laboratorio	FB 11	TP	4
Total para el semestre V				18
Acumulado				87
FSHC 4	Tribología y principios de Ecología	FB 15	TP	3
FEI 4	Control Numérico por Computador	FEI 2	TP	2

FEI 5	Métodos básicos de sujeción y ensamble	FEI 2	TP	2
FB 17	Estadística general	FB 12	T	3
FBP 9	Transferencia de calor	FB 15	T	3
FBP 10	Materiales metálicos y tratamientos térmicos	FBP 8 *S	TP	3
Total para el semestre VI				16
Acumulado				103
FEI 6	Control de la Calidad	FB 17	T	3
FBP 11	Electricidad industrial y laboratorio	FB 9	TP	4
FEI 7	Procesos de conformado por deformación plástica I	FBP 2 FBP 10	TP	2
FEI 8	Materiales sintéticos	90 HC	TP	3
FEI 9	Organización en la empresa industrial	90 HC	T	3
FEI 10	Diseño con herramientas computacionales CAE	FBP 4 FBP 9	TP	3
Total para el semestre VII				18
Acumulado				121
FEI 11	Potencia Fluida y sus sistemas de control	FBP 11	TP	3
FBP 12	Electrónica analógica y digital	FBP 11	TP	3
FEI 12	Procesos de conformado por deformación plástica II	FEI 7	TP	2
FEI 13	Procesos de conformado y acabado electro físicos y electroquímicos	FEI 3 FEI 8	T	2
FEI 14	Fundamentos de Ingeniería económica	FEI 9	T	3
FEI 15	Tecnologías avanzadas de sujeción y ensamble	FEI 5	TP	2
Total para el semestre VIII				15

Acumulado				136
FEI 16	Automatización y Tecnologías de Control	FEI 12 FBP 13	TP	3
FEI 17	Diseño de herramientas y instrumentales	FEI 10	TP	4
FEI 18	Procesos CAD/CAE/CAM	FEI 4 y FEI 10	TP	3
FSHC 5	Metodología de la investigación	110 HC	T	3
FEI 19	Electiva general I	130 HC	T	2
Total para el semestre IX				15
Acumulado				151
FEI 20	Mantenimiento Industrial	130 HC	TP	3
FEI 21	Gerencia de Producción y Manufactura	FEI 16 FEI 14	T	3
FEI 22	Gerencia del ciclo de vida del producto PLM	FEI 16 FEI 18 FEI 19	TP	3
FSHC6	Seminario constitución política, ética y legislación laboral	130 HC	T	2
FEI 23	Electiva general II	130 HC	T	2
FEI 24	Trabajo de grado	130 HC	T	2
Total para el semestre X				15
Acumulado				166

*S: simultánea; *T: teórica; TP: teórico-práctica; P: práctica.

El programa de *Ingeniería de Manufactura* contempla la formación investigativa del estudiante mediante el desarrollo de los contenidos temáticos de las asignaturas, donde a partir de problemas o situaciones particulares de cada área o disciplina se puede llegar a contextualizar un diseño experimental que proyecte una hipótesis hacia la aplicación de un modelo a gran escala que pueda llegar a convertirse en investigación aplicada. Este trabajo investigativo se desarrollará bajo los lineamientos de las dos maestrías que apoyarán el programa.

El plan de estudios del programa contiene asignaturas orientadas hacia la metodología y diseño de una investigación. Además de lo anterior maneja seminarios, talleres, proyección social, pasantías y asignaturas electivas, que proporcionan al estudiante las bases teóricas y científicas sobre una problemática tecnológica aplicada al desarrollo de cada tema específico del programa. Los procesos y actividades propias de la investigación se van incorporando en núcleos problemáticos en el ámbito local, regional, departamental y nacional ubicando la parte conceptual dentro de los lineamientos globalizados a través de la comunicación y la informática.

La flexibilidad en los contenidos de las asignaturas del plan curricular facilita espacios para la reflexión y el análisis de actividades investigativas formativas en el área de las ciencias básicas y profesionales, especialmente.

A través de la proyección social, la práctica empresarial, las asignaturas electivas y el trabajo de grado el programa pretende que el estudiante tenga los espacios para debatir y dar a conocer los resultados de los proyectos de investigación formativa en cada área específica relacionada con la problemática de la industria.

Los docentes que orientan las asignaturas básicas y las asignaturas profesionales incorporan pequeños proyectos de investigación durante el desarrollo del proceso de formación, los cuales tienen como campos específicos: la transferencia tecnológica, la aplicación de estándares o normas de calidad, el diseño y desarrollo de procesos y equipos a pequeña escala, el mejoramiento de la productividad, la innovación y desarrollo de nuevos productos, la aplicación de tecnologías sostenibles en la transformación y manejo de subproductos y efluentes de la industria, el planteamiento de proyectos de desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

De igual manera, se incorporan las nuevas tecnologías de comunicación, informática y telemática al proceso de formación de los profesionales en la ingeniería, buscando siempre una relación interdisciplinaria docente-estudiante, bajo el contexto de “enseñar-aprendiendo” y “aprender-haciendo” motivando siempre la inquietud del estudiante en busca de que aplique la creatividad en el desarrollo de alternativas de solución a problemas particulares contemporáneos en el área, bajo principios de productividad y de desarrollo social sostenible.

Adicionalmente, el programa contempla la participación de sus estudiantes y docentes en la conformación de semilleros de investigación en los que los docentes hacen propuestas y los estudiantes ejecutan soluciones alternativas con el uso de herramientas y conocimientos que adquieren a lo largo de las carreras. El programa de ingeniería de manufactura promoverá la apertura de semilleros relacionados con las diferentes líneas temáticas del programa.

El componente investigativo del programa de *Ingeniería de Manufactura* propenderá a que los educandos no sigan siendo solamente aprendices inteligentes y aplicadores exitosos de tecnología extranjera; el esquema curricular está concebido para motivarlos a la innovación en materiales y procesos de manufactura más eficientes, que den respuesta a las necesidades específicas de nuestro país y efectivamente aporten a una mejor calidad de

vida. Este aspecto atiende requerimientos investigativos, del sector productivo y socioeconómicos.

El egresado de la Ingeniería de Manufactura será un profesional capaz de desarrollar investigación en el campo de la Ingeniería de Manufactura, de proponer soluciones innovadoras a problemas de producción, control y administración de unidades fabriles, de aplicar conocimientos tecnológicos de punta y de transmitir conocimientos a través de la docencia.

Proyección Social mediante la Producción Intelectual.

Teniendo en cuenta que, de manera genérica, se entiende por producción intelectual la producción de escritos científicos, literarios y humanísticos, la producción de obras artísticas y la producción de inventos, de diseños o desarrollos tecnológicos originales, en el programa de Ingeniería de Manufactura se concebirá como un ejercicio docente que articule la investigación y la proyección social con los procesos curriculares y con su aplicación en entornos y situaciones específicas. En este sentido, el desarrollo de la docencia articulada con investigación y proyección social se fundamenta desde la gestión integral del conocimiento que permita su generación, su comunicación y su aplicación. Para alcanzar este objetivo se promueve y fomenta la producción intelectual como fundamento y expresión del compromiso con el conocimiento y su integración en el desarrollo del país y del mundo, en la cultura y en la construcción de nueva ciudadanía, para responder a los retos y desafíos de la sociedad contemporánea.

En el programa, la reproducción o divulgación de todo tipo de material se regirá por la normatividad vigente de propiedad intelectual, teniendo en cuenta además los estatutos internos que la Universidad Tecnológica de Pereira establece en este sentido.

Proyección social a través de cursos de extensión

El programa de **Ingeniería de Manufactura** generará y desarrollará cursos de extensión bajo el esquema de *formación continuada*. Estos cursos estarán dirigidos a ofrecer a la región y al país una sólida formación en tecnologías y conocimientos actualizados que resulten útiles para el mejoramiento de los procesos productivos y la búsqueda de una sociedad cada vez más capacitada. La visión es ofrecer, de manera complementaria y paralela, cursos de diferentes niveles, desde lo más básicos dirigidos a personal técnico de formación empírica, hasta los más elevados dirigidos a personal profesional de las empresas.

Con estos cursos se aprovechará de manera amplia y extensiva la sólida formación académica y profesional del cuerpo docente del programa y de otras instituciones en convenio, la excelente infraestructura física de nuestros laboratorios y las herramientas computacionales de punta con las que cuentan nuestros programas.

4.4 LA EVALUACIÓN EN EL PROGRAMA

La Universidad Tecnológica de Pereira, por medio de la Vicerrectoría Académica, estableció los procedimientos para realizar el seguimiento, pertinencia, evaluación y el mejoramiento continuo de los Resultados de Aprendizaje de los programas académicos. (Anexo: Formatos: código 121-GAD-01 del 23 de febrero de 2021 y código 1122-ADC-04 del 17 de septiembre del año 2020).

Adicionalmente, el Comité Curricular del programa de Ingeniería de Manufactura, en su sesión del 2 de mayo del año 2022 (Acta No 11 de 2022), definió realizar evaluaciones tipo SABER PRO en dos momentos del programa de estudio: para el semestre 6 y para el semestre 8. El objetivo de estas evaluaciones es permitir tomar decisiones tempranas a lo largo del proceso formativo según los Resultados de Aprendizaje alcanzados por los estudiantes (Anexo Acta No 11 de 2022). Cabe notar, que a pesar de que el programa de Ingeniería de Manufactura recibió el Registro Calificado para el 15 de marzo del año 2016, solo fue hasta el primer semestre del año 2019 que recibió sus primeros estudiantes. Esto quiere decir que a la fecha los estudiantes de Ingeniería de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Pereira están cursando su octavo semestre y aún no se tienen egresados.

5 INVESTIGACIÓN EN EL PROGRAMA

La Universidad Tecnológica de Pereira, establece en su Plan de Desarrollo Institucional (PDI 2020-2028) como uno de sus seis grandes pilares la **“Creación, Gestión y Transferencia del Conocimiento”**. Este pilar está relacionado con la investigación, la innovación y la extensión con una mirada interdisciplinar para buscar y comprender problemas. El pilar de gestión denominado Creación, Gestión y Transferencia del Conocimiento tiene como objetivo fomentar y fortalecer la creación, gestión y transferencia del conocimiento a través de:

- Definir y direccionar los lineamientos para la investigación institucional que fortalezcan los grupos y semilleros de investigación, a través de la formación de investigadores, el desarrollo de programas o proyectos de ciencia, tecnología e innovación, así como la generación de redes y alianzas estratégicas que contribuyan a la creación y apropiación del conocimiento para la sociedad.
- Administrar los activos de conocimiento de la Universidad, a través de la formulación de estrategias y aplicación de lineamientos para la gestión tecnológica, innovación y emprendimiento, que permitan la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas institucionales, el fortalecimiento de los vínculos con la sociedad a partir de la generación de redes de trabajo y el intercambio de conocimiento, con el fin de contribuir al desarrollo económico y social del entorno.

- Direccionar y articular la relación Universidad – Entorno, con el fin de identificar las capacidades institucionales y apropiar el conocimiento, para ofertar soluciones al sector productivo y social que conduzcan al desarrollo sustentable de la Región.

La Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión ha creado condiciones para que la comunidad docente desarrolle sus capacidades investigativas, genere y difunda los conocimientos adquiridos en el proceso investigativo a través del ejercicio docente, la visibilización y circulación de la producción intelectual y la proyección hacia la comunidad. En estos procesos participan los estudiantes de pregrado y postgrado, quienes además de integrar los semilleros de investigación, tienen la oportunidad de vincularse a grupos formalmente constituidos y obtener el reconocimiento por su aporte investigativo. Como estrategia para fomentar la investigación en la Universidad, se realizan periódicamente convocatorias de proyectos en tres modalidades: Convocatorias para financiar proyectos de investigación de grupos reconocidos por Colciencias, convocatorias para financiar tesis de grado de estudiantes de postgrado y convocatorias para financiar trabajos de grado de estudiantes de pregrado. La selección de proyectos se realiza mediante procesos regulados en los que intervienen jerárquicamente: el Comité de Investigaciones de la Facultad, el Consejo de Facultad y el Comité de Investigaciones de la Universidad.

La Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión participa como garante del cumplimiento de las políticas de investigación de la Universidad y con el otorgamiento de disminuciones de docencia directa para los docentes que participan en proyectos financiados y aprobados por la Vicerrectoría de Investigaciones, Colciencias y demás entidades con las cuales se formalicen alianzas para el desarrollo de investigaciones puntuales.

El programa de Ingeniería de Manufactura propenderá a la aplicación de la investigación formativa y la investigación científica. La investigación formativa está relacionada con las políticas, objetivos y núcleos temáticos del programa curricular, donde grupos de profesores y estudiantes formulan y ejecutan proyectos de investigación en diferentes áreas y disciplinas del saber.

El programa de Ingeniería de Manufactura contempla la formación investigativa del estudiante mediante el desarrollo de los contenidos temáticos de las asignaturas, donde a partir de problemas o situaciones particulares de cada área o disciplina se puede llegar a contextualizar un diseño experimental que proyecte una hipótesis hacia la aplicación de un modelo a gran escala que pueda llegar a convertirse en investigación aplicada. Este trabajo investigativo se desarrollará bajo los lineamientos de las dos maestrías que apoyarán el programa.

El plan de estudios del programa contiene asignaturas orientadas hacia la metodología y diseño de una investigación. Además de lo anterior maneja seminarios, talleres, proyección social, pasantías y asignaturas electivas, que proporcionan al estudiante las bases teóricas y científicas sobre una problemática tecnológica aplicada al desarrollo de cada tema

específico del programa. Los procesos y actividades propias de la investigación se van incorporando en núcleos problemáticos en el ámbito local, regional, departamental y nacional ubicando la parte conceptual dentro de los lineamientos globalizados a través de la comunicación y la informática.

La flexibilidad en los contenidos de las asignaturas del plan curricular facilita espacios para la reflexión y el análisis de actividades investigativas formativas en el área de las ciencias básicas y profesionales, especialmente.

A través de la proyección social, la práctica empresarial, las asignaturas electivas y el trabajo de grado el programa pretende que el estudiante tenga los espacios para debatir y dar a conocer los resultados de los proyectos de investigación formativa en cada área específica relacionada con la problemática de la industria.

Los docentes que orientan las asignaturas básicas y las asignaturas profesionales incorporan pequeños proyectos de investigación durante el desarrollo del proceso de formación, los cuales tienen como campos específicos: la transferencia tecnológica, la aplicación de estándares o normas de calidad, el diseño y desarrollo de procesos y equipos a pequeña escala, el mejoramiento de la productividad, la innovación y desarrollo de nuevos productos, la aplicación de tecnologías sostenibles en la transformación y manejo de subproductos y efluentes de la industria, el planteamiento de proyectos de desarrollo de pequeñas y medianas empresas.

De igual manera, se incorporan las nuevas tecnologías de comunicación, informática y telemática al proceso de formación de los profesionales en la ingeniería, buscando siempre una relación interdisciplinaria docente-estudiante, bajo el contexto de “enseñar-aprendiendo” y “aprender-haciendo” motivando siempre la inquietud del estudiante en busca de que aplique la creatividad en el desarrollo de alternativas de solución a problemas particulares contemporáneos en el área, bajo principios de productividad y de desarrollo social sostenible.

Adicionalmente, el programa contempla la participación de sus estudiantes y docentes en la conformación de semilleros de investigación en los que los docentes hacen propuestas y los estudiantes ejecutan soluciones alternativas con el uso de herramientas y conocimientos que adquieren a lo largo de las carreras. El programa de ingeniería de manufactura promoverá la apertura de semilleros relacionados con las diferentes líneas temáticas del programa.

El componente investigativo del programa de Ingeniería de Manufactura propenderá a que los educandos no sigan siendo solamente aprendices inteligentes y aplicadores exitosos de tecnología extranjera; el esquema curricular está concebido para motivarlos a la innovación en materiales y procesos de manufactura más eficientes, que den respuesta a las necesidades específicas de nuestro país y efectivamente aporten a una mejor calidad de vida. Este aspecto atiende requerimientos investigativos, del sector productivo y socio-económicos.

5.1 TEMÁTICAS DE PROYECCIÓN EN INVESTIGACIÓN

La manufactura moderna será siempre de interés para proyectar la investigación en el programa. El contexto actual global de la manufactura queda, en parte, representado por la

Industria 4.0, cuyos pilares se resumen en: Big Data, Robots autónomos, Simulación, Integración de sistemas, Internet industrial de las cosas, Ciberseguridad, la Nube, Manufactura aditiva, Realidad aumentada/virtual. A continuación, se establece una síntesis de cada una de ellas:

Big Data: Constituye la recopilación y evaluación extensiva de datos de diferentes fuentes, equipos y sistemas de producción, así como de sistemas empresariales y gestión de clientes, para respaldar la toma de decisiones en tiempo real. Actualmente, el sector empresarial presenta gran desconocimiento sobre lo que significa Big Data.

Robots autónomos: Una parte esencial de la industria 4.0 son los métodos de producción robotizados inteligentes, con prestaciones de seguridad, flexibilidad, versatilidad y colaboración. En la industria 4.0, se espera la interacción y cooperación de los robots y los humanos utilizando interfaces inteligentes de sensores hombre-máquina.

Simulación: Las simulaciones se usan cada vez más extensivamente en las operaciones de la planta para aprovechar la información en tiempo real y reflejar el mundo de las máquinas, los productos y los humanos en un modelo virtual, que reproduce el comportamiento de un producto o proceso antes de su fabricación o implementación.

Integración de sistemas: El principio de la industria 4.0 se resume en tres dimensiones de integración: integración horizontal en toda la red de creación de valor, ingeniería a lo largo de todo el ciclo de vida del producto e integración vertical y sistemas de manufactura en red.

Internet industrial de las cosas: La Internet de las cosas se identifica con una red mundial de objetos direccionados e interconectados entre sí, que se comunican a través de protocolos estándar. Con el IoT se potencia aumento de eficiencia, mediante la captura con sensores de una mayor cantidad de datos de procesos y productos; la automatización de los procesos mejorando los tiempos de respuesta a las necesidades del cliente; nuevos canales de ingresos y servicios adicionales a los productos existentes; gestión de riesgos y cumplimiento de regulaciones de seguridad, con maquinaria que puede aprender a monitorear y auditar el cumplimiento de procedimientos, avisando de irregularidades e inconvenientes mucho más rápido que el ser humano.

Ciberseguridad: Con la mayor conectividad y el uso de protocolos de comunicaciones estándar que vienen con la industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos, así como las líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad han

aumentado drásticamente. Entonces, las comunicaciones seguras y confiables son esenciales en los nuevos procesos.

La nube: En un mundo competitivo, las organizaciones requieren del mayor intercambio de datos entre sitios y empresas. Con la nube se dispone de computadores y servidores virtuales que reciben servicios de almacenamiento, acceso y uso de recursos informáticos que están en la red, haciendo posible conectarse desde cualquier lugar con diferentes dispositivos y compartir documentos e información con terceros.

Manufactura Aditiva: Las compañías han empezado a adoptar la manufactura aditiva o impresión 3D, son capaces de diseñar y fabricar sus propios prototipos o producir sus componentes individuales. Con la industria 4.0, pueden producirse pequeños lotes de productos personalizados para la industria automotriz, por ejemplo; disponiendo de escáneres para obtener modelos digitales.

Realidad aumentada/virtual: Con ella se combina el contenido digital con contenido físico para proyectar realidades mixtas en tiempo real. Los sistemas basados en la realidad aumentada admiten una variedad de servicios, como la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. La industria puede utilizar la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo; los trabajadores pueden recibir instrucciones de reparación sobre cómo reemplazar una pieza en particular en tanto, que están viendo el sistema real que necesita reparación

5.2 DOCENTES INVESTIGADORES

La investigación es una de las funciones sustantivas derivadas de la docencia, los docentes son los orientadores de la investigación formativa y la investigación en sentido estricto.

El 100 % de los docentes del programa de Tecnología Mecánica participan en proyectos de investigación formativa, la mayoría de los cuales se realizan en los mismos cursos. Al formalizar el plan de actividades cada semestre, los docentes deben proyectar un mínimo de 8 horas de dedicación semanal a investigación; en este modo laboral el docente realiza exploración bibliográfica, realiza estudios exploratorios, realiza prácticas experimentales con sus estudiantes a cargo, sistematiza información, formula propuestas, elabora informes y redacta artículos y otros textos sistematizados relacionados con su trabajo investigativo. El tiempo dedicado a la investigación (considerando todas las actividades mencionadas) por docente, proyectado para cada estudiante constituye no menos del 20 % de su carga laboral, aclarando que la investigación incluye la misma investigación formativa.

Todos los docentes de planta y transitorios han recibido apoyo para realizar sus estudios de posgrado (Tabla 11 y Tabla 12). También han recibido estímulos, certificación o reconocimiento, tras la participación en congresos o publicación de resultados de su trabajo investigativo, en correspondencia con la normativa vigente por la que se asignan puntos salariales o puntos bonificación (Decreto 1279 de 2002).

Tabla 11. Relación de docentes que han recibido o están recibiendo apoyo

NOMBRE DOCENTE	NIVEL DE FORMACIÓN BRINDADA
Carlos Romero	Doctorado
Dairo Hernán Mesa	Doctorado
Edgar Salazar	Doctorado
Carlos Alberto Montilla	Doctorado
Luz Adriana Cañas	Doctorado
Yesid Ortiz	Doctorado
Ricardo Acosta	Doctorado
Felipe Arroyave	Maestría
Carlos Cataño	Maestría
Wilson Pérez	Maestría
Anderson Ariza Echeverri	Doctorado

Tabla 12. Porcentaje de docentes investigadores por nivel de formación 2022

DOCENTES INVESTIGADORES	NIVEL DE FORMACIÓN	PORCENTAJE
1	Profesional	8%
3	Maestría	25%
8	Doctorado	67%

En la Facultad de Tecnología a la cual está adscrito el programa de Ingeniería de Manufactura, existe el “Comité de Investigaciones y Extensión”, encargado de hacer efectivas las políticas institucionales, de direccionar y hacer seguimiento a los proyectos en ejecución, de marcar pautas metodológicas, de estimular y de evaluar los grupos (Tabla 13 y Tabla 14) y los semilleros de investigación (Tabla 15).

Grupos de Investigación

Tabla 13. Ficha técnica grupos de Investigación Tecnología Mecánica

Nombre	GRUPO DE INVESTIGACIÓN TECNOLOGÍA MECÁNICA
Código	COL0035289
Categoría	A
Objetivo General	Propender por el perfeccionamiento de los procesos productivos de la región en los aspectos de selección, operación, mantenimiento, rediseño, reacondicionamiento y manufactura de equipos y sistemas de potencia mecánica, a través de la formación investigativa y la actualización en procesos de transferencia tecnológica.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer servicios de asesoría y consultoría en selección, operación, mantenimiento, rediseño y reacondicionamiento de equipos y sistemas de potencia mecánica integrados con componentes mecánicos, mandos electroneumáticos y electrohidráulicos, controles electrónicos y sistemas de información. ✓ Implementar metodologías para la experimentación en los procesos de fabricación y reconstrucción de partes. ✓ Apoyar el crecimiento de la competitividad del sector productivo de la región y del país, generando propuestas concretas para mejorar los procesos de transformación de materiales. ✓ Formar investigadores que estén permanentemente actualizando a la industria en procesos de transferencia tecnológica, manufactura, mecatrónica y mantenimiento. ✓ Promover y apoyar la implementación de combustibles alternativos y sus tecnologías asociadas en motores de combustión interna, teniendo en cuenta criterios técnicos, ambientales, económicos y legales.
Sitio Web Colciencias	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=000000001769
Líneas de investigación	<p>Energías renovables Mantenimiento industrial Mecatrónica Motores de Combustión Procesos de manufactura</p>

Profesores integrantes	- Edgar Salazar (Director) - Carlos Romero - Felipe Arroyave - Carlos Montilla - Yesid moreno - Yesid Ortiz -Ricardo Acosta
Director	Edgar Alonso Salazar Marín

Tabla 14. Ficha técnica grupos de Investigación Materiales de Ingeniería (GIMI)

Nombre	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES DE INGENIERÍA GIMI
Código	COL0033542
Categoría	A
Objetivo General	Incentivar la investigación formativa en estudiantes de todos los niveles académicos y profesores de la Facultad de Tecnología de la Universidad Tecnológica de Pereira, buscando siempre estar actualizados en los campos de estudio de competencia del grupo.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir e implantar un modelo de estudio, a través de métodos y técnicas innovadoras, que potencie el aprendizaje activo de los estudiantes. ✓ Consolidar el grupo en la investigación y propender por su desarrollo en áreas estratégicas del conocimiento científico. ✓ Dotarnos de infraestructura adecuada y potenciar la eficiencia de la investigación a través de trabajos de grado y realización de proyectos. ✓ Promover el trabajo interdisciplinario y crear estrategias para lograr convenios con otras entidades e instituciones de trabajo común. ✓ Transmitir los conocimientos adquiridos a la sociedad, desarrollando actividades de generación y difusión estratégicas. ✓ Enfocar el trabajo hacia el compromiso social y de conservación del medio ambiente.
Sitio Web Colciencias	https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=000000001576
Líneas de investigación	Materiales metálicos Polímeros Soldadura Tribo-corrosión

	Tribología
Profesores integrantes	- Adriana Cañas Mendoza - Anderson Ariza - Wilmar Calderón - Oscar Higuera Cobos - Luz Estela Arias
Director	Dairo Hernán Mesa

Semilleros de Investigación

El programa cuenta con dos semilleros articulados con los grupos de investigación:

- Energías Renovables
- Control Numérico Computarizado (CNC)

Tabla 15. Semilleros de Investigación que apoyan el programa

Nombre del semillero	Código	Objetivos	Líneas de investigación	Responsable	Contacto
Energías Renovables	SE9-18-2	Diseñar, modelar, simular y construir sistemas de transformación energética no convencional a partir de fuentes renovables de energía.	Energía solar térmica y fotovoltaica Movilidad eléctrica Energía eólica Propulsión humana Hidrógeno y otras energías.	Edgar Salazar	edgarsalazar@utp.edu.co
Control Numérico Computarizado (CNC)	SE8-17-3	Motivar la interacción de la comunidad académica de la Universidad Tecnológica de Pereira con la tecnología	Desarrollo de prototipos funcionales Estrategias de Mecanizado (teoría de corte) Manejo avanzado de Software CAM	Yesid Moreno	yes@utp.edu.co

		del control numérico computarizado (CNC) y sus aplicaciones.	Producción académica (Artículos y Ponencias) Proyecto de emprendimiento		
Semillero De Investigación En Materiales De Ingeniería Simi-Utp		Motivar y sensibilizar al estudiante en la importancia de caracterizar, analizar y seleccionar los materiales adecuados a cualquier aplicación en ingeniería.	Análisis de falla Materiales avanzados Simulación por elementos finitos Soldadura Tribocorrosión	Dairo Hernán Mesa Grajales	dhmesa@utp.edu.co

Algunos estudiantes participantes de los semilleros han sido patrocinados para asistir a los encuentros de semilleros (tanto regionales como nacionales), además de financiamiento para desarrollo de proyectos y para participación en competencias. El semillero de Energías Renovables tuvo apoyo para participar en la competencia Solar del Desierto de Atacama a través de patrocinios (empresas) y con recursos propios UTP.

Trabajos de grado

Los trabajos de grado son un requisito parcial dentro del plan de estudios para optar al título de Tecnólogo en Mecánica. Acorde con la estructura curricular aprobada en el Programa, se entiende por trabajo de grado el desarrollo de un tema en uno de los diversos campos del conocimiento científico, artístico, socio-humanístico y/o su aplicación a problemas prácticos, que a juicio de cada Programa lo considere pertinente. El trabajo de grado se desarrolla en cuatro modalidades optativas: práctica empresarial, seminario avanzado, trabajo de grado, formación propedéutica y monografía y debe guardar pertinencia con los conocimientos y áreas desarrolladas durante el proceso de formación.

6 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO

El programa de Ingeniería de Manufactura se proyectará inicialmente a las empresas más cercanas de la región en las que se verifican procesos de manufactura para relacionarse, realizar reuniones exploratorias de intersecciones de intereses investigativos y de formación. Las reuniones posibilitarán la generación de una hoja de ruta prospectiva de trabajo colaborativo con agenda de actividades que incluyan a los docentes, a los estudiantes del programa y a los investigadores e ingenieros de la Universidad y de las empresas. Conviene adaptar una lista de cursos de capacitación y seminarios temáticos crecientes que permitan la realimentación empresa-universidad, la incorporación de investigadores nacionales e internacionales a las temáticas y actividades para proponer proyectos de ingeniería, investigación y capacitación con diferentes niveles de profundidad y de aplicación.

La vinculación con el sector productivo se desarrollará esencialmente en tres formas: convenios interinstitucionales, visitas empresariales, actuación de los egresados.

Convenios interinstitucionales

El programa de Ingeniería de Manufactura establecerá convenios con empresas o instituciones que permitan la realización de prácticas o pasantías relacionadas con los trabajos y procedimientos en los cuales se puedan aplicar los conceptos o competencias transmitidos a los estudiantes durante su permanencia en la Universidad. Dichas instituciones pueden ser públicas o privadas, ubicadas dentro o fuera del territorio municipal, departamental o nacional.

En el caso particular de empresas, actualmente los programas de Tecnología Mecánica e Ingeniería Mecánica de la UTP (cuyo personal docente apoyará el nuevo programa de Ingeniería de Manufactura) maneja vínculos con una serie de empresas metalmecánicas, entre las que se destacan: PCP, G.L Ingenieros, Ayco, Industrias Raysan, Solomoflex Industrias y Manufacturas S. A., Suzuki Motor de Colombia, Busscar, entre otras. Estos vínculos serán fácilmente extensibles al nuevo programa propuesto.

Desde la Oficina de Relaciones Internacionales de la UTP se coordinarán los posibles convenios que el nuevo programa puede realizar con otras instituciones para fortalecer la formación académica e investigativa de los docentes, estudiantes y egresados, para lo cual buscará:

1. Políticas de proyección social y extensión.
2. Fortalecer el proceso de intercambio de docentes y estudiantes de la Facultad e intercambio con universidades del exterior.

Proyección social mediante visitas empresariales

Mediante la visita a empresas se involucrará al estudiante en los procesos productivos que generan el desarrollo de la región, fortaleciendo de esta manera las labores académicas, creando en él una visión del estado actual de los sectores productivos y de sus vías de desarrollo. Así mismo, estas actividades le permitirán plantearse inquietudes acerca de las áreas de interés en las cuales, como profesional desea trabajar y profundizar.

Relación de egresados con respecto a las áreas de desempeño profesional

El Ingeniero en Manufactura estará preparado para ocupar posiciones con responsabilidad, en las empresas manufactureras en áreas como: planeación de procesos de manufactura; diseño de productos, procesos, plantas, utillajes y herramientas; presupuesto de costos globales y detallados de producción; coordinación, dirección y supervisión de equipos humanos de trabajo; formulación y dirección de proyectos de inversión; prestación de sus servicios como asesor y consultor de alto nivel o como empresario independiente. Desde el punto de vista de cargos en el sector productivo, el Ingeniero de Manufactura podrá desempeñarse en cargos equivalentes a:

- Jefe de Planta
- Jefe de Producción
- Jefe de Departamento de Diseño
- Jefe de Desarrollo de Producto
- Jefe de Desarrollo de Proyectos
- Jefe de Control de Calidad
- Interventor de montaje o reingeniería de plantas o procesos

El trabajo con la comunidad o la forma en que ella puede beneficiarse

El trabajo de grado se concibe como un ejercicio académico en el cual el estudiante aplica los conocimientos adquiridos en el transcurso de su formación para:

- Formular soluciones a las problemáticas reales de la región o su entorno mediante el desarrollo de un proyecto específico.
- Desarrollar conocimiento científico
- Desarrollar conocimiento tecnológico

La modalidad de Trabajo de Grado como requisito para optar al título de Ingeniero de Manufactura está concebida para apoyar la optimización de procesos y la solución de problemas en los sectores productivos y comunitarios de la región a través de la aplicación de sus conocimientos y habilidades. Las modalidades de trabajo de grado (ver numeral 4.1) que potenciarán la interacción con la comunidad serán principalmente las que se desarrollen bajo las modalidades de:

- Aplicación del conocimiento del programa de formación
- Práctica universitaria

Proyección social mediante aplicación del conocimiento del programa de formación

En esta modalidad, y bajo la adecuada dirección de un tutor, se podrán plantear soluciones a problemáticas puntuales, a nivel de diseño, simulación, fabricación de prototipo o máquina real. Las soluciones planteadas en esta modalidad de grado pueden tardar un tiempo considerable en impactar al medio, por lo que es vital la difusión adecuada y el trabajo mancomunado con las empresas.

Relación de egresados en su ámbito laboral con respecto a los proyectos en la modalidad de pasantías

La realización de convenios del programa de Ingeniero de Manufactura con empresas de la región propiciará la aplicación del excelente potencial representado por nuestros futuros egresados. La pasantía vincula al estudiante a una empresa, institución u organización nacional o internacional, en calidad de colaborador, para el desarrollo de actividades en un proyecto o programa de investigación pertinente. La pasantía es una herramienta fundamental para que el programa estructure planes de mejoramiento en la formación de sus estudiantes, utilizando la retroalimentación que aportan las empresas.

Puesto que una de las competencias específicas del Ingeniero de Manufactura es la solución de problemas técnicos directamente en el proceso productivo, la pasantía será un vehículo importante en la consolidación de esta competencia.

Análisis prospectivo del potencial desempeño de los graduados

Se espera que el Ingeniero de Manufactura, en el mediano y largo plazo, impacte positivamente los procesos productivos de las empresas, dado que:

- A los educandos se les impartirá una formación general y específica en lo concerniente a los procesos de fabricación de bienes de capital y de consumo, su planeación, gestión, supervisión, operación y mantenimiento. Esta formación no se está

brindando actualmente en el país a nivel de educación superior, y en el mediano y largo plazo contribuirá al desarrollo local y regional.

- Desde el punto de vista del proceso enseñanza –aprendizaje, muchas de las asignaturas de formación básica profesional FBP y formación específica de ingeniería FEI, serán teórico-prácticas, propiciando la adquisición de competencias del estudiante para enfrentar muchas de las problemáticas en su futuro desempeño laboral.
- Desde el punto de vista socioeconómico, tendrá un impacto positivo porque ofrecerá una formación nueva en el país (con respecto a las ingenierías tradicionales), a personas de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3.
- El programa contará con personal docente de planta con amplia experiencia académica e industrial y conocimiento en procesos productivos. Para tópicos muy específicos se contará con la participación de profesionales del sector industrial, de reconocida experiencia en el campo de formación requerido.
- Se incentivará en el estudiante la adquisición de una mirada holística e integradora, que abarque no solamente el proceso productivo en sí, sino también su planeación, costeo, mantenimiento, todo ello bajo la mirada del desarrollo sostenible.
- Se hará énfasis en la difusión y concientización sobre las ventajas de la aplicación de procesos diferentes al mecanizado convencional, relacionados directamente con la obtención de las piezas bases (piezas brutas o piezas verdes), como son los procesos de fundición, forja y estampado, así como procesos electro físico y electroquímico aún novedosos en estas latitudes. Lo anterior permitirá elevar la competitividad manufacturera.
- Se hará mucho énfasis en los métodos de selección, diseño y fabricación de los utillajes o herramientas, indispensables para obtener resultados finales en los procesos.
- Desde el punto de vista de la coherencia con la democracia y la paz, y en el entendido de que el desarrollo de la ingeniería es también un proceso social y cultural, se inculcará el interés por la comprensión de cómo la vida política, económica y social se fortalece con el fortalecimiento de la ingeniería de los procesos de producción.
- La orientación del programa será hacia la manufactura aplicada, centrada en la gestión de talento, y hacia el impulso de las capacidades de diseño, desarrollo e ingeniería en los procesos, productos y materiales producidos en Colombia, procurando promover el slogan “Diseñado y Manufacturado en Colombia”.

El desarrollo de actividades de servicio social a la comunidad

El programa de Ingeniería de Manufactura se ha estructurado con el fin de contribuir a la formación integral del estudiante, mediante el fortalecimiento y reafirmación de las competencias disciplinares y humanísticas para su formación con conciencia social.

El plan de estudios contempla asignaturas del área socio-humanística tales como: Deportes, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Ecología y principios de tribología, Desarrollo sostenible, Seminario de constitución política, Seguridad industrial, Metodología de la investigación. El sano desarrollo de estos cursos debe propiciar en el educando el interés por la comprensión de cómo la vida política, económica y social interactúan con la ingeniería en los procesos de producción. Lo anterior, lanzando una mirada desde el punto de vista de la coherencia con la democracia y la paz, y en el entendido de que el desarrollo de la ingeniería es también un proceso social y cultural.

La profundización del sentir ciudadano del educando crea vínculos entre la Universidad y el medio externo, mediante acciones de intervención teórico – práctica desarrolladas por estudiantes, que logren fortalecer el desarrollo y mejorar la calidad de vida de grupos sociales o comunidades vulnerables, afianzando así el ejercicio de la responsabilidad social del futuro ingeniero de manufactura y buscando que los estudiantes sean capaces de proyectarse en la sociedad como agentes de cambio.

Otro aporte social muy significativo del futuro profesional consiste en la atención de las necesidades de empresas pequeñas o de empresarios de la microempresa, en lo relacionado con aspectos de la organización productiva empresarial. El profesional estará en capacidad de dar asistencia y asesoría en aspectos relacionados con la ingeniería y la administración para estas instituciones, empresas u organizaciones.

Proyección Social mediante la Producción Intelectual

Teniendo en cuenta que, de manera genérica, se entiende por producción intelectual la producción de escritos científicos, literarios y humanísticos, la producción de obras artísticas y la producción de inventos, de diseños o desarrollos tecnológicos originales, en el programa de Ingeniería de Manufactura se concebirá como un ejercicio docente que articule la investigación y la proyección social con los procesos curriculares y con su aplicación en entornos y situaciones específicas. En este sentido, el desarrollo de la docencia articulada con investigación y proyección social se fundamenta desde la gestión integral del conocimiento que permita su generación, su comunicación y su aplicación. Para alcanzar este objetivo se promueve y fomenta la producción intelectual como fundamento y expresión del compromiso con el conocimiento y su integración en el desarrollo del país y del mundo, en la cultura y en la construcción de nueva ciudadanía, para responder a los retos y desafíos de la sociedad contemporánea.

En el programa, la reproducción o divulgación de todo tipo de material se regirá por la normatividad vigente de propiedad intelectual, teniendo en cuenta además los estatutos internos que la Universidad Tecnológica de Pereira establece en este sentido.

Proyección social a través de cursos de extensión

El programa de Ingeniería de Manufactura generará y desarrollará cursos de extensión bajo el esquema de formación continuada. Estos cursos estarán dirigidos a ofrecer a la región y

al país una sólida formación en tecnologías y conocimientos actualizados que resulten útiles para el mejoramiento de los procesos productivos y la búsqueda de una sociedad cada vez más capacitada. La visión es ofrecer, de manera complementaria y paralela, cursos de diferentes niveles, desde lo más básicos dirigidos a personal técnico de formación empírica, hasta los más elevados dirigidos a personal profesional de las empresas.

Con estos cursos se aprovechará de manera amplia y extensiva la sólida formación académica y profesional del cuerpo docente del programa y de otras instituciones en convenio, la excelente infraestructura física de nuestros laboratorios y las herramientas computacionales de punta con las que cuentan nuestros programas.

7 PROFESORES

En la Tabla 16 siguiente se registra la información relacionada con los profesores de planta y transitorios con que cuenta el programa, su escalafón y título máximo de formación.

Tabla 16. Relación profesores planta y transitorios con su escalafón y nivel de formación

Profesor	Contratación	Escalafón	Formación
Carlos Alberto Romero Piedrahita	Planta	Titular	Ph.D.
Carlos Alberto Montilla Montaña	Planta	Titular	Ph.D.
Dairo Hernán Mesa Grajales	Planta	Titular	Ph.D. + Post-Doc.
Edgar Alonso Salazar Marín	Planta	Titular	Ph.D.
Juan Felipe Arroyave Londoño	Planta	Titular	M.Sc.
Luz Adriana Cañas Mendoza	Planta	Asociada	Ph.D. (C)
Yesid Ortiz Sánchez	Planta	Titular	Ph.D.
Yesid Moreno Ortiz	Planta	Asociado	M.Sc.
Carlos Arturo Cataño	Transitorio	Auxiliar	Cursando M.Sc.
Wilson Pérez Castro	Transitorio	Asociado	M.Sc.
Ricardo Acosta Acosta	Transitorio	Titular	Ph.D.

Profesor	Contratación	Escalafón	Formación
Anderson Araiza Echeverri	Transitorio	Auxiliar	Ph.D.

Tanto profesores de planta como transitorios mantienen un continuo compromiso con los 3 pilares fundamentales: docencia, investigación y proyección social, siendo la investigación liderada fundamentalmente por profesores con doctorado. El alto porcentaje en formación doctoral garantiza la participación continua en investigación y en actualización continua en las diferentes áreas del conocimiento propias del programa.

El número de profesores catedráticos que atiende el programa en la actualidad asciende a 14, correspondiente al 56 % del total de profesores considerando planta y transitorios. Este alto porcentaje muestra una necesidad inminente de apertura de plazas docentes, que permitan la posibilidad de mayor número de profesores de planta con las competencias idóneas para afrontar de la mejor manera las proyecciones del programa en docencia, investigación y extensión, más aún cuando el grupo de profesores (planta y transitorios) atienden dos programas simultáneos, como son Ingeniería de Manufactura y tecnología Mecánica.

El programa cuenta con cinco áreas, estas son: Automática, Gestión de la Manufactura, Manufactura y Materiales, Termo-fluidos y procesos CAD/CAE. Cada área es liderada por un profesor con mayor conocimiento en la competencia respectiva. La Tabla 17 registra las áreas con su respectivo director. Esta distribución permite el trabajo por áreas en los procesos de mejoramiento continuo y en particular en procesos de reforma curricular, actualización de contenidos e infraestructura de laboratorios.

Tabla 17. Áreas del programa y profesores líderes

Área	Director de área
Automática	Wilson Pérez
Gestión de la Manufactura	Carlos Alberto Montilla
Manufactura y materiales	Iván Yesid Moreno
Termo fluidos	Yesid Ortiz
Procesos CAD/CAE	Juan Felipe Arroyave

Capacitación Docente

La Universidad Tecnológica de Pereira estimula y crea mecanismos para el desarrollo de la carrera docente, a través de procesos y acciones educativas tendientes a actualizar y profundizar los conocimientos de los docentes, elevar su nivel investigativo, perfeccionar su formación y desarrollo pedagógico y contribuir a la modernización académica de la Universidad. Específicamente, la Universidad, en cabeza de la Vicerrectoría académica, agenda programas de formación continuada para el personal docente, ofrece formación en segunda lengua, cursos de pedagogía y currículo. Anualmente se recibe apoyo económico (pasajes, viáticos e inscripción) para la asistencia a congresos y seminarios que sean del interés del personal docente.

Acorde a los lineamientos del plan de desarrollo docente de Proyecto Educativo Institucional PEI (UTP, 2018), el programa de IdeM requiere una formación continua y actualizada, mucho más importante en un programa reciente en la región y el país, con el que se espera impactar de manera importante el medio productivo regional y nacional. Es por ello, que se requiere formación continua en cursos como:

En formación integral docente:

- Cursos en segunda lengua como inglés y francés.
- Formación en Innovación educativa
- Pedagogía con herramientas virtuales (estimulada por la pandemia).

En formación específica del programa:

- Manufactura aditiva y Nuevos materiales
- Ingeniería inversa y Metrología digital.
- Industrias 4.0
- Inteligencia artificial
- Herramientas de simulación de la manufactura
- Procesos de deformación en el rango plástico.

8 MEDIOS E INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA

La biblioteca de la Universidad Tecnológica cuenta con un edificio cuya área es de 2185 m², dispone de las salas de lectura, Hemeroteca, y de trabajo en grupo con capacidad para alojar en total 770 usuarios.

Actualmente posee más de 103.000 volúmenes impresos en las diferentes áreas del conocimiento, cuyas referencias bibliográficas pueden ser consultadas por la comunidad universitaria en línea a través de su sitio web: <http://biblioteca.utp.edu.co>, dentro y fuera del campus universitario. Adicionalmente la biblioteca posee las siguientes colecciones: Colección General y Reserva, Colección de Hemeroteca, Colección de Referencia, Colección de Tesis, Colección de Documentos Risaraldenses, Colección de Diapositivas, Colección de Videos, Colección de Música y Colección de Folletos.

La biblioteca realiza suscripción de revistas en formato electrónico en su mayoría y actualmente suscribe 13 bases de datos en línea. Adicionalmente la biblioteca tiene a disposición de los usuarios el Repositorio Institucional, donde se encuentran las tesis de grado, trabajos de grado y libros en texto completo, cuyos autores han otorgado su autorización para publicar en acceso abierto dicha información.

La biblioteca de la Universidad Tecnológica de Pereira tiene suscripción a bases de datos científicas para apoyar sus programas académicos y los procesos de investigación. La Tabla 18 presenta las principales bases de datos de apoyo para el programa.

Tabla 18. Bases de datos disponibles

BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Access Engineering	Proporciona acceso a una variada selección de información actualizada: material educativo, vídeos, calculadoras, tablas y gráficos interactivos y manuales de la editorial McGraw-Hill. Tanto para para ingenieros en ejercicios, como para profesores buscando medios para enseñar a sus alumnos cómo resolver problemas como para los estudiantes que necesitan aprender cómo usar los materiales de referencia que emplearán en sus vidas profesionales.
ASME	La American Society of Mechanical Engineers, promueve el arte, la ciencia, la práctica de la ingeniería mecánica y multidisciplinaria y las ciencias relacionadas en todo el mundo.
ASTM	American Society of Testing Materials es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Digitalia	Base de datos hispánica de ebooks y revistas electrónicas donde se encuentra el mejor acceso a contenidos de alta calidad en lengua española. Miles de libros de las más prestigiosas editoriales españolas y latinoamericanas, así como las revistas más relevantes en las diferentes materias.
IEEE Xplore	Base de datos de investigación académica que proporciona acceso al texto completo de artículos y trabajos sobre Ciencias de la Computación, Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
Leyex.info	Es un producto exclusivo y desarrollado por E GLOBAL SERVICES LTDA (Grupo EGS), empresa especializada en el suministro de información en todas las áreas del conocimiento de una manera socialmente responsable.
Oxford University Press	La colección está conformada por 357 revistas en múltiples disciplinas y revisadas por pares. Dentro de estas revistas se contempla 60 títulos Open Access.
ScienceDirect	Contiene información de Todas las áreas del conocimiento (Multidisciplinaria) y favorece la investigación mediante elementos interactivos dentro de los más de 12 millones de artículos como audios, videos, gráficas, tablas e imágenes.
Scopus	Contiene información en Todas las áreas del conocimiento de carácter referencial como citas y resúmenes, con herramientas inteligentes para rastrear, analizar y visualizar trabajos de investigación, autores, citas, patentes.
SpringerLink	Contiene una gran colección de publicaciones científicas, técnicas y médicas que incluyen monografías, libros de textos, manuales, atlas, obras de referencia. Todas las áreas del conocimiento. (Multidisciplinaria)
Taylor & Francis Group	Colección completa que está conformada por 2,211 revistas en tres áreas principales. Dentro de estas revistas se contempla 60 títulos Open Access.

El programa académico de ingeniería de Manufactura está ubicado en el edificio 4, cuenta con 8 laboratorios dotados con los equipos necesarios para las prácticas académicas del programa. En la Tabla 19 se presenta la distribución que se ha dado al área.

Tabla 19. Infraestructura Tecnológica del Programa

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ESTADO	ÁREA CONSTRUIDA m ²	ÁREA OCUPADA m ²
Laboratorios	Laboratorio Mecatrónica	En operación	16,83	6,7134
	Laboratorio de CNC	En operación	55,33	19,746
	Laboratorio de Manufactura	En operación	17,14	7,23121
	Laboratorio de Modelos	En operación	50,54	19,574
	Laboratorio de Tribología	En operación	20,072	7,626
	Laboratorio de Polímeros	En operación	45,72	18,227
	Laboratorio de Motores	En operación	108,1	67,4448
	Laboratorio de simulación de procesos de Manufactura	En operación	23	18
	Laboratorio de deformación plástica	En construcción y dotación	60,39	50
	Laboratorio de fundición	En construcción y dotación	61.82	46
	Taller de máquinas herramienta	En operación	760	700
	Total		1157.12	960.6
	Oficina dirección	En operación	25	14

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ESTADO	ÁREA CONSTRUIDA m ²	ÁREA OCUPADA m ²
Docente y Administrativo	Oficina auxiliar	En operación	12.5	6
	8 Oficinas docentes	En operación	12	7
	Total		681.2	326.8

Se cuenta con software especializado que apoya el ejercicio docente en varias áreas del conocimiento Tabla 20.

Tabla 20. Software de apoyo al programa

Programa	Licencia	Área
Solidworks	Licenciado	Procesos CAD/CAE
AutoCad	Licenciado	Procesos CAD/CAE
Inventor	Licenciado	Procesos CAD/CAE
Deform 3D	Licenciado	Manufactura y materiales
Matlab	Licenciado	Transversal todas las áreas
ANSYS	Licenciado	Transversal todas las áreas
MDsolid	Licenciado	Procesos CAD/CAE
EES	Licenciado	Termofluidos
NI LabView	Gratuito instituciones educativas	Automática
CADESIMU, PC SIMU	Gratuito	Automática

9 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

De acuerdo con los retos propuestos en el PEI de construir cultura académica institucional de autorreflexión, autoevaluación y autorregulación en todos los ámbitos de la comunidad universitaria; la autoevaluación del programa es la cultura organizacional fundamentada en el mejoramiento continuo de los procesos académicos y se refiere a la integralidad del programa trabajando por la calidad y la excelencia académica.

El programa de Ingeniería de Manufactura tiene establecida la política de revisión y renovación permanente de las propuestas académicas curriculares para hacerlas pertinentes a la sociedad actual y del futuro.

Los objetivos de autoevaluación del programa abarcan:

- Generar un espacio de reflexión sobre las prácticas educativas y cómo estas pueden ser mejoradas.
- Identificar necesidades de los docentes en formación, actualización y bienestar, de acuerdo con las necesidades del programa y personales.
- Crear canales de comunicación entre la dirección y los docentes del programa.
- Establecer objetivos de futuro comunes respecto a las necesidades de mejoramiento del programa.
- Fortalecer el trabajo en equipo.

El programa de Ingeniería de Manufactura implementa su modelo de autoevaluación con ayuda del Comité Curricular, el cual está compuesto por los representantes de cada una de las áreas del programa.

Los principales mecanismos que usa el programa para su autoevaluación son los siguientes:

- Reuniones del Comité Curricular.
- Presentación de los informes de actividades por parte de los docentes.
- Análisis de los resultados de las pruebas Saber Pro.
- Resultados de las evaluaciones docentes realizadas por la Universidad.
- Reconocimiento del quehacer del programa frente a otros actores académicos, en los diferentes encuentros que se realizan a nivel nacional.
- Seguimiento al plan de mejoramiento producto del ejercicio de reacreditación.

En el plan de mejoramiento, se identifican las oportunidades de mejora que nacen del proceso de autorreflexión de los actores del programa, acompañadas siempre de acciones específicas que se desarrollarán para atender estas debilidades y potenciar las fortalezas del programa; se identifican las líneas base o estado actual y las metas a alcanzar en el periodo, asignadas a los directores responsables y los actores involucrados en cada proceso con el objeto de mejorar permanentemente la calidad de la Institución y sus programas.

REFERENCIAS

- Comisión Europea. (2014). *Advancing Manufacturing, Advancing Europe*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/5370/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *PND 2010-20114*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014>
- Expogestión. (2007). *Colombian Competitiveness: Moving to the next level*. Obtenido de https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/20070914_Colombia_MEP_7fe1fc39-6691-407e-a6a7-60b5ece3f71f.pdf
- Gobierno de México. (2011). *Diseñado en Mexico. Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60156/MRT-Manufactura-Avanzada.pdf>
- Manufacturing USA. (2022). *A National Advanced Manufacturing Portal*. Obtenido de <https://www.manufacturing.gov/>
- National Institute of Standards and Technology. (2012). *The Future of Manufacturing, Opportunities to drive economic growth*. Obtenido de https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/05/09/The-Future-Manufacturing_4_20_12.pdf
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2012). *Caracterización del Sector Metalmecánico y Área de Soldadura*. Obtenido de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2169/1/3137.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2008). *Estudio de Caracterización Ocupacional del Diseño en la Industria Colombiana Mesa Sectorial de Diseño*. Obtenido de <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2106/1/3020.pdf>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2015). *Documento maestro Ingeniería de Manufactura*. Pereira: UTP.