

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL: CASO CENTRO METALMECÁNICO DEL SENA REGIONAL DISTRITO CAPITAL

CENTRO METALMECÁNICO
DISTRITO CAPITAL



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE



PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL: CASO CENTRO METALMECÁNICO DEL SENA REGIONAL DISTRITO CAPITAL

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Metalmeccánico

Prospectiva tecnológica en la formación profesional : caso Centro Metalmeccánico del SENA, Regional Distrito Capital / Cindy Vanessa Carmona Cadavid, Keiler Elionarka Morales Ochoa, Gustavo Vargas Yara, Darwin Dubay Rodríguez Pinto. -- Bogotá : SENA. Centro Metalmeccánico, 2018.

1 recurso en línea (128 páginas) : PDF

Referencias bibliográficas: páginas 125-128

Contenido: Análisis externo del Centro de Formación -- Análisis interno del Centro de Formación -- Cruce DOFA -- Vigilancia científico-tecnológica -- Vigilancia competitiva -- Mapa de trayectoria tecnológica.

ISBN 978-958-15-0393-3

1. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Metalmeccánico--Administración
2. Industria metalmeccánica--Innovaciones tecnológicas 3. Automatización—
Innovaciones tecnológicas I. Carmona Cadavid, Cindy vanessa II. Morales Ochoa, Keiler
Elionarka III. Vargas Yara, Gustavo IV. Rodríguez Pinto, Darwin Dubay.

CDD: 338.064



Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Centro Metalmecánico - Regional Distrito Capital

Director General del SENA

Carlos Mario Estrada

Director de Planeación y Direccionamiento Corporativo

Juan Fernando López Mejía

Coordinadora de Grupo Dirección de Planeación y Direccionamiento Corporativo

Iveth Alexandra Gutiérrez Collazos

Director de Formación Dirección General

Farid de Jesús Figueroa Torres

Coordinador SENNOVA Dirección General:

Emilio Eliecer Navia Zuñiga.

Subdirector Centro Metalmecánico

Jairo Iván Marín Másmela

Coordinadora Misional Centro Metalmecánico

Claudia María Martínez Zuluaga.

Autores:

Cindy Vanessa Carmona Cadavid

Keiler Elionarka Morales Ochoa

Gustavo Vargas Yara

Darwin Dubay Rodríguez Pinto

Agradecimientos a:

Centro Metalmecánico

Grupo de investigación GICEMET

Karen Gineth Gutiérrez Guerra - Aprendiz

Cra. 30 #17B-25S, Bogotá

Teléfono: 5461600

www.sena.edu.co

ISBN: 978-958-15-0393-3

Bogotá D.C. Noviembre de 2018



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



“La ciencia de hoy es la tecnología del mañana”

-Edward Teller.

PRÓLOGO

Extiendo un saludo especial a todos los aprendices, instructores, empresarios, emprendedores y funcionarios que hacen parte de esta gran comunidad SENA, en especial a los aprendices que hacen parte de los semilleros de investigación.

Este documento hace parte de la estrategia de divulgación de la ciencia, la vigilancia y prospectiva tecnológica que como parte de la política SENNOVA y PREVIOS se quiere fortalecer en todo el país, propendiendo por una participación activa de aprendices e instructores en el desarrollo ciencia, tecnología e innovación en el SENA, como respuesta positiva a la comunidad y sector productivo nacional.

Como subdirector del Centro Metalmecánico considero pertinente recordar que el SENA es una institución que a lo largo de su historia se ha destacado por brindar alternativas innovadoras ante los desafíos que impactan el sector productivo en temas como plásticos, mecanizado, mantenimiento y automatización, trabajamos permanentemente para fortalecer la formación de nuestro recurso humano e infraestructura por ello hemos participado en el desarrollo de varias estrategias. Entre las que se pueden mencionar:

- La creación del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA – SENNOVA en el 2012 como respuesta a los registros calificados de los programas de formación de nivel tecnológico.
- Nacimiento del Grupo de investigación GICEMET en el Centro Metalmecánico en febrero de 2014 que asumió las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, que propenden la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral, además fortalece los procesos de investigación aplicada cuyos resultados han hecho parte fundamental del desarrollo del sector metalmecánico del país logrando la categoría C en Colciencias en el año 2016.
- La misión del grupo ha sido la de “Contribuir y fomentar por medio de la investigación aplicada permitiendo alcanzar la innovación y competitividad del sector industrial”. con la visión de ser reconocidos



Centro Metalmecánico
Distrito Capital



en nuestro entorno (por el sector industrial, instituciones públicas y privadas de formación), entre otros, como promotores del cambio, en la transformación e innovación.

- Hemos generado el desarrollo de 5 semilleros de investigación (SIIEM, CARPLAS, SIMEC, SIRA y E-Innova), para cultivar las disciplinas de nuestros investigadores, fomentando la generación de nuevo conocimiento y la capacidad en investigación de nuestros aprendices.
- El centro de formación posee una gran capacidad en infraestructura y recurso humano que ha permitido generar un desarrollo de proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, contando con el Nodo de Tecno Parque Bogotá que presta servicios a emprendedores, talentos, empresarios y aprendices en infraestructura y asesoría técnica en las líneas tecnológicas de electrónica, telecomunicaciones, diseño, mecánica, tecnologías virtuales, biotecnología y nanotecnología.

Este documento es también la herramienta propicia para hacer un reconocimiento al trabajo de los investigadores, y autores del documento, que se constituye en una herramienta que permite trazar el rumbo tecnológico del centro de formación con perspectiva tecnológica pertinente para un mundo que cada vez se transforma con mayor frecuencia.

Para concluir, me permito expresar de manera personal mi regocijo por este producto de investigación que genera un insumo no solo para el centro de formación sino también para el sector productivo e invito a continuar en nuestra labor de ser protagonistas y promover cambios positivos en nuestro tejido social y productivo.

Jairo Iván Marín Másmela
Subdirector
Centro Metalmecánico
Regional Distrito Capital

TABLA DE CONTENIDO

I.	FASE 1 - ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO.....	6
1.	ANÁLISIS EXTERNO DEL CENTRO DE FORMACIÓN.....	7
1.1.	Dimensión económica.....	7
1.2.	Dimensión socio-cultural.....	14
1.3.	Dimensión política- legal.....	20
1.4.	Dimensión de ciencia y tecnología.....	24
1.5.	Tendencias de las líneas medulares.....	28
1.6.	Identificación de oportunidades y amenazas.....	35
2.	ANÁLISIS INTERNO DEL CENTRO DE FORMACIÓN.....	37
2.1.	Dimensión talento.....	37
2.2.	Dimensión programas de formación.....	39
2.3.	Dimensión de investigación.....	43
2.4.	Dimensión de infraestructura física y tecnológica.....	58
2.5.	Seguimiento al plan tecnológico inmediatamente anterior.....	72
2.6.	Identificación debilidades y fortalezas.....	74
3.	CRUCE DOFA.....	75
4.	VIGILANCIA CIENTÍFICO -TECNOLÓGICA.....	80
4.1.	Identificación de focos de vigilancia.....	80
4.2.	Resultados de vigilancia con base en investigaciones científicas.....	81
4.3.	Resultados de vigilancia tecnológica con base en análisis de patentes.....	99
4.4.	Identificación de tendencias y sublíneas tecnológicas.....	105
5.	VIGILANCIA COMPETITIVA.....	106
5.1.	Referente internacional.....	106
5.2.	Referente latinoamericano.....	109
5.3.	Referente nacional.....	113
II.	FASE 2 – FORMULACIÓN ESTRATÉGICA.....	116
6.	MAPA DE TRAYECTORIA TECNOLÓGICA.....	117
6.1.	Rejillas de lectura artículos científicos y patentes.....	117
6.2.	Construcción del Mapa de trayectoria tecnológica.....	117
	RESUMEN Y CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	120
	REFERENCIAS.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción nominal, empleo en la industria y cadenas productivas 2002 – 2015	11
Figura 2. Participación cadenas productivas asociadas a tecnologías del centro Frente a total industria, 2002-20015	12
Figura 3. Participación cadenas productivas asociadas a tecnologías del centro.....	12
Figura 4. Comercio exterior 4 cadenas productivas, 2002 - 2016.....	13
Figura 5. Población colombiana 2018 (proyección)	15
Figura 6. América Latina y el Caribe, participación de la población joven y de adultos	15
Figura 7. Estimación población Bogotá D.C., 1985-2020	16
Figura 8. Bogotá D.C. Número de personas por hogar, 2016 (Miles)	16
Figura 9. Bogotá D.C., percepción de ingresos de los hogares, 2016 (Miles)	17
Figura 10. Tasa de desempleo, Nacional y Bogotá promedios anuales, 2001-2018*	18
Figura 11. Tasa de desempleo nacional población jóvenes (14 a 28 años).....	18
Figura 12. Participación de la fuerza laboral, ocupados y desocupados	19
Figura 13. Financiación de actividades de Ciencia Tecnología e Innovación (ACTI) Colombia 2000 - 2010.....	24
Figura 14. Financiación de ACTI por tipo de institución, 2006-2016.....	25
Figura 15. Grupos de investigación, 2006-2015	26
Figura 16. Patentes de invención presentadas y concedidas Superintendencia de Industria y Comercio SIC, 2006-2015	26
Figura 17. Visión evolutiva de los Centros de Formación hacia el apoyo al desarrollo productivo	28
Figura 18. Estructura simplificada cadena metalmeccánica	29
Figura 19. Estructura simplificada cadena maquinaria y equipo eléctrico.....	31
Figura 20. Estructura simplificada cadena electrónica y equipo de telecomunicaciones	32
Figura 21. Estructura simplificada cadena petroquímica plásticos y fibras sintéticas	33
Figura 22. Distribución por porcentaje de los instructores por área	37
Figura 23. Distribución de Instructores por tipo de vinculación	38
Figura 24. Perfil del instructor SENA	39
Figura 25. Distribución porcentual de los aprendices activos por programa de formación	40
Figura 26. Grupos de investigación y su comportamiento en categoría por Colciencias	43
Figura 27. Investigadores categorizados	44
Figura 28. Estructura del grupo de investigación GICEMET y articulación con semilleros, proyectos, programas y aprendices en procesos de investigación	44
Figura 29. Plano de ambientes de formación y talleres del centro Metalmeccánico (área demarcada en rojo).....	61
Figura 30. Ambientes de formación en Automatización y Mecatrónica dotados con tecnología alemana	62
Figura 31. Distribución máquinas y herramientas áreas de automatización, mecanizado y plásticos 70	
Figura 32. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos.....	71
Figura 33. Evolución de las publicaciones científicas en torno a mecanizado	81
Figura 34. Principales autores publicaciones científicas en torno a mecanizado.....	82
Figura 35. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a mecanizado.....	82
Figura 36. Países líderes de publicación en el tema en torno a mecanizado	83
Figura 37. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a mecanizado.....	84

Figura 38. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a mecanizado.....	84
Figura 39. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a mantenimiento	87
Figura 40. Principales autores publicaciones científicas en torno a mantenimiento	87
Figura 41. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a mantenimiento.....	88
Figura 42. Países líderes de publicación en el tema en torno a mantenimiento	88
Figura 43. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a automatización	89
Figura 44. Países líderes de publicación en el tema en torno a automatización.....	89
Figura 45. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a automatización	90
Figura 46. Países líderes de publicación en el tema en torno a automatización.....	91
Figura 47. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a automatización	91
Figura 48. Evolución de las publicaciones científicas en torno a plásticos	94
Figura 49. Países líderes de publicación en el tema en torno a plásticos.....	95
Figura 50. Principales autores publicaciones científicas en torno a plásticos	95
Figura 51. Citación de autores publicaciones científicas en torno a plásticos.....	96
Figura 52. Tipo de publicaciones científicas en torno a plásticos	96
Figura 53. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a plástico	97
Figura 54. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a plástico.....	97
Figura 55. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a automatización	98
Figura 56. Evolución de las patentes en torno a mecanizado.....	99
Figura 57. Clasificación de las patentes en torno a mecanizado	99
Figura 58. Origen de las patentes en torno a mecanizado	100
Figura 59. Principales empresas de las patentes en torno a mecanizado	100
Figura 60. Evolución de las patentes en torno a mantenimiento.....	101
Figura 61. Clasificación de las patentes en torno a mantenimiento	101
Figura 62. Origen de las patentes en torno a mantenimiento	101
Figura 63. Principales inventores de las patentes en torno a mantenimiento	102
Figura 64. Principales organismos solicitantes de las patentes en torno a mantenimiento.....	102
Figura 65. Evolución de las patentes en torno a automatización	103
Figura 66. Clasificación de las patentes en torno a automatización	103
Figura 67. Principales empresas de las patentes en torno a Automatización	104
Figura 68. Principales inventores de las patentes en torno a mantenimiento	104
Figura 69. Sistemas formal, no formal e informal de Educación Técnica Vocacional	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de las cadenas productivas según proceso familias de productos (eslabones)	7
Tabla 2. Aspectos Importantes Tres Principales Procesos de Transformación de Materiales Poliméricos	34
Tabla 3. Talento se según área del programa de formación relacionado	37
Tabla 4. Aprendices del Centro según programa de formación	39
Tabla 5. Aprendices en condición de vulnerabilidad según tipo de formación	40
Tabla 6. Aprendices en condición de vulnerabilidad según programa de formación	41
Tabla 7. Línea de investigación automatización, industria 4.0	45
Tabla 8. Línea de investigación mantenimiento industrial	47
Tabla 9. Línea de investigación manufactura, subproceso manufactura aditiva	50
Tabla 10. Línea de investigación manufactura, subproceso mecanizado	52
Tabla 11. Línea de investigación manufactura, subproceso maquinado y micro-maquinado	53
Tabla 12. Línea de investigación manufactura, subproceso plásticos	55
Tabla 13. Clasificación bibliotecas de los Centros	59
Tabla 14. Bases de datos suscritas al sistema de bibliotecas	59
Tabla 15. Bases de acceso libre	60
Tabla 16. Tecnología y área de los talleres	62
Tabla 17. Imágenes ambientes de formación área de Automatización y mecatrónica	63
Tabla 18. Imágenes ambientes con bancos electromecánicos y maquinaria área de mantenimiento	65
Tabla 19. Ambientes del área de mecanizado y plásticos	67
Tabla 20. Imágenes de algunos ambientes tecnológicos del área de mecanizado y plásticos	68
Tabla 21. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos	70
Tabla 22. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos (valor)	71
Tabla 23. Balance plan tecnológico 2009-2019	72
Tabla 24. Fortalezas Centro Metalmeccánico	75
Tabla 25. Debilidades Centro Metalmeccánico	75
Tabla 26. Oportunidades Centro Metalmeccánico	76
Tabla 27. Amenazas Centro Metalmeccánico	76
Tabla 28. Variables para análisis de factores	77
Tabla 29. Matriz DOFA Centro Metalmeccánico	78
Tabla 30. Esatragias Centro Metalmeccánico	79
Tabla 31. Áreas tecnológicas Centro Metalmeccánico y principales programas asociados	80
Tabla 32. Focos de vigilancia tecnológica Centro Metalmeccánico	80
Tabla 33. Tópicos o temas de mayor tendencia en torno a mecanizado	85
Tabla 34. Tópicos o temas de mayor tendencia en torno a automatización 2012 - 2018	92
Tabla 35. Tópicos o temas de mayor tendencia en torno a plásticos	98
Tabla 36. Tendencias y súblineas tecnologías según área	105
Tabla 37. Programas Universidad de Formación Dual de Baden-Wurtemberg DHBW relacionados con Tecnologías Centro Metalmeccánico	108
Tabla 38. Programas Senai Brasil relacionados con Tecnologías Centro Metalmeccánico	110
Tabla 39. Programas Instituto Tecnológico de Medellín relacionados con Tecnologías Centro Metalmeccánico	113
Tabla 40. Grupos de Investigación Instituto Tecnológico de Medellín	115

Tabla 41. Mapa de trayectoria tecnológica área de mecanizado	117
Tabla 42. Mapa de trayectoria tecnológica área de mantenimiento	118
Tabla 43. Mapa de trayectoria tecnológica área de automatización	118
Tabla 44. Mapa de trayectoria tecnológica área de plásticos	119

I. FASE 1 - ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO

1. ANÁLISIS EXTERNO DEL CENTRO DE FORMACIÓN

1.1. Dimensión económica

Para realizar el análisis de los diferentes aspectos económicos tales como producción, comercio exterior y competitividad, entre otros, es necesario recurrir a estándares de clasificación que usualmente contemplan información según niveles de actividad (industria, comercio, servicios, etc.) como la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), siendo el nivel de desagregación de los datos una de las primeras dificultades al utilizar información estadística oficial asociada con las áreas o líneas medulares del Centro identificadas, a saber mantenimiento, automatización - mecatrónica, mecanizado y plásticos.

Por lo anterior, la iniciativa desarrollada por el Departamento Nacional de Planeación de utilizar estadísticas a nivel de producto y agruparlas bajo el concepto de “eslabón” y “cadena productiva” (DNP 2004)¹ resulta más práctica por la disponibilidad de información relacionada con las áreas o líneas medulares, que para efectos de presente sección se tomarán como referentes los perfiles de cadena metalmecánica, cadena maquinaria y equipo eléctrico, cadena electrónica y equipo de telecomunicaciones, cadena petroquímica plásticos y fibras sintéticas.

A continuación, se reseñan los principales aspectos de los 4 perfiles de cadenas productivas seleccionadas como referentes para el análisis de entorno a las tecnologías del Centro.

Tabla 1. Síntesis de las cadenas productivas según proceso familias de productos (eslabones)

CADENA	DESCRIPCIÓN	INSUMOS	PRODUCTOS INTERMEDIOS	PRODUCTOS FINALES
Metalmecánica	Elementos del proceso	Inicia con la industria siderúrgica de la cual se obtienen productos como varillas, láminas, rollos y alambres. Adicionalmente la colada y el polvo ferroso son insumos.	Para la obtención de productos se aplican procesos de: - Laminado. Hay conservación de masa, el material se pasa a través de rodillos separados con espacios inferiores al material entrante. - Reducción. Eliminación de zonas determinadas de una pieza, siendo las herramientas básicas taladro, torno, fresadora, sierra, limadora, brochadora y amoladora para realizar proceso de corte, taladrado, torneado, trefilado y fresado. - Fundición. Empleada para la producción de formas por fusión y vertimiento de materiales.	Producción de piezas y materiales de mayor elaboración a través de proceso de unión por cohesión y/o adhesión de elementos, por acoplamiento, ajuste a la forma (deformación elástica o plástica) o por elementos de unión (soldadura) o sujeción. Entre los productos elaborados se encuentran productos metálicos y máquinas, algunos de los cuales sirven de insumo dentro del proceso productivo.

¹ De conformidad con DNP 2004 “La unidad de análisis de los perfiles es “eslabón” o “familia de productos”. El “eslabón” corresponde a un conjunto de productos relativamente homogéneos en cuanto a sus características técnicas de producción: materias primas comunes, usos finales o intermedios comunes y tecnologías productivas similares. La “cadena productiva” se concibe como un conjunto de eslabones vinculados entre sí por relaciones de tipo proveedor-cliente-proveedor. Vista en su conjunto, una cadena productiva comprende desde los bienes primarios, su transformación en bienes intermedios, otros bienes intermedios originados en una cadena productiva diferente, hasta los bienes finales.”



Centro Metalmeccánico
Distrito Capital

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

PREVIOS
SISTEMA DE PROSPECTIVA, VIGILANCIA E INTELIGENCIA ORGANIZACIONAL

CADENA	DESCRIPCIÓN	INSUMOS	PRODUCTOS INTERMEDIOS	PRODUCTOS FINALES
	Familias de productos (eslabones) y participación en el total de la cadena			Herramientas y artículos para hogar y ferretería (52,36%); Envases metálicos (14,98%); Artículos de aluminio (9,41%); Muebles metálicos (6,10%); Máquinas primarias (5,61%); Maquinaria agrícola (2,37%); Maquinaria para el comercio (1,75%); Maquinaria para metalurgia - madera - textil - imprenta (1,62%); Artículos para oficina (1,36%); Maquinaria para el sector alimentos (1,34%); Máquinas para la minería (1,24%); Maquinaria para la construcción (1,14%); Maquinaria para otras industrias (0,70%); Maquinaria para petroquímica (0,03%); Maquinaria para oficina (0,01%);
Maquinaria y equipo eléctrico	Elementos del proceso	Inicia en la producción de insumos básicos manufacturados tales como partes y piezas de ensamble; para su fabricación requieren insumos elaborados en las industrias petroquímica, minera y de otros metales. Por otra parte, los productos elaborados constituyen bienes finales que son comercializados para ser empleados en otras actividades como transporte de energía, telecomunicaciones, industria automotriz, entre otros.	Se contemplan las máquinas y equipos que convierten la energía eléctrica en otro tipo de energía o viceversa, las fuentes de corriente directa, equipos de iluminación y equipos de control y protección.	Como productos finales se cuenta con maquinaria y equipo eléctrico para suplir necesidades industriales, comerciales y domésticas para el uso y aprovechamiento de energía eléctrica.
	Familias de productos (eslabones) y participación en el total de la cadena	Cables y conductores (26,45%); Carcasas, estructuras y otros componentes (5,01%); Piezas eléctricas (0,65%);	Transformadores (20,63%); Equipos de iluminación (15,68%); Equipos de control y protección (10,92%); Baterías y acumuladores (10,67%); Motores y generadores (3,03%);	Equipo industrial (4,82%); Otros aparatos y sistemas (1,25%); Grupos electrógenos (0,60%);



Centro Metalmeccánico
Distrito Capital

SENNNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

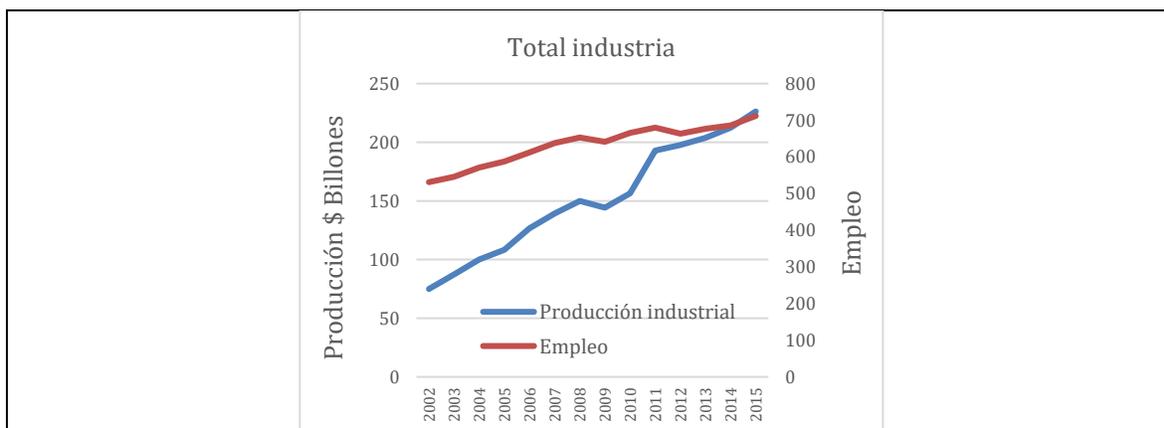
PREVIOS
SISTEMA DE PROSPECTIVA, VIGILANCIA E INTELIGENCIA ORGANIZACIONAL

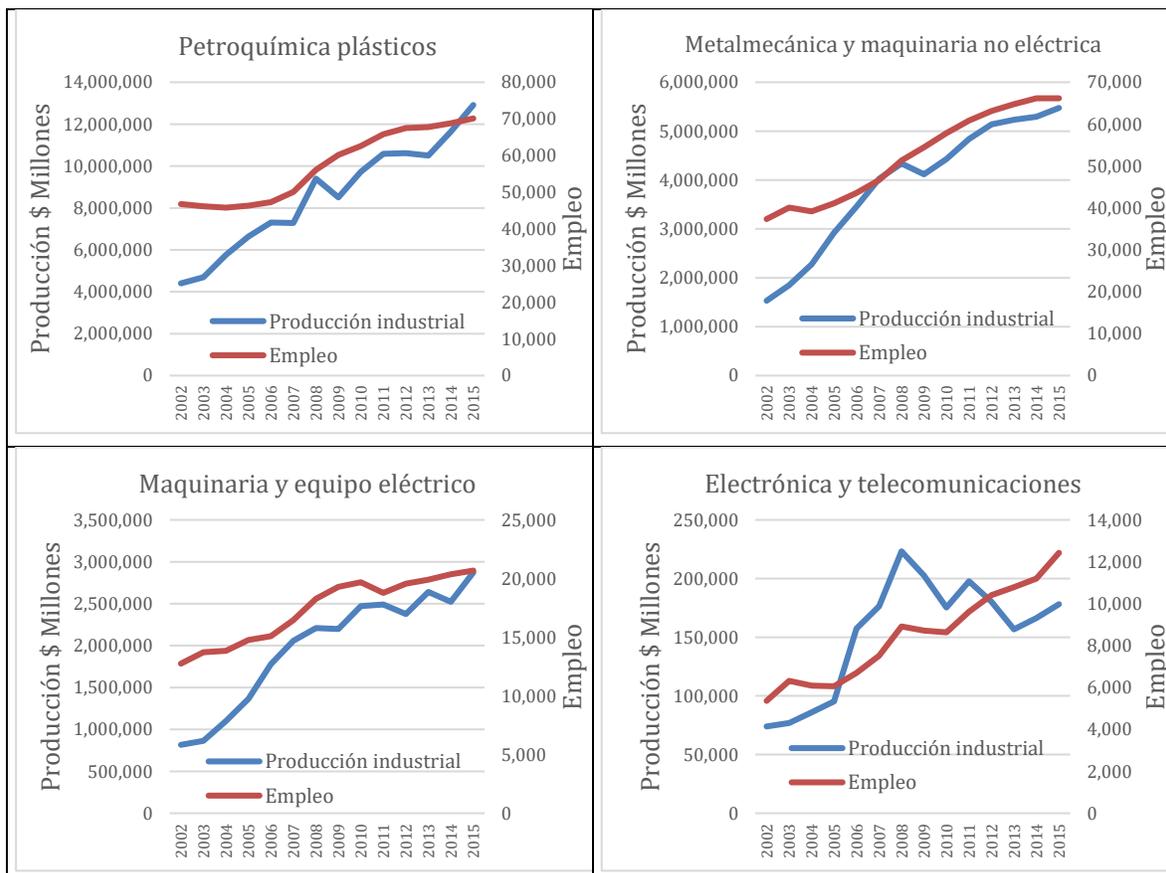
CADENA	DESCRIPCIÓN	INSUMOS	PRODUCTOS INTERMEDIOS	PRODUCTOS FINALES
Electrónica y equipo de telecomunicaciones	Elementos del proceso	Inicia con los insumos para construcción de equipos electrónicos, provenientes de las cadenas de metales, plástico, maquinaria y equipo eléctrico, para la obtención de materiales conductores, semiconductores y no conductores.	Se contemplan los productos de subensamble, considerados el eje central en la fabricación de equipos electrónicos. Hay empresas que producen sus propios productos, no obstante la tendencia mundial es la contratación de empresas de subensamble o maquiladores.	Se encuentran los productos finales que salen al mercado, que por la participación en la industria, su producción es la más importante de la cadena. Si bien no se considera como un producto de la cadena, existe un servicio que involucra la integración de sistemas de los niveles anteriores de la cadena y que resultan en sistemas de automatización industrial y redes de telecomunicaciones.
	Familias de productos (eslabones) y participación en el total de la cadena	Partes y accesorios (13,74%); Antenas para telecomunicaciones (4,80%) Componentes electrónicos (1,78%); Cajas y racks (0,11%);	Circuitos electrónicos (0,8%); Partes y tarjetas para computador (N.D.)	Electrónica de consumo (27,97%) Equipos de electrónica de potencia (21,34%); Equipos de telecomunicaciones (19,82%); Equipos de instrumentación y control (9,52%); Computadores y equipos para tratamiento de datos (0,91%);
Petroquímica plásticos y fibras sintéticas	Elementos del proceso	Se origina en la transformación de petróleo y gas natural en productos básicos como olefinas y aromáticos (primera transformación), aunque en el país hay insuficiente oferta de productos petroquímicos.	Los productos intermedios y monómeros son producidos a partir de procesos industriales con o sin otros productos químicos, tales como caprolactama, estireno y cloruro de vinilo. Emplea diversas etapas intermedias de procesos de transformación petroquímica.	Polímeros y productos de transformación y bienes finales como las fibras sintéticas textiles y para otros usos industriales. Estas fibras son utilizadas solas o mezcladas con fibras artificiales para obtener una variada gama de aplicación. Otro producto de la transformación son las manufacturas de plástico, en cuyo proceso se mezclan ingredientes tanto para productos sólidos como líquidos, según características del polímero.
	Familias de productos (eslabones) y participación en el total de la cadena	Aromáticos (2,5%); Etileno, olefinas y sus derivados (0,7%); Orgánicos intermedios diversos (0,6%);	Polipropileno (13,3%); Placas, hojas, láminas y películas de los demás plásticos (6,8%); Placas, hojas, láminas y películas de polietileno (6,0%); Poliestireno (5,6%); Placas, hojas, láminas y películas de polipropileno (4,8%); Placas, hojas, láminas y películas de poliestireno (4,6%); Transformados de PVC (4,0%); Solventes intermedios para	Transporte o envasado incluido tapas y cierres (24,5%); Plástico espumado (4,9%); Fibras sintéticas (2,3); Artículos de higiene o sanitarios (2,0%); Otras manufacturas de plástico (1,1%); Artículos de uso doméstico (0,6%); Artículos para la construcción (0,5%); Artículos plásticos para uso textil (0,2%); Cintas autoadhesivas (0,2%);

CADENA	DESCRIPCIÓN	INSUMOS	PRODUCTOS INTERMEDIOS	PRODUCTOS FINALES
			detergentes y tensoactivos (2,8%); Placas, hojas, láminas y películas de PVC (2,6%); Transformados de los demás plásticos (2,5%); Láminas acrílicas (1,8%); Cloruro de polivinilo PVC (1,6%); Polietileno (1,3%); Resinas poliéster (1,0%); Solventes finales (0,9%); Telas vinílicas (0,7%); Acetato de vinilo (0,6%); Transformados de polietileno (0,4%); Láminas poliéster (0,4%); Poliuretano (0,3%); Plastificantes y sus intermedios (0,2%); Demás plásticos (0,2%); Láminas de celulosa (0,1%); Otros productos intermedios (0,03%); Acetatos (N.D.); Productos intermedios para fibras (N.D.); Termofijos y sus intermedios (N.D.)	Artículos para seguridad industrial (0,1%);

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2004).

En Colombia la elaboración de productos manufacturados representa alrededor del 12% del producto interno bruto (PIB), participación que se considera importante, a pesar de que se observa una tendencia decreciente en los últimos años (en 2005 era de 16%). Respecto al comportamiento que muestra la producción industrial nominal, en términos generales ha sido creciente entre 2002 y 2008, con una reducción de 4% en 2009, continuando con crecimientos en años recientes, aunque a tasas menores. Una tendencia similar a la producción se observa en el empleo industrial, sin embargo, las tasas de variación son más moderadas.





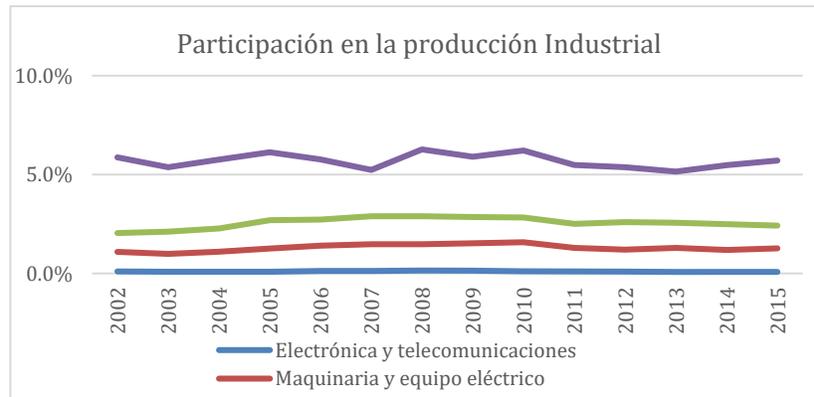
Fuente: DANE y DNP (2004)

Figura 1. Producción nominal, empleo en la industria y cadenas productivas 2002 – 2015

Para el caso de las cadenas productivas asociadas a las tecnologías del Centro, en términos generales la producción y el empleo, aunque en diferentes niveles, registran un comportamiento similar en lo referente a tendencia creciente; particularmente en el caso de la cadena de electrónica y telecomunicaciones en la última década la producción registra una dinámica decreciente.

A pesar del crecimiento en la producción que se observa en general para la cadena metalmeccánica (SENA, 2012) señala que para la primera década de 2000 se presentó una reducción en el número de empresas:

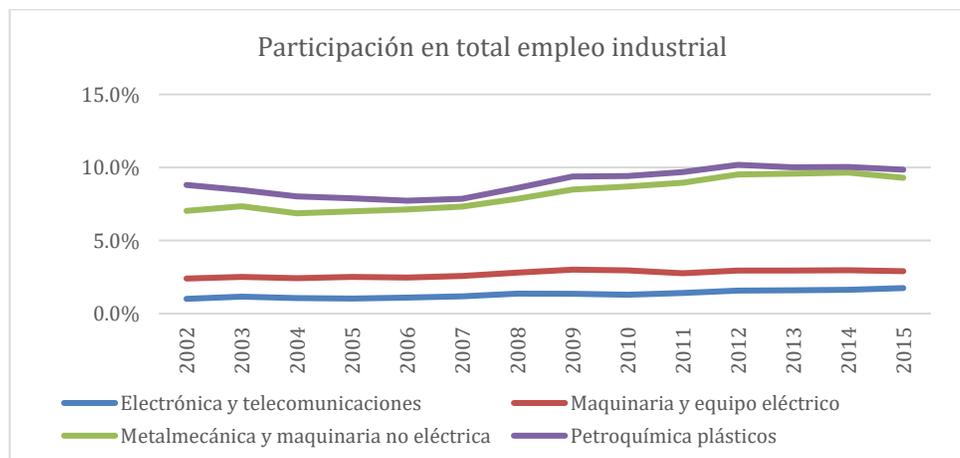
“La drástica reducción de la participación de la industria metalmeccánica en el PIB manufacturero (41%) fue el resultado de la desaparición de muchas de las firmas pertenecientes a la fabricación de electrodomésticos, maquinaria y equipo y calderería metálica; por lo cual, en esta época el sector se vio en la obligación de prescindir de un gran número de mano de obra calificada. Este cambio en la estructura industrial muestra las razones por las que los mayores volúmenes de producción no han generado más y mejores empleos, sino todo lo contrario, un menor empleo y reducciones de los salarios reales de una gran parte de los trabajadores industriales”. (SENA 2012, p. 87).



Fuente: Cálculos propios con base en DANE y DNP (2004)

Figura 2. Participación cadenas productivas asociadas a tecnologías del centro Frente a total industria, 2002-20015

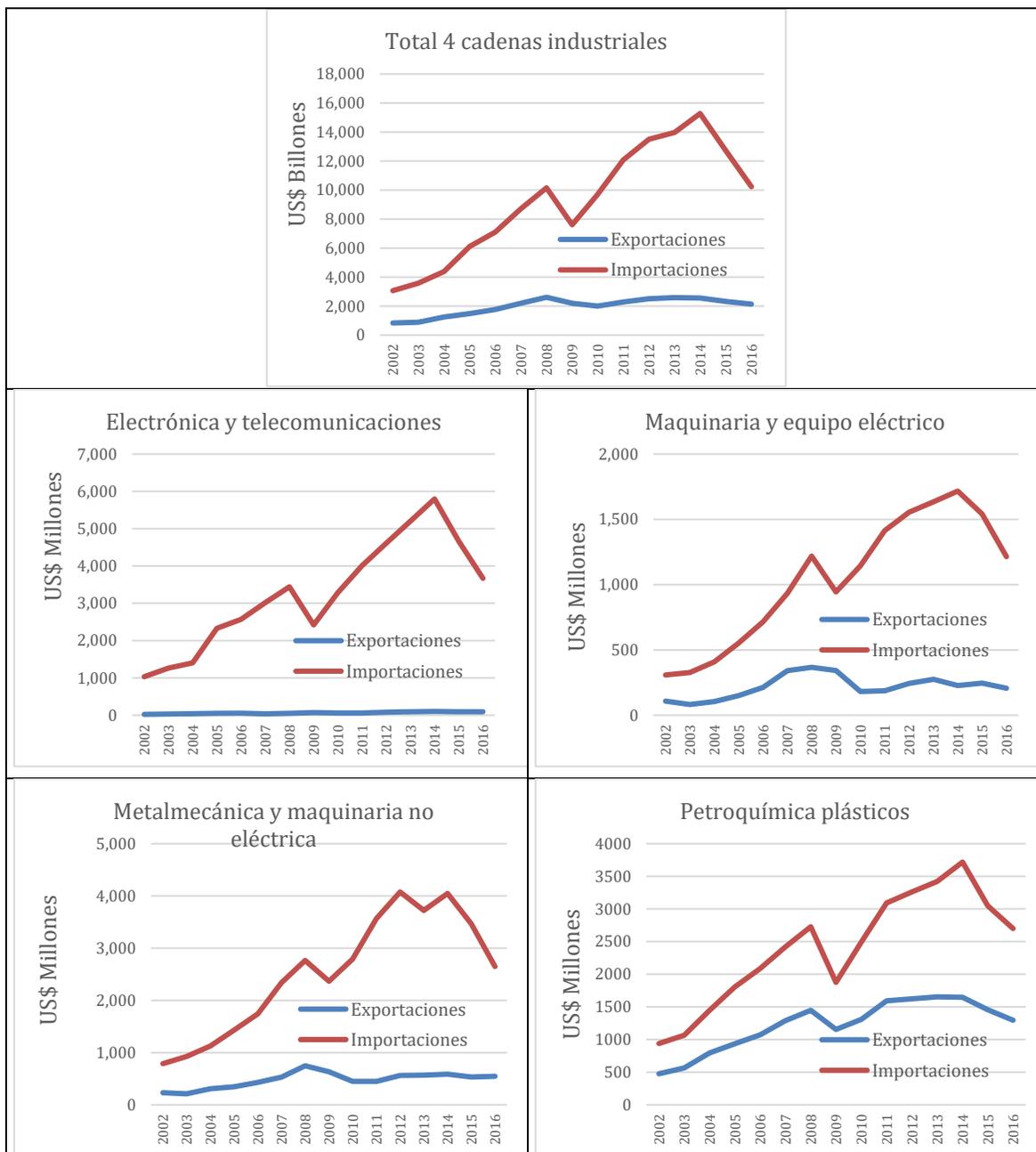
Frente al valor total de la producción industrial, las cadenas productivas asociadas a las tecnologías del Centro representan alrededor de 9,5%, siendo la de mayor peso la de petroquímica plásticos (5,7%), seguida de metalmeccánica y maquinaria no eléctrica (2,4%), y en menor medida maquinaria y equipo eléctrico, así como electrónica y telecomunicaciones (1,2% y 0,1%, respectivamente).



Fuente: Cálculos propios con base en DANE y DNP (2004)

Figura 3. Participación cadenas productivas asociadas a tecnologías del centro

En cuanto a la participación de las cadenas productivas en el empleo industrial se mantiene el mismo orden que el de la participación en la producción, sin embargo, son muy similares los aportes de petroquímica plásticos y metalmeccánica y maquinaria no eléctrica (9,9% y 9,3%, respectivamente).



Fuente: DANE y DNP (2004)

Figura 4. Comercio exterior 4 cadenas productivas, 2002 - 2016

El desempeño en materia de comercio exterior para las cadenas productivas objeto de análisis, en general muestra una balanza comercial deficitaria y creciente entre 2002 y 2016, que en éste último año registró importaciones por valor de US\$ 10.231 millones frente exportaciones por un monto de US\$ 2.143 millones.

En 2016 el mayor déficit se presenta en electrónica y telecomunicaciones (US\$-3.577 millones), seguido de metalmecánica y maquinaria no eléctrica (US\$-2.101 millones); en menor medida este

resultado se da en maquinaria y equipo eléctrico (US\$-1.008 millones) y petroquímica plásticos (US\$-1.404 millones). No obstante, es importante resaltar que las mayores exportaciones se observan en la cadena petroquímica plásticos (US\$ 1.296 millones) y metalmeccánica y maquinaria no eléctrica (US\$ 546 millones).

Del análisis realizado se tiene que las actividades económicas industriales representadas en las cuatro cadenas productivas objeto de estudio, y que están asociadas a las tecnologías del Centro Metalmeccánico, tiene una participación moderada pero significativa en el total de la industria nacional en términos de producción y empleo, lo cual representa un reto y responsabilidad en las diferentes actividades misionales del Centro. Si bien algunas actividades económicas asociadas tienen un mayor peso en la economía (cadena petroquímica plásticos y metalmeccánica), el análisis de cadena productiva permite estudiar la interacción a través de la provisión de insumos, productos intermedios y/o servicios entre las diferentes cadenas objeto de estudio.

Por otra parte, en el entorno regional, de conformidad con el estudio realizado por (CCB, 2010), la ciudad de Bogotá presenta oportunidades y ventajas competitivas para acceder a mercados en otras regiones del país,² tanto en sector industrial como servicios. En el caso particular de la cadena productiva metalmeccánica, de conformidad con (CCB, 2006) en la región Bogotá-Cundinamarca hay alrededor de 5000 empresas pertenecientes a la industria metalmeccánica, de las cuales el 69,3% está dedicadas a procesos de transformación y un 14,5% se dedica a la comercialización de diferentes productos.

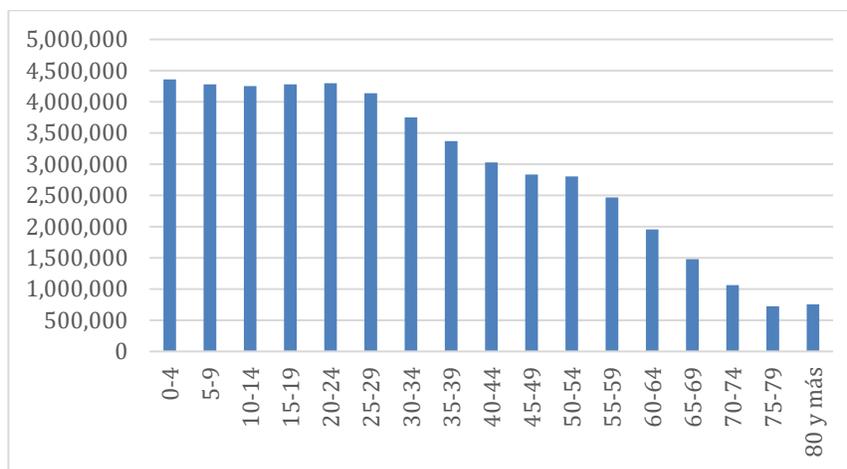
Si bien en materia de comercio exterior los productos de la cadena tienen una alta participación de las importaciones a lo largo de las diferentes cadenas productivas, se tiene que la elaboración de productos y prestación de servicios con valor agregado puede constituirse en una oportunidad económica.

Se identifica como una necesidad generar procesos de integración horizontal entre empresas para la adquisición y venta de productos y servicios en el marco de la cadena de producción. Esto podría lograr ventajas para crear mercados, aprendizaje para fomentar capacitación y transferencia de tecnología. En este sentido, (MinCIT, 2018) plantea la necesidad de fortalecer encadenamientos como herramienta de desarrollo productivo, lo cual desde aquellos eslabones suministran insumos hasta los de generación de mayor valor con estándares de calidad (p. 64).

1.2. Dimensión socio-cultural

De conformidad con las cifras el Censo Nacional de Población del DANE, en Colombia hay 49.834.240 habitantes de los cuales el 49,4% son hombres y el 50,6% son mujeres. Por composición etaria se tiene que alrededor de la mitad de la población es menor de 30 años (25.609.989), de los cuales la mitad está entre 15 y 29 años (12.717.393); por su parte, las personas entre 30 y 49 años representan cerca de un cuarto del total (12.982.271); las personas mayores de 50 años son alrededor del 26% (11.241.980).

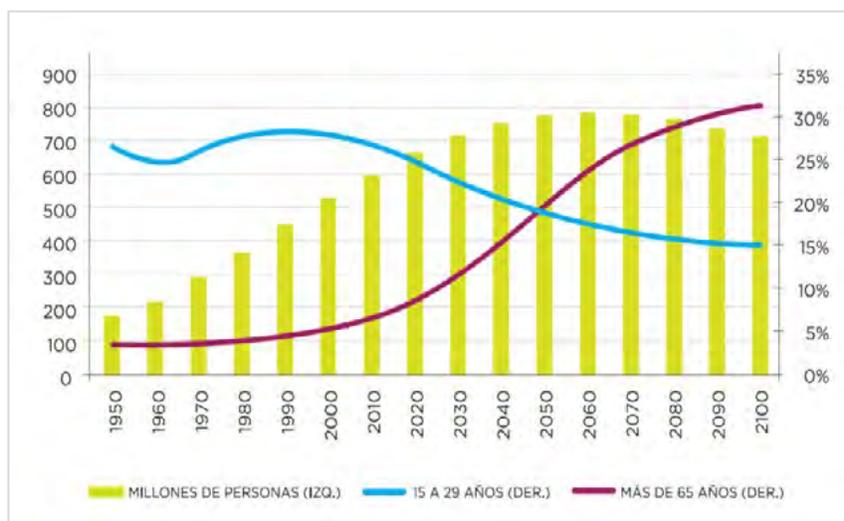
² “//...// en la mayoría de las ciudades, no hay producción local en más de la mitad de los sectores industriales; por tanto, en estos sectores la competencia proviene de otras regiones o de productos importados y en los sectores en los que hay producción local, en la mayoría de éstos las empresas de Bogotá tienen ventajas en productividad y costos de producción (consumo intermedio + sueldos y salarios).” (CCB 2010, p. 63)



Fuente: DANE

Figura 5. Población colombiana 2018 (proyección)

Al igual que lo que se observa en América Latina y el Caribe, la región se considera joven en razón de la participación que tiene este segmento poblacional en el total. Si bien esta característica es una oportunidad para formar a las personas, constituye un desafío en materia de política pública y servicios a los que debe acceder la población para fomentar condiciones de desarrollo.³

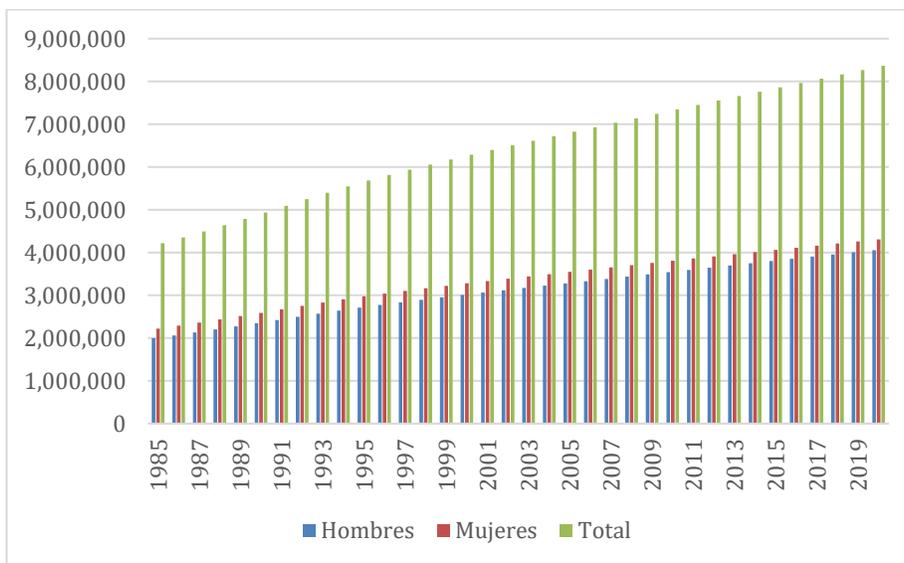


Fuente: Cinterfor (2017)

Figura 6. América Latina y el Caribe, participación de la población joven y de adultos

Para el caso de Bogotá D.C. se observa que en 2018 cuenta con 8.164.178 habitantes de los cuales el 52% son mujeres y el 48% hombres. En cuanto a la dinámica de crecimiento poblacional en los años ochenta se observó una tasa de variación alrededor del 3%, superior en uno por ciento al total nacional, situación que empezó un ritmo descendente a finales de la década de los noventa hasta registrar un crecimiento de 1,2% en 2015 (superior en 0,1% al dato nacional).

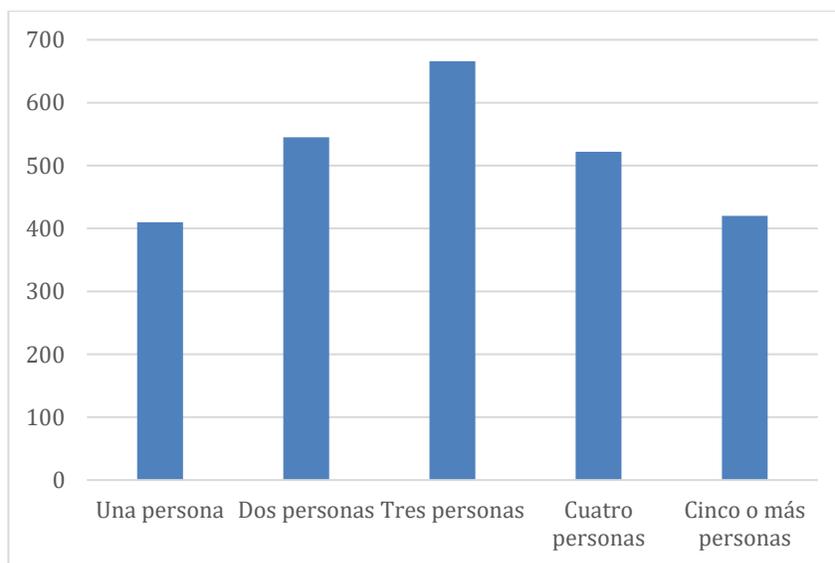
³ “Se estima que un 27% de la población en la región [América Latina y el Caribe] es menor de 30 años, ello representa la oportunidad de vincular un contingente nuevo y bien preparado a la sociedad y al trabajo. Pero esta ventaja demográfica es también un desafío ya que, de no ofrecer posibilidades a los jóvenes, se podrían agudizar los problemas de abandono escolar, inasistencia y desaliento. Al otro extremo de la pirámide poblacional la proporción de adultos mayores se está incrementando drásticamente.” (Cinterfor 2017, p. 21)



Fuente: DANE

Figura 7. Estimación población Bogotá D.C., 1985-2020

Respecto a algunas condiciones socioeconómicas de la población, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2016, en Bogotá hay alrededor de 2,5 millones de viviendas y 2,6 millones de hogares⁴, donde el 63% de los hogares está conformado por una, dos o tres personas.

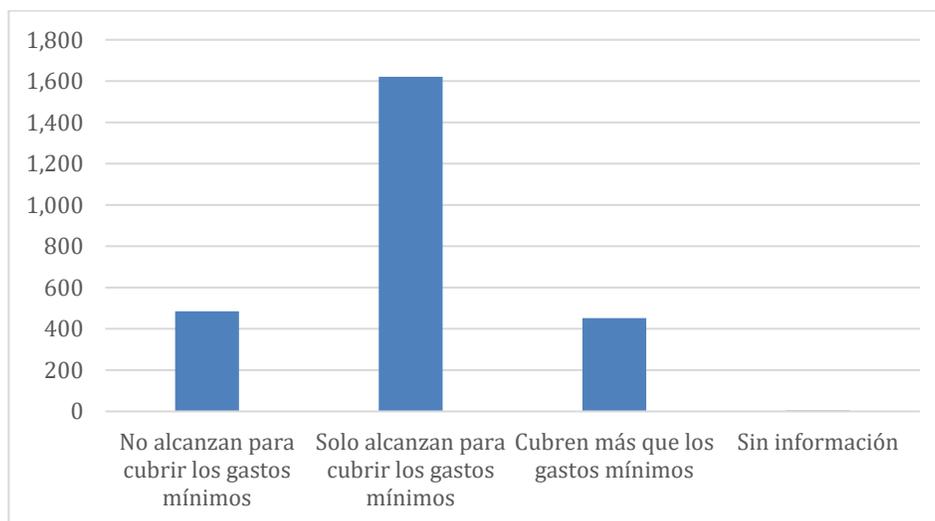


Fuente: DANE

Figura 8. Bogotá D.C. Número de personas por hogar, 2016 (Miles)

⁴ Según el DANE un hogar "es una persona o grupo de personas, parientes o no, que ocupan la totalidad o parte de una vivienda; atienden necesidades básicas con cargo a un presupuesto común y generalmente comparten las comidas."

Frente a la percepción de los ingresos por parte de los hogares de la ciudad el 63% considera que éstos solo alcanzan para cubrir los gastos mínimos y para el 19% los ingresos del hogar no alcanzan a cubrir dichos gastos.



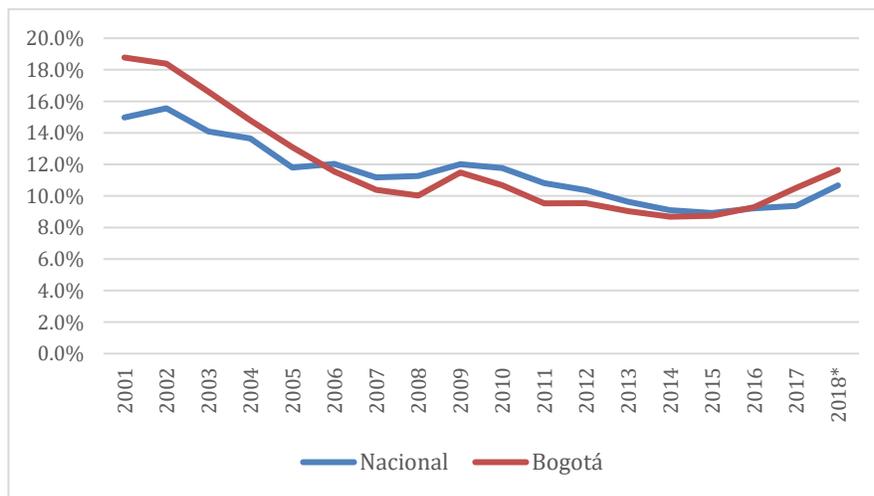
Fuente: DANE

Figura 9. Bogotá D.C., percepción de ingresos de los hogares, 2016 (Miles)

De conformidad con las cifras del mercado laboral en Colombia, la fuerza laboral⁵ está conformada por 24,4 millones de personas, de las cuales el 18,7% se encuentran en la ciudad de Bogotá (4,6 millones de personas). Para el total del país, los ocupados representan el 89,3% de la fuerza laboral (21,8 millones de personas), en tanto que para la ciudad de Bogotá la tasa de ocupación es levemente inferior, a saber 88,3% (4 millones de personas).

Por ramas de actividad económica, en Bogotá la población ocupada observa la mayor participación en servicios comunales, sociales y personales (23,7%), le siguen en su orden comercio, hoteles y restaurantes (28,9%), industria manufacturera (15,3%), actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler (14,7%) y transporte, almacenamiento y comunicaciones (9,4%).

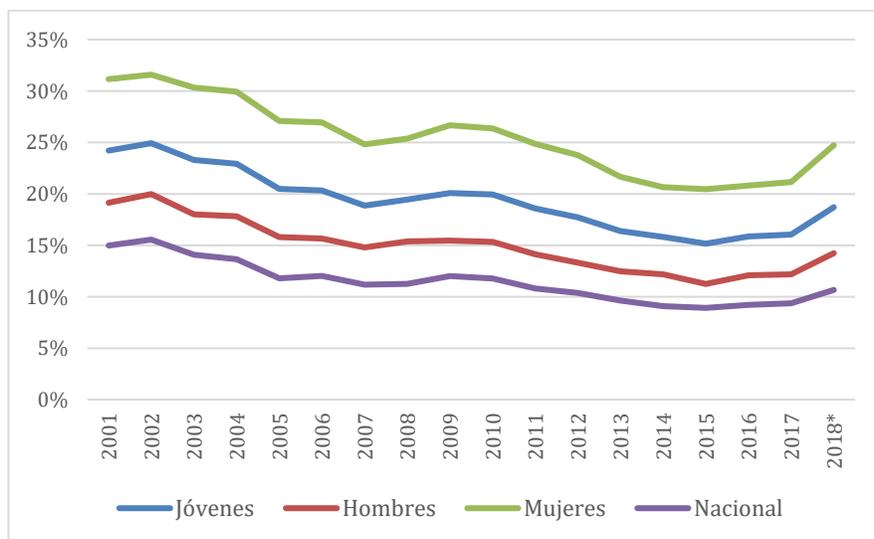
⁵ Corresponde a la población económicamente activa (PEA), la cual es definida por el DANE como el conjunto de personas en edad de trabajar, que trabajan o están buscando empleo.



Fuente: DANE
*/ Enero - marzo

Figura 10. Tasa de desempleo, Nacional y Bogotá promedios anuales, 2001-2018*

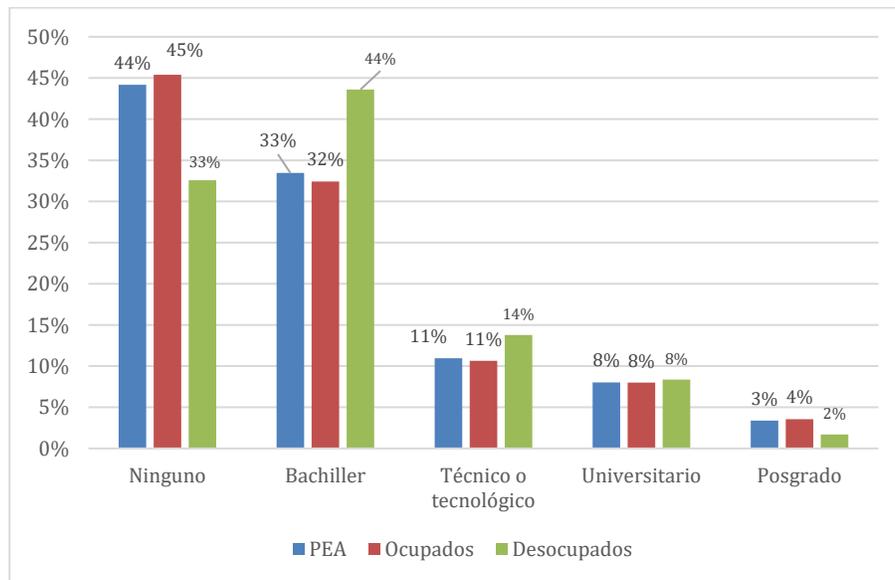
Teniendo en cuenta la edad, si bien la tasa de desempleo para la población entre 14 y 28 años registra una dinámica similar al valor consolidado nacional para el período 2001-2018, el nivel es mayor para los jóvenes, aunque al desagregar por género es significativamente mayor en las mujeres de dicho rango etario.



Fuente: DANE
*/ Enero - marzo

Figura 11. Tasa de desempleo nacional población jóvenes (14 a 28 años)

En materia de la dinámica del desempleo, desde la década pasada se observa una tendencia decreciente en este indicador el cual pasó de 15,0% en 2001 a 8,9% en 2015, período a partir del cual se registra una fase creciente hasta situarse en 10,7% en el primer trimestre de 2018. En el caso de la ciudad de Bogotá se observa una dinámica similar al comportamiento del país, aunque con periodos en que se observó una mayor tasa de desocupación a comienzos de la década de 2000 y en periodos recientes.



Fuente: DANE

Figura 12. Participación de la fuerza laboral, ocupados y desocupados

Con relación a las variables de educación de la población económicamente activa, se tiene que, para el consolidado país, del total de población económicamente activa (PEA) las personas sin título representan el 44% y aquellas con título de bachiller el 33%; por su parte, en niveles superiores las personas con título de técnico o tecnólogo representan el 11%, título universitario 8% y título de posgrado 3%. Resalta el hecho de que para la población ocupada se observan porcentajes similares a la PEA, en tanto que para los desocupados hay menos personas sin título (inferior en al menos 10 puntos porcentuales), más personas con título de bachiller (superior a 10 puntos porcentuales) y más personas con título de técnico o tecnólogo (superior en 3 puntos porcentuales).

De lo expuesto en el presente numeral se tiene que la población del país viene creciendo a tasas menores que lo observado hace tres o cuatro décadas, aunque positivas, en particular la ciudad de Bogotá alberga un porcentaje significativo de personas y hogares, que entre otros aspectos requieren vincularse a actividades productivas o de generación de ingresos, así como de formación, que requieren de políticas públicas para generar capacidades y propender por el desarrollo económico.

En asocio con el desarrollo económico, el nivel de ocupación en términos generales presenta una tendencia creciente, así como una reducción en la tasa de desempleo que entre 2013 y 2017 se mantuvo en un dígito. No obstante, lo anterior, hay un amplio margen para lograr niveles de ocupación con mayor crecimiento económico y bienestar; en particular la población joven y en especial las mujeres registran mayores niveles de desempleo.

Adicionalmente, entre la población desempleada tiende a tener un mayor nivel de formación (con excepción de quienes tienen título de posgrado) frente a la población que se encuentra laborando.

Finalmente, a pesar del desempeño de la industria colombiana en las últimas décadas, el empleo en esta actividad continúa siendo importante para la economía, al situarse como la tercera en la que se ocupan las personas.

1.3. Dimensión política- legal

El Servicio Nacional de Aprendizaje Sena se encuentra articulado con la política de ciencia, tecnología e innovación a través de diferentes normas, en particular existe la obligación de destinar parte de sus ingresos al desarrollo de programas de competitividad y tecnológicos productivos, como parte de la contribución del Estado al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

De igual manera, existen políticas y normas de política pública a las cuales el SENA se articula para el diseño de sus acciones, las cuales incluyen el Plan Nacional de Desarrollo, así como leyes y documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), en materia de ciencia, tecnología e innovación, así como en productividad y competitividad.

En tal contexto, este numeral reseña los elementos legales, reglamentarios y prácticos de la mencionada política, en busca de establecer un marco de referencia para la apropiada utilización de los recursos disponibles, de tal manera que los responsables de su ejecución encuentren un referente técnico del tipo de proyectos que se pueden financiar y de los resultados esperados de su aplicación.

- Ley 29 de 1990

Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. La norma establece acciones del Estado colombiano en materia de financiación, estímulos y divulgación, entre otros, para fomentar la ciencia, tecnología e innovación.

- Decreto – Ley 585 de 1991

Por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - COLCIENCIAS y se dictan otras disposiciones.

“Artículo 28. Corresponde a las entidades oficiales cumplir las funciones relacionadas con la ciencia y la tecnología de conformidad con las normas establecidas en el presente Decreto. Las siguientes entidades cumplirán además las que a continuación se señalan: //...// 3. Al Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, corresponde: a) Adelantar actividades de formación profesional de conformidad con las normas vigentes, dirigida a transferir tecnología de utilización inmediata en el sector productivo, realizar programas y proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y orientar la creatividad de los trabajadores colombianos. El Consejo Directivo Nacional del SENA podrá crear y organizar centros de servicios tecnológicos e investigación aplicada y reorientar los existentes. // Estos centros manejarán separadamente tanto los recursos de que trata el ordinal 6 del Artículo 21 del Decreto 3123 de 1968, como todos aquellos que se les asignen en virtud de sus programas y proyectos de Investigación aplicada y desarrollo tecnológico, y tendrán autonomía para unirse, para

aplicarlos a la ejecución de los mismos y a los contratos de fomento previstos en la Ley 29 de 1990, en los términos de la delegación que el Director General del SENA les confiera.”

- Ley 119 de 1994

Por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones. En cumplimiento de la misión institucional que fomenta el desarrollo social, económico y tecnológico del país, entre los objetivos de las normas se planteó:

“Artículo 3. Objetivos. El Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, tendrá los siguientes objetivos: //...// 4. Participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral.”

- Ley 344 de 1996

Los recursos que el Estado ha destinado al propósito mencionado en la introducción de este documento, tienen su origen en la Ley 344 de 1996, que en su artículo 16, literalmente expresa que

“De los ingresos correspondientes a los aportes sobre las nóminas de que trata el numeral cuarto del artículo 30 de la Ley 119 de 1994, el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, destinará un 20% de dichos ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. // El SENA ejecutará directamente estos programas a través de sus centros de formación profesional o podrá realizar convenios en aquellos casos en que se requiera la participación de otras entidades o centros de desarrollo tecnológico. // Parágrafo. El Director del SENA hará parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Director de COLCIENCIAS formará parte del Consejo Directivo del SENA.”

Con la reforma tributaria realizada en 2012 (Ley 1607) se creó el Impuesto sobre la Renta para la Equidad CREE “como el aporte con el que contribuyen las sociedades y personas jurídicas y asimiladas contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta y complementarios, en beneficio de los trabajadores, la generación de empleo, y la inversión social en los términos previstos en la presente ley” (artículo 20), a partir del cual se modificó la estructura de financiación del Sena y éste tributo pasó a ser la fuente principal y en menor medida los recursos provenientes por aportes sobre las nóminas. Lo anterior implicó que los recursos de que trata el artículo 16 de la Ley 344 de 1996 presentaron una reducción.

Adicionalmente, la Ley 1607 de 2012 modificó el artículo 16 de la Ley 344 de 1996 el cual quedó así

“Artículo 16. De los recursos totales correspondientes a los aportes de nómina de que trata el artículo 30 de la Ley 119 de 1994, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) destinará un 20% de dichos ingresos para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo. El SENA ejecutará directamente estos programas a través de sus centros de formación profesional o podrá realizar convenios en aquellos casos en que se requiera la participación de otras entidades o centros de desarrollo tecnológico. // PARÁGRAFO 1o. El Director del Sena hará parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Director de Colciencias formará parte del

Consejo Directivo del SENA. PARÁGRAFO 2o. El porcentaje destinado para el desarrollo de programas de competitividad y desarrollo tecnológico productivo de que trata este artículo no podrá ser financiado con recursos provenientes del Impuesto sobre la Renta para la Equidad (CREE)." (Resaltado fuera de texto)

- Ley 1286 de 2009

En referencia a las actividades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, previó de manera expresa, lo siguiente:

"Artículo 18. Actividades del Sistema. Son actividades de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI-: 1. Explorar, investigar y proponer, de manera continua, visiones y acciones sobre la intervención del país en los escenarios internacionales, así como los impactos y oportunidades internacionales para Colombia en temas relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. 2. Promover el mejoramiento de la productividad y la competitividad nacional. 3. Velar por la generación, transferencia, adaptación y mejora del conocimiento científico, desarrollo tecnológico e innovación en la producción de bienes y servicios para los mercados regionales, nacionales e internacionales. 4. Investigar e innovar en ciencia y tecnología. 5. Propender por integrar la cultura científica, tecnológica e innovadora a la cultura regional y nacional, para lograr la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia. 6. Procurar el desarrollo de la capacidad de comprensión, valoración, generación y uso del conocimiento, y en especial, de la ciencia, la tecnología y la innovación, en las instituciones, sectores y regiones de la sociedad colombiana. 7. Articular la oferta y demanda de conocimiento colombiano para responder a los retos del país."

Pero aún más, la misma Ley definió también el marco de actuación de las entidades involucradas en el Sistema en relación con la inversión en las actividades en comento, así:

"Artículo 21. Marco de Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación. El Departamento Nacional de Planeación DNP y el Ministerio de Hacienda Crédito Público, MHCP, y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias-, con el apoyo de las Instituciones involucradas elaborarán anualmente un marco de inversión en ciencia, tecnología e innovación concebido como una herramienta de programación del gasto público de las entidades de Gobierno, con un horizonte de cuatro (4) años, para el cumplimiento de los objetivos de política, que considere las necesidades de inversión, las restricciones fiscales y las fuentes de financiación que garanticen la estabilidad de la inversión en ciencia, tecnología e innovación de acuerdo con el Marco Fiscal de Mediano Plazo y el Marco de Gasto de Mediano Plazo. Dicho marco establecerá las acciones específicas anuales para el cumplimiento de las metas de inversión. El Conpes determinará anualmente, las entidades, la destinación, mecanismos de transferencia y ejecución y el monto de los recursos en programas estratégicos de ciencia, tecnología e innovación, para la siguiente vigencia fiscal, mediante la expedición de un documento de política, en el cual además, se especificarán las metas e indicadores de resultado sobre los cuales se hará medición del cumplimiento. Este documento deberá ser presentado por el Departamento Nacional de Planeación DNP, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, MHCP y Departamento Administrativo de Ciencia,

Tecnología e Innovación -Colciencias-, con el apoyo de las Instituciones involucradas. Las inversiones a que haya lugar para los programas a que se refiere este artículo, respetarán la autonomía y las prioridades definidas por cada Entidad Pública Nacional.”

- Acuerdo 8 de 2005 del Consejo Directivo Nacional del SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje, en desarrollo del Mandato de la Ley 344 de 1996 y demás normas concordantes y pertinentes, adoptó el Acuerdo No. 8 de 2005, a través del cual, además de otras disposiciones preceptuó lo siguiente al reestructurar la Comisión Nacional de Proyectos de Competitividad y Desarrollo Tecnológico Productivo

“Artículo 4º. Funciones de la Comisión Nacional de Proyectos: Son funciones de la Comisión Nacional de Proyectos: //...// 5. Emitir concepto técnico de viabilidad, sobre los proyectos que se presenten a su consideración para acceder a los recursos de que trata la Ley 344 de 1996. // 6. Garantizar la coherencia de los proyectos presentados con la política de competitividad y desarrollo tecnológico productivo aprobada por el Consejo Directivo Nacional del SENA y con los planes de desarrollo local, departamental y nacional. // 7. Hacer seguimiento permanente a la articulación de los proyectos ejecutados con recursos de la Ley 344 de 1996 con la formación profesional.”

Y en relación con las funciones del Grupo de Apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos, dispuso:

“Artículo 5º. Funciones del grupo de apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos. Son funciones del grupo de apoyo de la Comisión Nacional de Proyectos: 1. Convocar las sesiones de la Comisión y preparar la logística necesaria para su cabal realización.”

- Acuerdo 8 de 2006 del Consejo Directivo Nacional del SENA

Por el cual se establecen las políticas para el manejo de la inversión para la competitividad y el desarrollo tecnológico productivo y se subroga en su totalidad el acuerdo 10 de 2005

- Documento Conpes 3582 de 2009

Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para el diseño de la política, el documento plantea recomendaciones específicas para el SENA y demás entidades que participaron, relacionadas con procesos de divulgación y socialización de I+D+I; fortalecimiento de los programas de ciencia, tecnología e innovación articulación y su articulación con las demandas del sector productivo; articulación de la ciencia, tecnología e innovación con la formación de recurso humano, el emprendimiento y la relación universidad – empresa.

Frente a los compromisos y seguimiento del Conpes, el SENA contribuye al fomento de la innovación en los sistemas productivos, particularmente con acciones en:

Poner en marcha la estrategia de creación y fortalecimiento de unidades de investigación aplicada dedicadas a la solución de problemas o aprovechamiento de oportunidades en las empresas.

Formación de líderes para la innovación empresarial, que opere mediante formación por proyectos y utilización de una plataforma de educación virtual.

Capacitación tecnológica a la medida dirigida al sector empresarial.

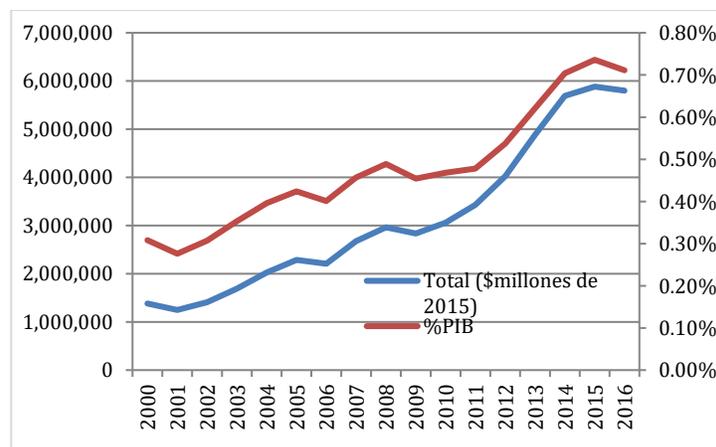
Fortalecimiento de los procesos de capacitación y formación para la Alta Gerencia Empresarial.

- Marco funcional

Para la formulación, programación, ejecución y seguimiento de los recursos de inversión, el Departamento Nacional de Planeación diseñó el Banco de Proyectos y Programas de Inversión Nacional para el registro de toda la información requerida en el proceso. El proceso de formulación inicia con el registro en la ficha de Estadística Básica de Inversión (EBI). En esta ficha las actividades de los diferentes proyectos de inversión, y particularmente el que se diseñó para los recursos de innovación y desarrollo tecnológico del SENA, deben clasificar las actividades de acuerdo con la metodología ACTI (OCyT 2008).

1.4. Dimensión de ciencia y tecnología

A nivel total de la economía, de acuerdo con cifras del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, en la última década la financiación de actividades de ciencia tecnología e innovación en términos reales registró una tendencia creciente, al pasar de \$1,4 billones en 2000 a \$5,9 billones en 2010 (a precios constantes de 2015). Este ritmo de crecimiento estuvo acompañado de una dinámica creciente en la inversión como porcentaje del PIB, especialmente entre 2001 y 2008, así como en 2011 y los años siguientes. Por participación, durante el período de análisis la mayor financiación de actividades de ciencia tecnología e innovación (ACTI) provino de recursos públicos, situándose en 45% para el año 2016, seguido de 53% en recursos privados y el restante 2% internacionales.

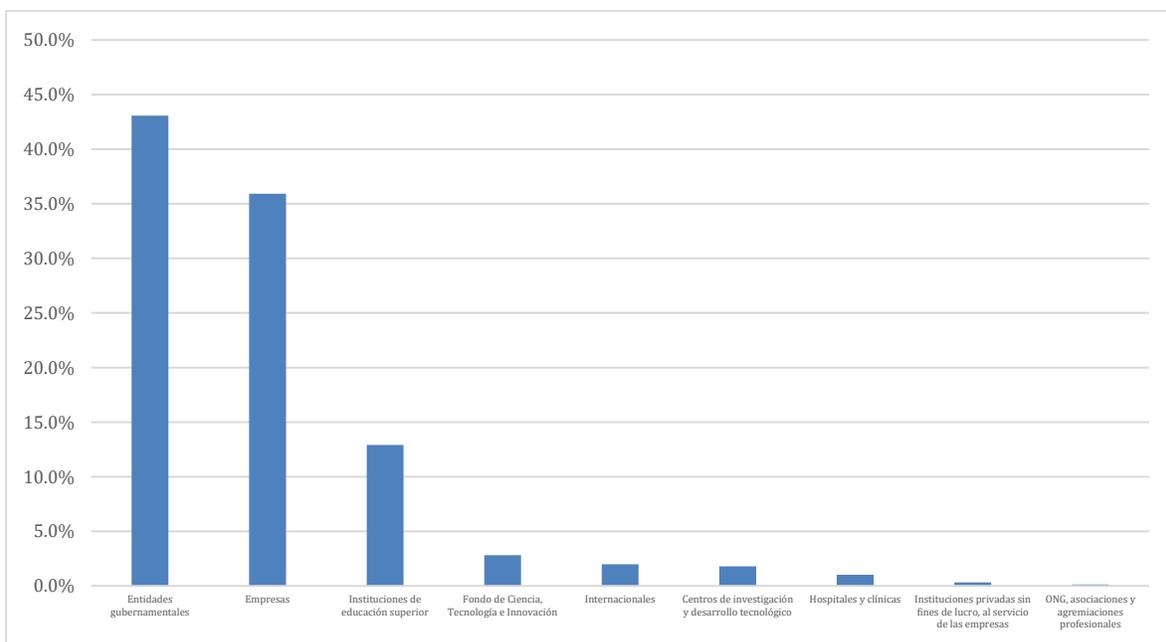


Fuente: OCyT (2010)

Figura 13. Financiación de actividades de Ciencia Tecnología e Innovación (ACTI) Colombia 2000 - 2010

La dinámica de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación por origen de los recursos contrasta con lo observado en la década de los noventa, cuando el mayor esfuerzo era realizado por el sector público, debido especialmente a créditos contratados con el Banco Interamericano de Desarrollo.

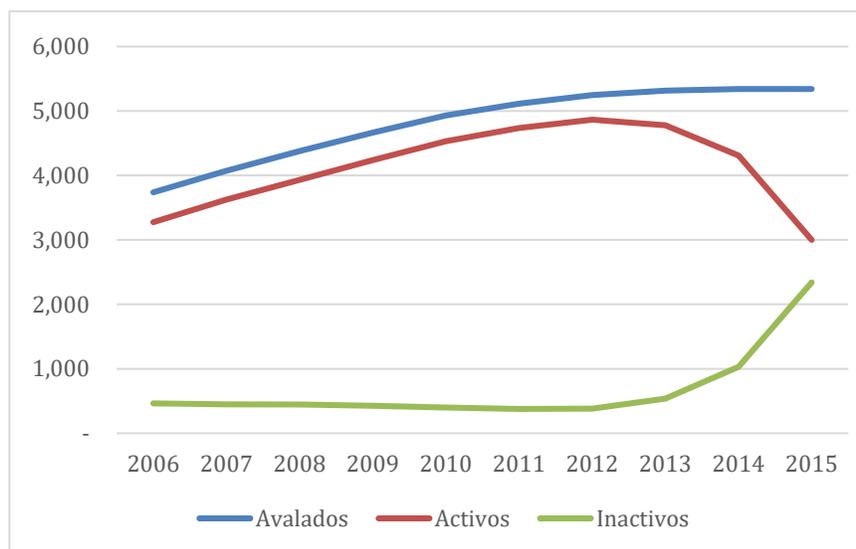
Teniendo en cuenta el tipo de entidad ejecutora, en los últimos 10 años hasta 2016 la mayor participación corresponde a las entidades gubernamentales sin incluir regalías (43,08%) seguida de las empresas (35,09%), las instituciones de educación superior (12,09%); en menor medida el Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación (2,82%), centros de investigación y desarrollo tecnológico (1,8%) y otros (1,5%).



Fuente: OCyT (2010)

Figura 14. Financiación de ACTI por tipo de institución, 2006-2016

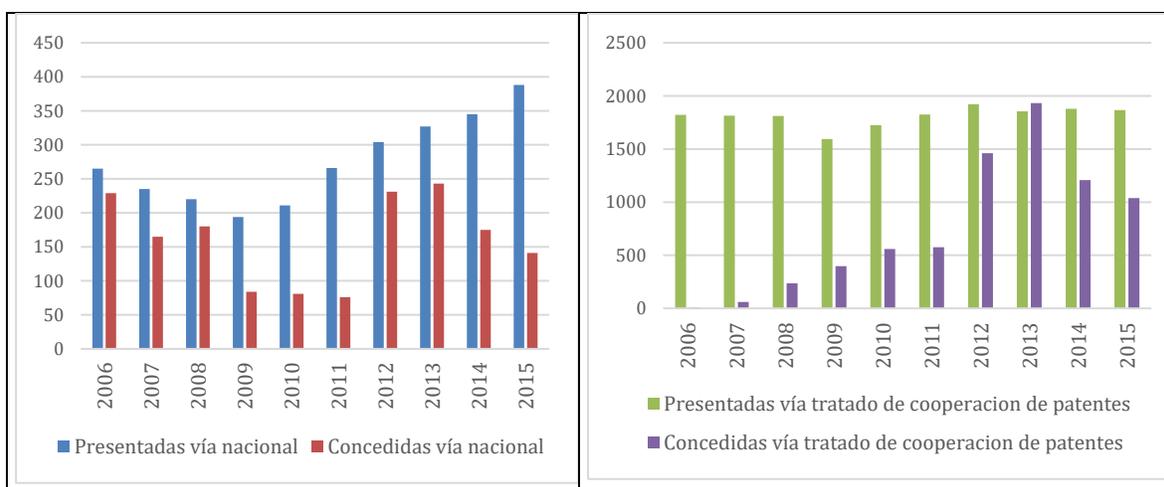
Con relación a capacidades en ciencia nacionales en ciencia, tecnología e innovación, las cifras del OCyT señalan que el número de grupos de investigación en el país han crecido en los últimos al pasar de 3.738 avalados en 2005 a 5.341 en 2015. Sin embargo, llama la atención que desde el 2013 se ha incrementado en número de grupos inactivos. Del total de grupos de investigación en 2015 la ciudad de Bogotá contaba con 1.331, es decir 44% del total de activos en el país.



Fuente: OCyT (2010)

Figura 15. Grupos de investigación, 2006-2015

Según el área de ciencia y tecnología, el mayor número de grupos activos se concentró en ciencias sociales (30%), seguido de ciencias naturales y exactas (22%), ciencias médicas (18%) e ingeniería y tecnología (17%).



Fuente: SIC

Figura 16. Patentes de invención presentadas y concedidas Superintendencia de Industria y Comercio SIC, 2006-2015

Con base en las cifras de propiedad industrial se tiene que el número de solicitudes de patentes de invención presentadas vía nacional ante la SIC registra una tendencia creciente hasta situarse en 388 en 2015, sin embargo, el número de las concedidas oscila entre el 40% y 80%. Por su parte la solicitud presentada vía tratado de cooperación de patentes observa un número significativamente mayor (entre 1.500 y 1900), no obstante, el comportamiento de las aprobadas ha sido errático.

Respecto a los sectores de las patentes de invención presentadas, el mayor número se concentra en química farmacéutica (33%), ingeniería química (26%) e ingeniería mecánica (24%).

Con base en la información presentada se puede observar que hay un hecho positivo en la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, dado que se observa una dinámica creciente en el país hasta alcanzar cerca del 0,7% del PIB, lo cual puede estar asociado con las políticas públicas orientadas a este objetivo, máxime cuando la principal fuente de financiación proviene de fondos públicos, y una inversión significativa por parte de las empresas. No obstante, aún existe una brecha entre este resultado y el que se indica en otros países donde la tasa de inversión es superior, por ejemplo, Estados Unidos (2,8%), Costa Rica (2,0%), Canadá (1,6%), Brasil (1,6%), Portugal (1,29%) y España (1,24%).

Con relación a la formación para el trabajo, en la actualidad se considera que la investigación es un aspecto importante que contribuye a la formación de capital humano cualificado acorde a las necesidades productivas. Al respecto Cinterfor (2017) resalta el caso de Brasil donde el Senai está consolidando una red de 26 institutos de innovación y 66 institutos de tecnología para vincular la formación profesional con las políticas de desarrollo industrial.

“En esta experiencia hay un vínculo inmediato de la Industria Brasileña. En efecto la Confederación de Industrias parte de la apuesta de que la innovación ocurre en las empresas y se apoya decididamente en el Senai para la provisión de los recursos humanos que le permitan mantener y mejorar su estructura productiva y competitiva.” (Cinterfor 2017, p. 48)

Para el caso colombiano, Cinterfor señala que el Sena es una referencia muy cercana a la del Senai que inició con los centros de desarrollo tecnológico en la década de los años setenta, que prestan servicios tecnológicos en los que se incluye asistencia técnica, asesoría, consultoría, diseño, investigación aplicada, pruebas y ensayos de laboratorio, entre otros.

Cinterfor también resalta el hecho de que en la actualidad el Sena ha diversificado su accionar a través del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Sennova, que al igual que el caso de Brasil fortalecen la idea de que la formación profesional debe apoyar la innovación y el desarrollo de capacidades productivas.

“Claramente no se trata de repetir o “copiar” los modelos de SENAI o el SENA, o los que se encuentran en otros continentes; más bien de aprender de esas experiencias para no perder de vista que la pertinencia de la formación no se agota solamente en la tasa de empleo del egresado en el corto plazo sino con la capacidad que este recurso humano tenga para asumir tareas más complejas, su familiaridad con las nuevas tecnologías y con la solución de problemas de adaptación o innovación.” (p. 49)



Fuente: Cinterfor (2017)

Figura 17. Visión evolutiva de los Centros de Formación hacia el apoyo al desarrollo productivo

1.5. Tendencias de las líneas medulares

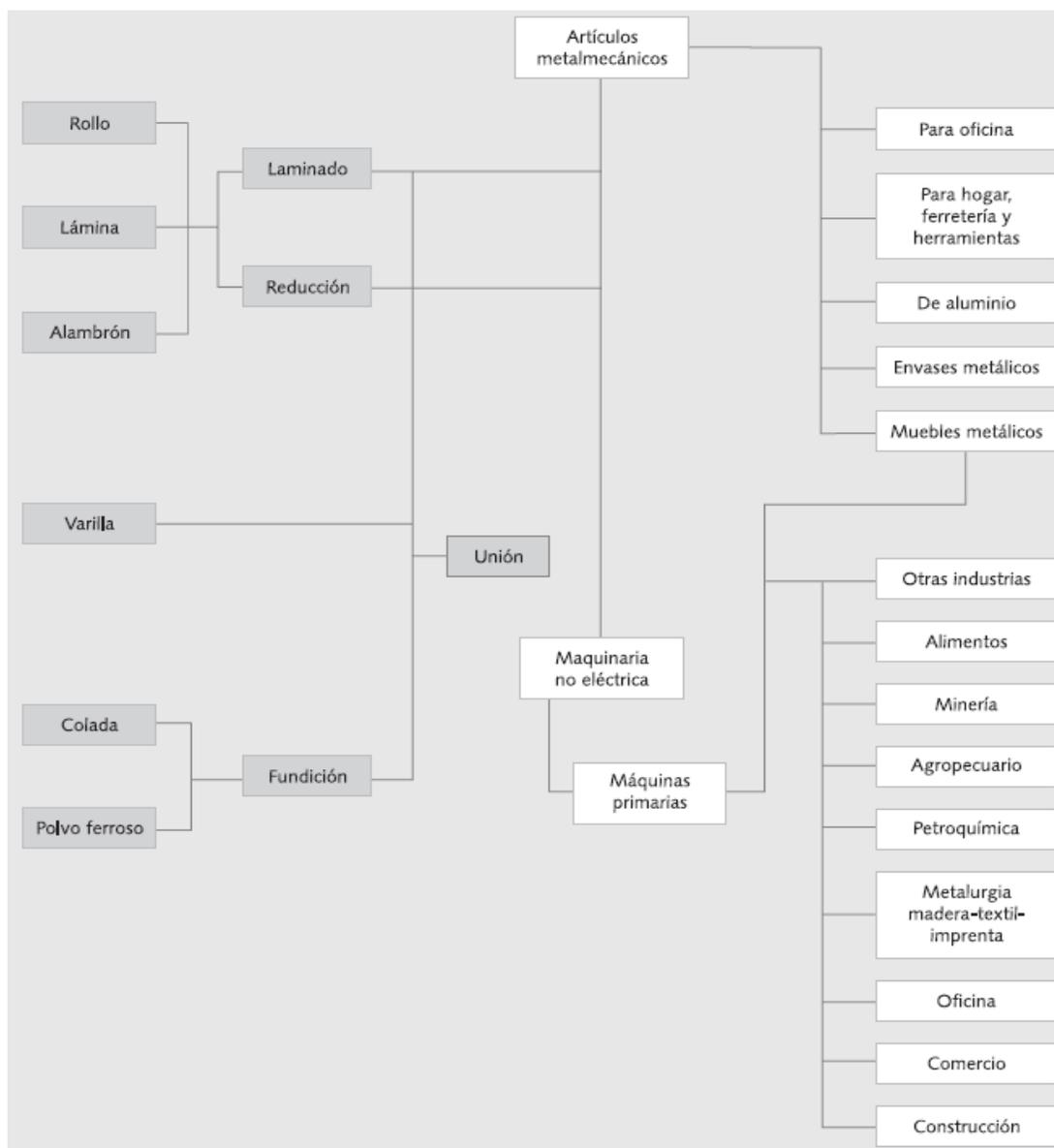
En concordancia con el análisis de entorno económico el análisis presentado en esta sección se basa en la estructura de cadena productiva adelantada por (DNP, 2004) y de manera ilustrativa se presentan los procesos asociados a las áreas o tecnología del Centro Metalmecánico (Mecanizado, Mantenimiento, Automatización-Mecatrónica, y Plásticos) con los perfiles de cadena.

La cadena metalmecánica reúne un conjunto amplio de productos y servicios industriales enlazados con diferentes sectores tales como automotriz, construcción, minería, manufactura, entre otros, relación considerada de gran importancia en el caso de economías industrializadas (Alcaldía de Manizales 2014, p. 7). En la primer parte de la cadena productiva se encuentran los eslabones proveedores de materia prima asociado con las industrias básicas de hierro y acero, en la cual se observa que la producción nacional no logra abastecer el mercado nacional según volúmenes o especialidad de productos, por lo que aproximadamente el 70% de la materia prima es importada en especial aceros inoxidables, calidades especiales, hojalatas, chapas de acero laminadas en frío o en caliente, alambrones de acero y láminas de aluminio (SENA, 2012).

Frente a los procesos de manufactura, se realizan diferentes actividades relacionadas con el diseño y construcción de piezas o productos metálicos, que se pueden apoyar en la asistencia por computador

tanto en diseño como en manufactura (CAD, CAM, CAE). Al respecto, de conformidad con (CCB, 2006) para el desarrollo de la cadena metalmeccánica se requiere realizar mayores esfuerzos en innovación, especialmente en herramientas que contribuyan a mejorar los procesos industriales:

“La industria metalmeccánica de la Región, en general, presenta un rezago tecnológico sobre todo en software de diseño y manufactura CAD/CAM, como también en lo referente a control numérico de herramienta por computador (CNC).” (p. 26)



Fuente: DNP (2004)

Figura 18. Estructura simplificada cadena metalmeccánica

Si bien hay un proceso de concientización entre las empresas frente a la implementación de buenas prácticas de manufactura y obtención de certificaciones, hay establecimientos de tamaño pequeño

que en los cuales los sistemas de gestión de calidad, ambiental, salud ocupacional, entre otros, no forman parte de las prioridades.

Una característica del sector está en los esquemas de subcontratación para la adquisición de partes y piezas, así como la posibilidad de producir lotes pequeños. Esto último constituye una ventaja en la atención al mercado local y personalización de servicios, no obstante, en el marco de procesos de internacionalización se señala la importancia de buscar esquemas de asociatividad o integración horizontal de las empresas (SENA, 2012; MinCiT, 2013).

En cuanto a la elaboración de productos terminados hay un variado rango de productos, máquinas primarias y maquinaria para diferentes industrias y sectores, los cuales en un porcentaje importante son vendidos en el mercado a través de grandes comercializadores. Un número pequeño de empresas realiza las ventas a través de puntos propios (SENA, 2012).

Hay escasez de personal competente en áreas como soldadura, máxime con los proyectos de inversión en infraestructura de puertos, minera y petrolera que se adelantan en el país (SENA, 2012; Alcaldía de Manizales, 2014).

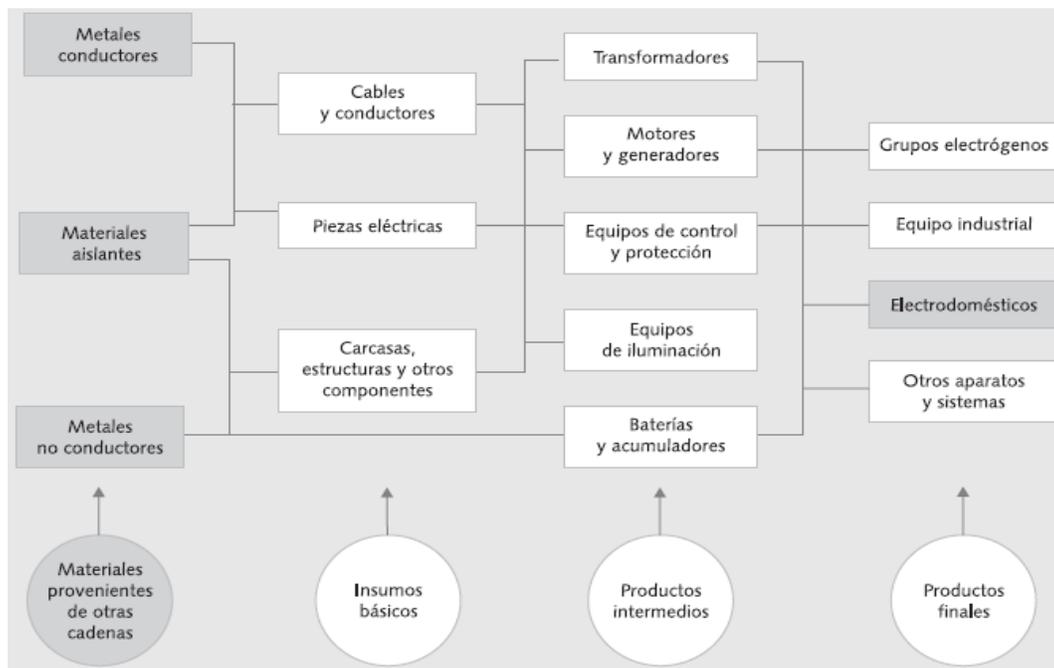
Respecto a la automatización de procesos, de conformidad con (SENA, 2012), a lo largo de la cadena metalmecánica, especialmente en los eslabones proveedores de materia prima y producto terminado, se observa una tendencia a la operación con equipos semiautomáticos o automáticos. Entre otras particularidades, las señaladas hacen que como factores clave de éxito para la cadena metalmecánica sea la capacidad de innovación y tecnología (Alcaldía Manizales, 2014; MinCiT, 2013).

Las transformaciones productivas que demandan las empresas de la cadena metalmecánica que están asociadas al cambio técnico requieren importantes inversiones que permitan lograr mínimos de tamaño de mercado, situación que es difícil de alcanzar para empresas de tamaño micro, pequeña y mediana. De manera particular, la tendencia en los desarrollos tecnológicos es hacia la automatización de procesos (máquinas CNC), equipos electrónicos, equipos conectados a Internet⁶, control remoto y equipos electrónicos de diagnóstico y mantenimiento:

"La industria metalmecánica global establece que las mejores prácticas están relacionadas con el mecanizado de alta velocidad y el mecanizado de cinco ejes, la eliminación gradual de los procesos netamente mecánicos, la disminución de los procesos intensivos de mano de obra, la utilización de nuevos materiales con aleaciones especiales, la reingeniería de los procesos de producción, la implementación de normas de calidad y la implantación de programas de simulación de procesos. Alemania, Estados Unidos y China son los países que constantemente están innovando en productos y procesos." (SENA 2012, p. 58)

⁶ La generación de datos por parte de equipos o dispositivos está siendo utilizada por el denominado Internet de las cosas (IOT) para la generación de información que permitan incrementar productividad y eficiencia en variadas áreas.

En materia de propiedad industrial, de conformidad con (SENA, 2012) en promedio el 50% de las empresas de la cadena metalmeccánica posee un nivel de registro de marcas y patentes. Por su parte, se estima que en promedio la mitad de las empresas realizan inversiones en desarrollo tecnológico, especialmente las de mayor antigüedad y con montos hasta del 10% del presupuesto anual.



Fuente: DNP (2004)

Figura 19. Estructura simplificada cadena maquinaria y equipo eléctrico

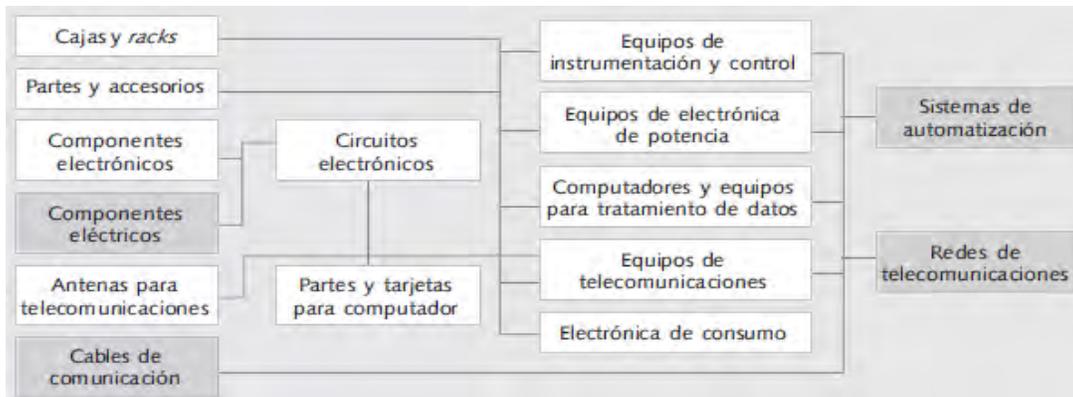
A la par con la evolución de los procesos de mecanización en las diferentes áreas económicas los servicios de mantenimiento, orientados especialmente a la conservación ya sea por reparación, mantenimiento o mejoramiento de equipos y herramientas, han tenido diferentes desarrollos requeridos para asegurar la productividad en los sistemas de producción⁷. Un aspecto importante que enmarca el desarrollo de estas actividades lo constituye la exigencia nacional e internacional frente al aseguramiento de la calidad en los sistemas de producción, como un requisito que posibilita el acceso a mercados.

En Colombia se observa que el área de mantenimiento tiende a constituirse como un servicio subcontratado a empresas especializadas que los ofrecen, así como consultoría o asesoría en soluciones. Entre los principales servicios se encuentran (SENA, 2005):

- Servicios técnicos en planta. Diagnóstico de problemas electromecánicos; programas predictivos concertados o subcontratados; inspecciones termográficas.

⁷ Sena (2005) plantea una evolución del mantenimiento por generaciones de conformidad con el estado de la tecnología antes y después de la segunda Guerra Mundial, mediados de los años 1960 y la era actual.

- Servicios de Consultorías. Estudios de viabilidad y auditorías; proyectos de implantación de técnicas de mantenimiento predictivo; estudios y proyectos de monitorización en continuo.
- Servicios de Formación. Entre los cursos ofrecidos en el campo del mantenimiento están técnicas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo; cursos programados o adaptados a las necesidades e intereses particulares de cada cliente; asistencia técnica en planta.



Fuente: DNP (2004)

Figura 20. Estructura simplificada cadena electrónica y equipo de telecomunicaciones

El mantenimiento se fundamenta en las ciencias o áreas de conocimiento mecánica, eléctrica, electrónica y computación. De igual manera el mantenimiento se soporta en los avances tecnológicos para una amplia gama de maquinaria y equipo en diferentes aplicaciones, especialmente los desarrollos en sistema mecánico, sistema termodinámico, sistema electro-neumático, neumática, sistema eléctrico, sistema electro-mecánico, sistema hidráulico, sistema de automatización, sistemas de lubricación (SENA, 2005). En materia de tendencia cada vez gana más terreno el empleo de sistemas automatizados para el mantenimiento, el uso de innovaciones en electrónica e informática.

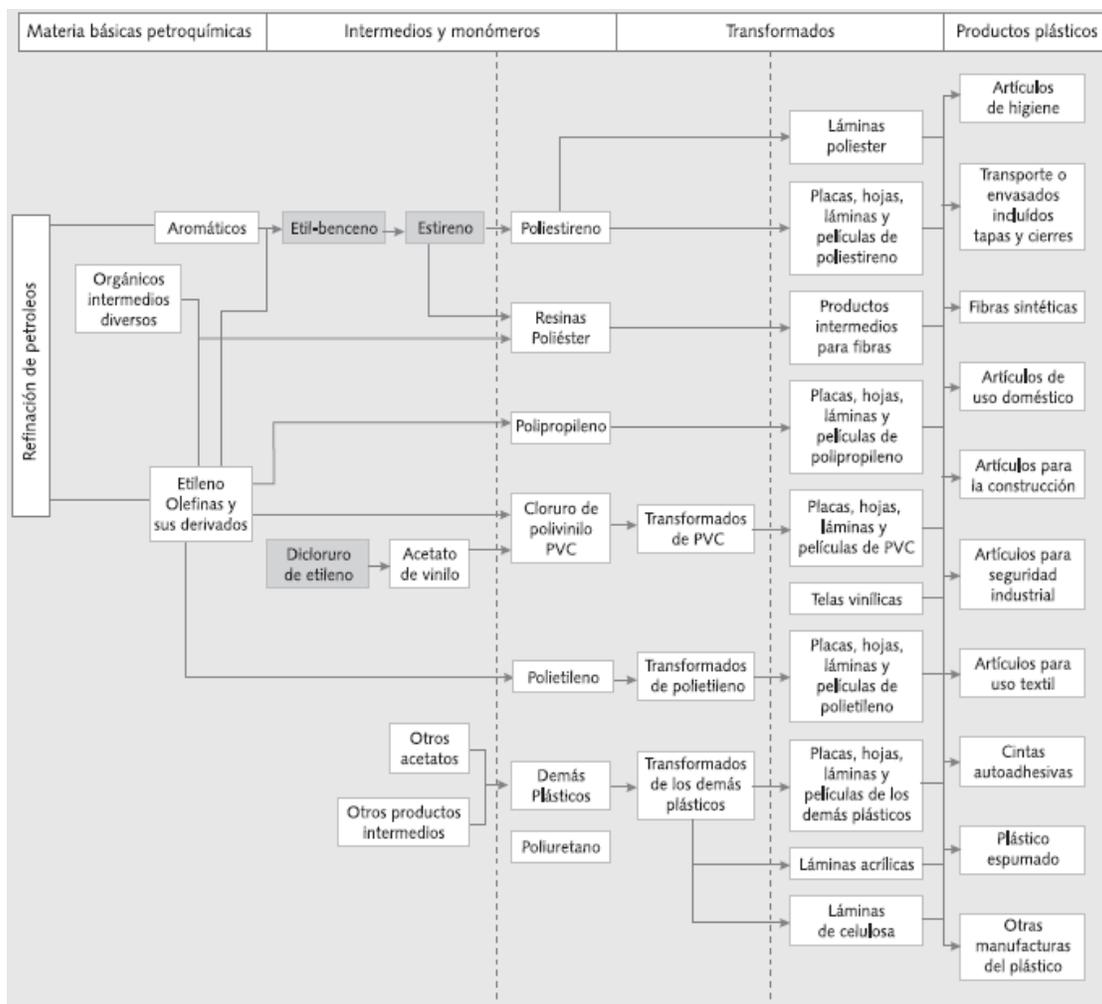
“Cada vez gana mayor aceptación la automatización de procesos (medios o grandes en tamaño) empleando sistemas distribuidos. Los dispositivos de medición y de control se hacen cada vez más inteligentes y más potentes debido a la presencia de los microprocesadores. Los sistemas informáticos cada vez son más amigables y transparentes para el usuario. Y lo que es beneficioso, los precios de los sistemas mencionados, son cada vez menores. Los sistemas electrónicos requieren de poco mantenimiento y el tiempo de reparación se simplifica ampliamente por que tales sistemas son modulares y poseen autodiagnóstico. En muchos casos, la reparación en planta sólo se circunscribe al cambio de una tarjeta que luego puede ser enviada al fabricante para su reparación o al taller electrónico.” (SENA 2005, p. 62)

Por otra parte respecto al área de instrumentación y automatización, en la industria colombiana las innovaciones más importantes han estado relacionadas con la mecanización y automatización industrial que han tenido como base los cambios técnicos en electrónica y microelectrónica. (Ayala et al, 1987) señalan que durante los años setentas y ochentas se dinamizaron sectores industriales que introdujeron procesos de automatización señalados, tales como automotriz autopartes, textil, aceites y grasas, así como cemento.

En un contexto más reciente, en (SENA, 2007^a) se precisa que los procesos productivos hoy en día requieren del uso de tecnologías como el control secuencial y combinacional basadas en PLC y DCS.

“[PLC y DCS] a los cuales se envía la información de las diferentes variables a controlar por medio de los elementos primarios de medición mediante el uso de la Instrumentación Electrónica; efectuándose los cambios requeridos en las variables manipuladas usando Tecnologías Neumática, Hidráulica y Electromecánica. Es también común hoy el uso de Tecnologías de Comunicación entre sistemas de control y/o entre variables y sistemas de control tales como el Internet, Buses Campo (Fieldbus, Profibus, Devicenet, Modbus Plus, etc.) al igual como la comunicación Inalámbrica (Wireless).” (p.12)

Los proveedores de tecnología de instrumentación y control extranjeros son predominantes en el mercado nacional destacándose organizaciones como Siemens, Schneider, Rockwell, ABB y General Electric entre otras.



Fuente: DNP (2004)

Figura 21. Estructura simplificada cadena petroquímica plásticos y fibras sintéticas

Frente a la cadena productiva petroquímica-plástico y fibras sintéticas, los bienes producidos comprenden una amplia gama de industrias tales como la explotación de gas y refinación de petróleo, producción de materias primas petroquímicas básicas (olefinas y aromáticos), insumos intermedios (polietileno, cloruro de polivinilo, poliestireno, polipropileno y resinas, entre otros), así como bienes transformados y finales de plásticos para industrias de autopartes, envases, empaques, juguetería, calzado, accesorios sanitarios, artículos de uso doméstico, entre otras industrias, así como productos para la construcción y agricultura. De igual manera, con el avance de la técnica cada vez se ofrecen bienes para nuevos usos:

“La importancia de la cadena petroquímica-plástica es cada día mayor, en términos de productividad y crecimiento, gracias a la aparición de nuevos usos para sus productos y materiales. Principalmente por la revolución en el uso de los insumos plásticos para la producción de otros productos en la fase final de la cadena, donde se agrupan las industrias más intensivas en el uso de mano de obra y donde los menores precios de dichos insumos presentan efecto en la generación de nuevas empresas.” (SENA 2007b, p.46)

Los procesos productivos más representativos en las empresas dedicadas a la transformación de plásticos son los asociados con extrusión, inyección, soplado y acabado de productos plásticos; en menor medida se encuentran aquellos relacionados con termo formado, espumado, moldeo por rotación y otros (lámina espumada, recubrimiento de cables, tubo corrugado, calandrado, prensado, transferencia, comprensión, enrollado, laminación, intrusión) (SENA 2006, p.60).

Tabla 2. Aspectos Importantes Tres Principales Procesos de Transformación de Materiales Poliméricos

ASPECTO	INYECCIÓN	SOPLADO	EXTRUSIÓN
Características Productos	Cuerpos Rígidos (Piñones Juguetes)	Cuerpos Huecos (envases)	Películas, láminas, sacos, barras, tubos, filamentos
Materias primas	PEAD, PEBD, PVC (Rígido), PP SAN, PET, ABS	PET, PEAD, PVC, PC	PVC (Rígido), PEBD, PEAD
Principio Técnico	Movimiento y esfuerzo cortante en moldes cerrados o entre dos superficies de un plástico fundido (inyección de moldes con forma deseada).	Resina semifundida por extrusión o inyección entre dos mitades de un molde donde se inyecta aire, así la resina toma forma de la cavidad quedando hueca.	Esfuerzo cortante específico, Presión sobre resina fundida para salir por un orificio o perfil.
Aditivos	Lubricantes (internos y externos), Aglutinantes, Desmoldantes, Promotores de Flujo, Agentes de acople.	Lubricantes (internos y externos), Aglutinantes, Desmoldantes, Promotores de flujo, Agentes de acople.	Cargas y refuerzos externos, Retardantes de llama, Lubricantes (internos y externos) y Aglutinantes.
Equipos	Dispositivos confinados a presión: Prensas de moldeo, Prensas de rodillo y pistón.	Dispositivo combinado de Inyección - soplado de 1 y 2 etapas, con y sin estiramiento, Inyección-extrusión soplado, Coextrusión-soplado y Extrusión secuencial soplado.	Dispositivos de extrusión Extrusores de rosca, Extrusores de tornillo.

Fuente: SENA 2006

Particularmente, en relación con las principales tecnologías aplicadas a procesos de transformación se encuentran:

- Inyección: Inyección convencional
- Extrusión: película plana, tubular, lámina, tubos y perfiles
- Soplado: Extrusión-soplado, soplado biorientado y soplado con acumulador.
- Reciclaje Mecánico, termoformado con sistemas neumáticos de vacío, espumado con poliuretano, moldeo rotacional con monómeros reactivos.
- Procesos de acabados de productos plásticos: Impresión, screen, flexografía
- Otros procesos: Prensado

Por parte, en materia de tendencias en (SENA, 2006) se identifica en materia transversal y global en relación con los sistemas productivos flexibilización, personalización, calidad, estandarización, sistematización, racionalización y trazabilidad, frente a las cuales precisa:

“Estas tendencias, propician empresas con organizaciones flexibles, con una definición clara de los niveles de responsabilidad, más capaces de adaptarse a los cambios tecnológicos mediante personal con competencias básicas y específicas por procesos productivos, capacitadas por entidades de tipo estatal en el nivel técnico y privado en su mayoría en los demás niveles académicos, en la búsqueda de programas de formación por competencias y la definición de ocupaciones que sean homologables a nivel nacional e internacional.” (p.17)

1.6. Identificación de oportunidades y amenazas.

A partir del análisis externo presentado se identifican los siguientes aspectos.

Amenazas:

- La existencia de una participación importante en insumos, maquinaria y equipos importados genera dependencia tecnológica de proveedores extranjeros, así como servicios derivados, lo cual caracteriza la estructura empresarial y mercado de trabajo.
- En 2012 fue modificada la estructura de financiación del Sena, con una reducción de los recursos para inversión en programas de desarrollo tecnológico y competitividad. La Entidad ha buscado dar un uso más eficiente de estos recursos, no obstante, en el escenario de una nueva reforma tributaria podría ser objeto de revisión por parte de los legisladores, con el consecuente efecto sobre las acciones en innovación e investigación que se desarrollan.
- El crecimiento poblacional y las demandas de servicios que de allí se derivan, en particular frente a la formación para el trabajo máxime con la mayor participación del desempleo juvenil, requieren de permanente actualización en los servicios institucionales y la oferta pertinente.

Oportunidades:

- La actual estructura de inversión en investigación e innovación en el Sena fomenta el desarrollo de proyectos que permitan la obtención de nuevos productos o servicios en beneficio de la formación profesional y que agreguen valor a la oferta institucional, máxime con la estructura productiva actual en el país y la participación de bienes importados.



Centro Metalmecánico
Distrito Capital



- En términos de diseño de política pública y empresarial se identifica la necesidad de generar procesos de integración horizontal entre empresas para la adquisición y venta de productos y servicios en el marco de la cadena de producción, con lo que se prevé el logro de ventajas para crear mercados, aprendizaje para fomentar capacitación y transferencia de tecnología.
- Si bien la inversión en actividades ACTI en el país es inferior a estándares internacionales, en años recientes se observa una tendencia creciente, en cuya financiación participan mayoritariamente entidades de Gobierno y empresas, lo cual constituye un escenario propicio para el desarrollo de iniciativas.

2. ANÁLISIS INTERNO DEL CENTRO DE FORMACIÓN

2.1. Dimensión talento

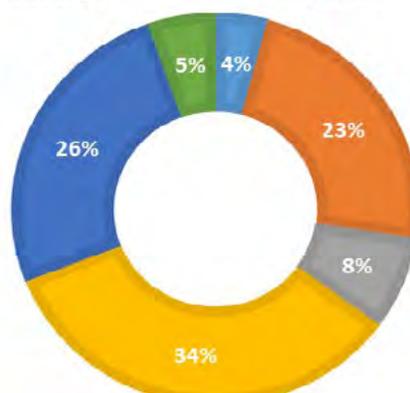
El talento humano con el que cuenta el centro metalmecánico en cuanto a funcionarios, instructores y aprendices, son parte fundamental en el desarrollo de la misión en la entidad, actualmente cuenta con un total de 169 instructores.

Tabla 3. Talento se según área del programa de formación relacionado

ETIQUETAS DE FILA	CANTIDAD DE INSTRUCTORES
Articulación	7
Automatización	39
Complementaria	13
Mantenimiento	57
Mecanizado	43
Virtual	9
Total	169

Fuente: CMM

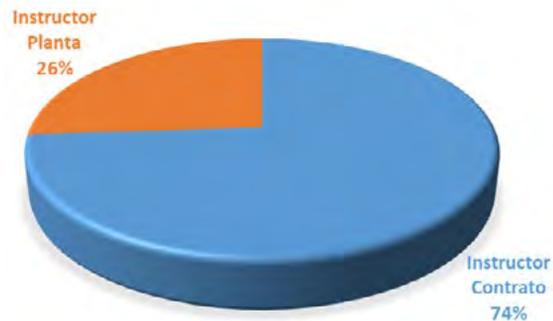
■ ARTICULACION ■ AUTOMATIZACION
 ■ COMPLEMENTARIA ■ MANTENIMIENTO
 ■ MECANIZADO ■ VIRTUAL



Fuente: CMM

Figura 22. Distribución por porcentaje de los instructores por área

VINCULACIÓN DE INSTRUCTORES	CANTIDAD
Instructor Contratista	125
Instructor de Planta	44
Total	169



Fuente: CMM

Figura 23. Distribución de Instructores por tipo de vinculación

Perfil del Instructor en el Sena

De acuerdo con el Proyecto Educativo Institucional del SENA (2014), al instructor le corresponde el rol de mediador de la cultura, promotor del aprendizaje y del desarrollo de los aprendices. El instructor posee competencias específicas relativas a las áreas disciplinares propias del Programa de Formación, al igual que competencias básicas de ética, comunicación y habilidades de pensamiento de orden superior. Así mismo, cuenta con competencias pedagógicas que posibilitan los procesos de investigación, de planeación, de ejecución y de evaluación de los procesos formativos en el enfoque de competencias y la estrategia de aprendizaje por proyectos.

La selección de los instructores de carrera, ya sea de nombramiento provisional o de contratistas se realiza de acuerdo al Manual Específico de Funciones y Competencias Laborales, el cual constituye la línea base para los procesos de selección de personal, movilidad, inducción, capacitación entre otros. Dicho manual precisa la ubicación del cargo dentro del esquema funcional de la entidad.

Con relación a los instructores, en lo referente al área funcional de desempeño, en el SIGA (Sistema Integrado de Gestión y Autocontrol) se visibiliza y se identifica el proceso que para todos los casos de instructores es Formación Profesional Integral y la dependencia asignada al instructor será un Centro de Formación. En referencia a las competencias comportamentales, de que trata el Decreto 2539 de 2005, se registran las habilidades que debe tener los titulares de estos cargos.



Fuente: CMM

Figura 24. Perfil del instructor SENA

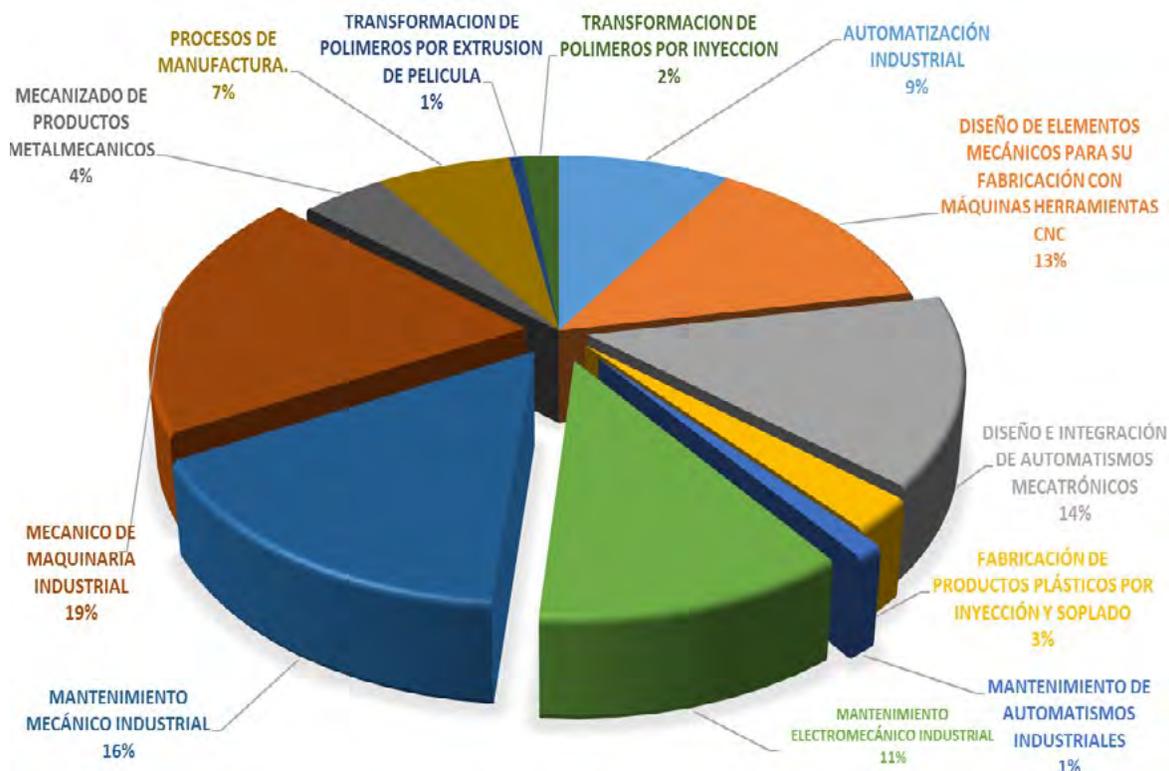
2.2. Dimensión programas de formación

La oferta de los programas de formación que orienta el centro tiene una participación en cuanto a la capacidad y aprendices activos distribuidos como se indica en la tabla.

Tabla 4. Aprendices del Centro según programa de formación

NOMBRE DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN	APRENDICES ACTIVOS
Automatización Industrial	483
Diseño De Elementos Mecánicos Para Su Fabricación Con Máquinas Herramientas CNC	736
Diseño E Integración De Automatismos Mecatrónicas	806
Fabricación De Productos Plásticos Por Inyección Y Soplado	140
Mantenimiento De Automatismos Industriales	58
Mantenimiento Electromecánico Industrial	627
Mantenimiento Mecánico Industrial	872
Mecánico De Maquinaria Industrial	1080
Mecanizado De Productos Metalmecánicos	232
Procesos De Manufactura	377
Transformación De Polímeros Por Extrusión De Película	38
Transformación De Polímeros Por Inyección	102
Total	5.551

Fuente: CMM



Fuente: CMM

Figura 25. Distribución porcentual de los aprendices activos por programa de formación

Por otra parte, se realizó una caracterización de la población de aprendices según condición de vulnerabilidad.

Tabla 5. Aprendices en condición de vulnerabilidad según tipo de formación

TIPO DE FORMACIÓN	HOMBRES		MUJERES		TOTAL
	17 AÑOS O MENOS	18 AÑOS O MAS	17 AÑOS O MENOS	18 AÑOS O MAS	
Especialización	0	3	0	2	5
Tecnólogo	12	475	3	40	530
Técnico	211	164	115	35	525
Curso especial	347	590	320	306	1.563
Total general	570	1.232	438	383	2.623

Fuente: CMM

Tabla 6. Aprendices en condición de vulnerabilidad según programa de formación

PROGRAMA	TIPO FORMACIÓN	HOMBRES DE 17 AÑOS O MENOS	MUJERES DE 17 AÑOS O MENOS	HOMBRES DE 18 AÑOS O MAS	MUJERES DE 18 AÑOS O MAS
Diagnostico Y Análisis Organizacional Para Unidades Productivas	Especialización			1	
Planeación Tributaria	Especialización			1	1
Estructuración Del Plan Comercial	Especialización			1	1
Automatización Industrial	Tecnólogo	2		152	8
Diseño De Elementos Mecánicos Para Su Fabricación Con Máquinas Herramientas CNC	Tecnólogo	1	1	25	7
Diseño E Integración De Automatismos Mecatrónicos	Tecnólogo	8	2	250	23
Fabricación De Productos Plásticos Por Inyección Y Soplado	Tecnólogo			1	
Mantenimiento Electromecánico Industrial	Tecnólogo	1		47	2
Mantenimiento De Automatismos Industriales	Técnico	19	7	19	2
Mecánico De Maquinaria Industrial	Técnico	45	15	99	10
Mecanizado De Productos Metalmeccánicos	Técnico	134	80	32	22
Procesos De Manufactura	Técnico	13	13	2	1
Transformación De Polímeros Por Inyección	Técnico			12	
Acompañamiento Al Desempeño Pedagógico Del Instructor	Curso especial				1
Análisis Del Comportamiento Del Consumidor	Curso especial			8	3
Análisis Y Comportamientos Del Consumidor	Curso especial	1		18	13
Aplicación De Herramientas Ofimáticas Con Microsoft Excel En El Entorno Laboral	Curso especial			9	13
Aplicación De Herramientas Ofimáticas Con Microsoft Word En El Entorno Laboral	Curso especial			6	8
Aplicación De La Tecnología Hidráulica En La Operación De Sistemas Automatizados.	Curso especial	7	3		
Asesoría Para El Uso De Las Tlc En La Formación	Curso especial			1	6
Básico En Emprendimiento	Curso especial	13	8		
Básico En Reparación De Motores Diésel	Curso especial			1	
Bombas Lineales Electrónicas	Curso especial	4		22	
Bombas Lineales Mecánicas	Curso especial	4		17	1
Bombas Rotativas Mecánicas	Curso especial	5		18	2
Calidad Total En El Servicio Al Cliente.	Curso especial		2	13	38
Ciencias Básicas En Matemáticas Y Física.	Curso especial	1			
Contabilidad Básica	Curso especial	1	2		
Contextualización Para Instructores En Formación Complementaria Virtual Sena	Curso especial			3	1
Contextualización En Ambientes Virtuales De Aprendizaje Para Instructores Sena	Curso especial			2	2
Controladores Lógicos Programables PLC I	Curso especial			9	1
Desarrollo De Habilidades Cognitivas En Procesos De Lecto - Escritura	Curso especial	30	16		
Desarrollo De Habilidades Cognitivas Para El Pensamiento Lógico-Matemático	Curso especial	38	20	1	



Centro Metalmeccánico
Distrito Capital

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

PREVIOS
SISTEMA DE PROSPECTIVA, VIGILANCIA E INTELIGENCIA ORGANIZACIONAL

PROGRAMA	TIPO FORMACIÓN	HOMBRES DE 17 AÑOS O MENOS	MUJERES DE 17 AÑOS O MENOS	HOMBRES DE 18 AÑOS O MAS	MUJERES DE 18 AÑOS O MAS
Desarrollo De Habilidades, Principios Y Valores Para La Vida Y El Trabajo	Curso especial	117	160	28	6
Diseño De Interfaces Graficas Para Supervisión De Procesos Con Labview	Curso especial			11	4
Diseño De Productos Electrónicos Con Microcontroladores.	Curso especial			1	
Economía Solidaria	Curso especial	7	17	1	3
Elaboración De Documentos Organizacionales	Curso especial	6	20	2	1
Electrónica Digital Secuencial	Curso especial			6	3
Emprendimiento Innovador	Curso especial	3	1	87	
English Dot Works 1 (Ingles)	Curso especial	5		12	18
English Dot Works 2	Curso especial			10	6
English Dot Works 3	Curso especial			8	
English Dot Works Beginner - Inglés	Curso especial				1
Estrategias Pedagógicas Para El Desarrollo Del Pensamiento	Curso especial			5	5
Formación Tecno pedagógica En Ambientes Virtuales De Aprendizaje Blackboard 9.1	Curso especial			1	1
Fortalecimiento Organizacional A Partir Del Desarrollo De Competencias De Liderazgo Que Promueven La Motivación Y Construcción De Sinergias En Mis Equipos De Trabajo Para La Generación De Valor	Curso especial			1	
Funcionamiento E Instalación De Máquinas Eléctricas Rotativas	Curso especial			4	1
Fundamentos Básicos De Matemáticas	Curso especial	9	2	49	5
Fundamentos De Ecuaciones Y Funciones Para El Taller Metalmeccánico	Curso especial	2		52	7
Gerencia Comercial	Curso especial	1		18	12
Gestión De Mercado, Comercialización Y Ventas - Basado En El Modelo Canas	Curso especial	1		16	12
Identificación De Ideas Para La Formulación De Planes De Negocio	Curso especial	21	23	1	3
Identificación De Ideas Y Formulación De Planes De Negocio	Curso especial	3		22	5
Indicadores De Gestión	Curso especial	1		18	13
Informática: Microsoft Word, Excel E Internet	Curso especial	11	5	4	4
Introducción A La Metodología Investigativa	Curso especial		1	12	8
Introducción A Sistemas De Automatización	Curso especial	7	1	14	2
Los PLC En Los Sistemas Scada	Curso especial			5	
Manejo Básico De Herramientas Informáticas	Curso especial	9	2	16	29
Manejo Básico De La Herramienta De Hojas De Cálculo Excel	Curso especial	16	11	4	8
Manejo De Herramientas Ofimáticas: Microsoft Excel	Curso especial			2	
Mantenimiento Preventivo En Motores Diésel	Curso especial			1	
Mantenimiento Y Ajuste Técnico Mecánico En Bicicletas De Gama Baja	Curso especial			7	
Mantenimiento Y Ajuste Técnico-Mecánico En Bicicletas Gama Media	Curso especial			1	

PROGRAMA	TIPO FORMACIÓN	HOMBRES DE 17 AÑOS O MENOS	MUJERES DE 17 AÑOS O MENOS	HOMBRES DE 18 AÑOS O MAS	MUJERES DE 18 AÑOS O MAS
Mercadeo	Curso especial		2	13	10
Mercadeo Básico	Curso especial			3	14
Mercadeo Y Ventas	Curso especial	1		18	13
Microsoft Power Point	Curso especial	2	4	1	1
Power Point	Curso especial			1	
Procesamiento De Textos Con Microsoft Word	Curso especial	20	20	3	17
Proponer Alternativas De Solución De Conflictos Y Liderazgo.	Curso especial	1		2	5
Selección De Lubricantes Para Activos Industriales	Curso especial			1	
Sistemas De Inyección Electrónica Diésel Aplicados En Motores De Maquinaria Pesada.	Curso especial			1	
Total		570	438	1.232	383

Fuente: CMM

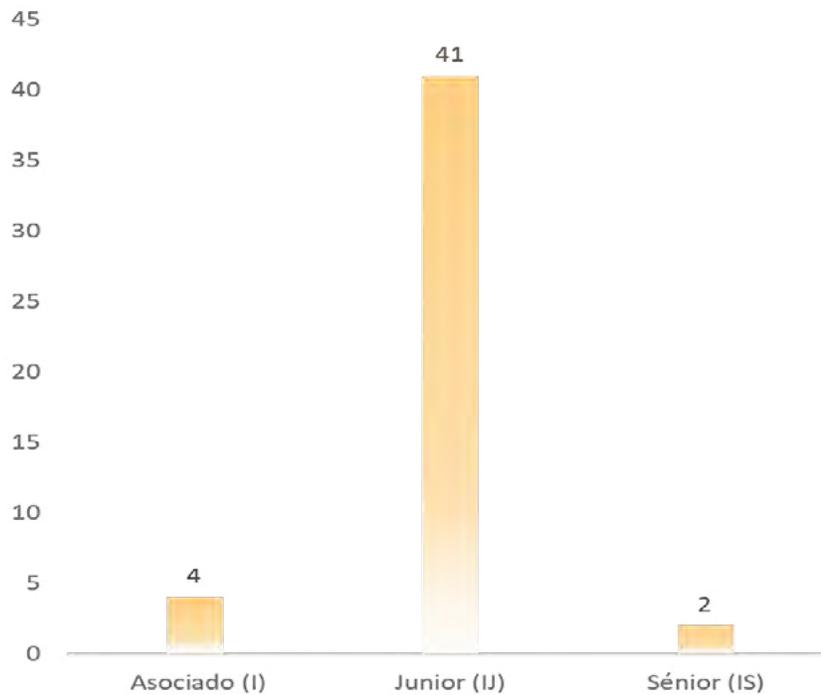
2.3. Dimensión de investigación

En concordancia con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS, se entiende como grupo de investigación, desarrollo tecnológico e innovación a un grupo de personas que interactúan para investigar en uno o varios temas, de acuerdo con un plan de trabajo de mediano o largo plazo. Un grupo es reconocido como tal siempre que demuestre continuamente resultados verificables fruto de proyectos y de otras actividades derivadas de su plan de trabajo y que además cumpla con los requisitos mínimos para su reconocimiento (SENA, 2014). Actualmente el SENA cuenta con 280 semilleros de investigación, 121 grupos de investigación de los cuales 73 están categorizados por Colciencias, de los cuales 3 poseen categoría B, 60 en C y 10 reconocidos.



Fuente: Colciencias

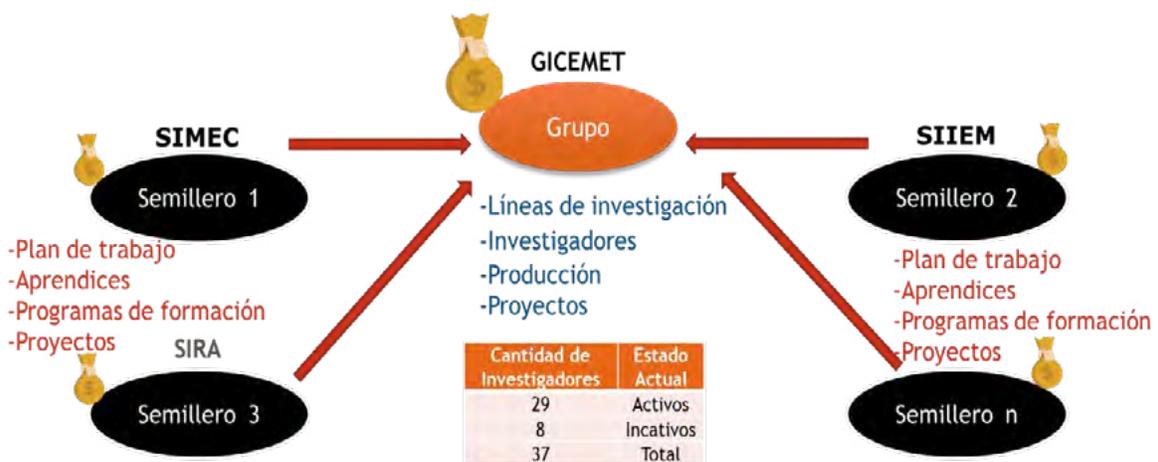
Figura 26. Grupos de investigación y su comportamiento en categoría por Colciencias



Fuente: CMM

Figura 27. Investigadores categorizados

Actualmente el grupo de investigación GICEMET tiene 3 investigadores categorizados 2 con categoría Junior y 1 Sénior.



Fuente: CMM, elaboración propia

Figura 28. Estructura del grupo de investigación GICEMET y articulación con semilleros, proyectos, programas y aprendices en procesos de investigación

El grupo de investigación que contribuye a las actividades de I+D+i del programa es GICEMET constituido en febrero de 2014, actualmente categorizado en D. En este grupo, una de las líneas es la de Automatización como se puede apreciar en el GrupLac disponible en la página <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000016491>

Líneas de Investigación

Las líneas de investigación que se desarrollan en el Grupo de Investigación GICEMET son:

1. Automatización - Industria 4.0
2. Mantenimiento industrial
3. Manufactura – Subproceso: Manufactura aditiva
4. Manufactura – Subproceso: Mecanizado
5. Manufactura – Subproceso: Maquinado y Micro-maquinado
6. Manufactura – Subproceso: Plásticos

A continuación, se presentan recuadros en los que se precisan aspectos relacionados con las diferentes líneas, información que fue elaborada por los investigadores del Grupo de Investigación del Centro Metalmecánico GICEMET.

Tabla 7. Línea de investigación automatización, industria 4.0

Nombre de la línea de investigación: Automatización - Industria 4.0
Objeto de la línea de investigación: Integrar la automatización, robótica colaborativa, sistemas autónomos, electrónica, desarrollo de software, Internet de las cosas (IoT) y la mecánica como herramientas formativas para fortalecer las competencias de los aprendices de automatización y mecatrónica para su aplicación en diferentes sectores industriales
Programas de formación de nivel tecnológico y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología en automatización industrial • Tecnología en diseño e integración de automatismos mecatrónicos
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: SIRA
Justificación de la línea investigación: Los grandes avances mundiales en temas de automatización y control de procesos se han enfocado desde el siglo XXI en temas relacionados con la cuarta revolución industrial, o como se conoce en la actualidad Industria 4.0. Este enfoque tiene como principal objetivo establecer una interconexión entre los diferentes niveles de la cadena productiva, empezando desde la materia prima hasta el producto en manos del consumidor final ⁸ . Por este hecho, el sector industrial colombiano y en especial el SENA, como ente de formación para el trabajo tiene un gran reto y responsabilidad en mantenerse alineado con los avances tecnológicos mundiales. La búsqueda de la implementación de estos modelos tecnológicos emergentes en la industria, se encuentran ligados a la incorporación de nuevos instrumentos de mejora en los procesos de optimización de la producción y del producto, basado en los cuatro siguientes enfoques ⁹ : <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de producción: la digitalización permite proceso de producción más eficientes. • Logística: permite el flujo más eficiente de mercancías e información, permitiendo conocer en tiempo real el estado de las diferentes etapas de producción. • Fidelización de clientes: Atención al cliente enfocado en sus necesidades.

⁸ Industria 4.0 en Alemania diciembre 2017, ICEX España exportaciones e inversiones.

⁹ La estrategia alemana industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización. 2016.

<p>Nombre de la línea de investigación: Automatización - Industria 4.0</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Productos híbridos y servicios inteligentes: supervisión de maquinaria, realización de reparaciones y mantenimiento para lograr un flujo continuo en la cadena productiva <p>Todo esto buscando mejorar el sector industrial que es el sector, en el cual se basa la mayor parte del crecimiento económico del país.</p> <p>La economía de Colombia en particular, durante 2017 tuvo un crecimiento por debajo del 2%, pero del poco crecimiento obtenido en este periodo estuvo liderado desde la industria por el sector agropecuario. Para fortalecer el crecimiento económico en los demás sectores, desde la ANDI en su informe "Balance 2017 Perspectivas 2018" es posible identificar diferentes temas que pueden aportar de forma significativa al futuro crecimiento económico de la nación. Estos temas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelos de transformación digital • Fortalecimiento de la cadena de valor en el sector de Agroindustria. • Infraestructura y logística, enfocados en servicios competitivos en tecnología de comunicaciones e información • Encadenamiento productivo para fortalecer las cadenas de valor. • Sostenibilidad ambiental • Educación • Innovación y emprendimiento <p>Cada uno de estos temas apunta a fortalecer la estructura de manejo de la información de todo el proceso, es por esto que nos encontramos en el comienzo de una nueva revolución que está cambiando la forma en cómo vivimos, trabajamos y nos relacionamos.</p> <p>Con esto en mente, desde el SENA se busca implementar tanto en las aulas de formación como en la formulación de proyectos, el enfoque STEM y los modelos de Industria 4.0 donde se busca impactar de forma transversal a diferentes sectores industriales. En Colombia, en una encuesta liderada por la ANDI en el 2016 y en el 2017 sobre "Transformación digital 2017", se evidencian cambios significativos en la percepción de la industria de diferentes sectores sobre los desafíos de esta era tecnológica.</p> <p>Según la encuesta el 65.1% de los empresarios manifestaron que conocen el término industria 4.0 o en su defecto la cuarta revolución industrial, la cual aumentó de forma significativa en relación al año anterior que tuvo un porcentaje de 43.7%. También se evidenció un crecimiento en temas de estrategias de transformación digital en el sector industrial donde las empresas ven en un futuro que el 60.9% en 2017 tendrán una transformación digital, en el 2016 este valor era de 21.9%. Además, de los empresarios que contestaron que usaban tecnologías digitales, las más representativas son Cloud Computing 74.5%, Data Analytics (58.2%), e-commerce (58.2%), mercadeo digital (45.5%), internet de las cosas (41.8%) y el uso de robots (34.5%).</p> <p>Es importante destacar como ha sido la inversión de los empresarios para mejorar su cadena productiva, particularmente en la industria de manufactura en 2017 la inversión estuvo en un rango de 50,000 a 500,000 USD la cual se enfocó principalmente en la automatización de procesos (81.8%), en la reducción de costos (54.5%), y además de lograr disrupción en su propia industria u otras industrias (45.5%). Para lograr estos cambios esperados según la inversión realizada, es necesario crear una cultura de innovación tecnológica que brinde herramientas necesarias para el cierre de brechas en diferentes sectores de la industria.</p> <p>En 2018, la ANDI en conjunto con diferentes sectores académicos e industriales crean un documento llamado "Cierre de brechas de innovación y tecnología" donde permite visualizar cuáles son esas estrategias (hoja de ruta) que deben implementarse en los diferentes sectores para que los avances tecnológicos se encuentren alineados con los avances mundiales (ANDI, Innpulsa, & VTSAS, 2018). En particular para el caso de la robótica y automatización, en el informe se evidencian que la tecnología, patentes y la planeación tecnológica son brechas que deben buscarse cerrar para poder lograr que las empresas sean competitivas en el sector. Por este hecho se busca fortalecer los programas de formación para que se logren fortalecer en los aprendices estos temas de relevancia tanto nacional como internacional.</p>
<p>Articulación con la Proyección Social:</p> <p>La innovación tecnológica de los diferentes sectores industriales no solo depende de los recursos invertidos para ello, sino también, en la creación de capacidades transversales y proyectos generados desde los diferentes entes educativos presentes en el país. Por este hecho, desde el SENA se ve la necesidad de ofrecer a la comunidad programas de formación que busquen fortalecer capacidades que les permita a las industrias avanzar en sus procesos de innovación tecnológica.</p>
<p>Articulación con la Formación:</p> <p>El SENA Centro Metalmeccánicos ve en sus programas de formación del área de automatización y mecatrónica (tecnólogo en automatización industrial y tecnólogo en diseño e integración de automatismos mecatrónicos) y en ejecución de proyectos una forma de fortalecer desde el sector educativo, las competencias requeridas para lograr los avances necesarios en temas de innovación tecnológica en los diferentes sectores industriales. Para ello, se busca implementar las siguientes estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso del modelo STEM como estrategia de enseñanza para los aprendices del área de automatización y mecatrónica, enfocada en prototipos a pequeña escala de los procesos industriales. • Formulación y ejecución de proyectos relacionados con la línea de investigación del área de automatización, ya que estos permiten materializar las estrategias de innovación tecnológica. • Programa de semillero de investigación donde se permita a los aprendices fortalecer y profundizar en conocimientos teóricos, prácticos e investigativos en temas de automatización y/o mecatrónica.

Nombre de la línea de investigación: Automatización - Industria 4.0
<ul style="list-style-type: none"> Participación de aprendices en la formulación y ejecución de los proyectos del área. Implementar la modalidad de contrato de aprendizaje para la vinculación de aprendices en proyectos en ejecución. Donde el aprendiz desarrollará actividades de investigación aplicada.

Fuente: GICEMET - CMM

Tabla 8. Línea de investigación mantenimiento industrial

Nombre de la línea de investigación: Mantenimiento industrial
Objeto de la línea de investigación: Prestar servicios tecnológicos de diseño, fabricación, montaje y mantenimiento de sistemas mecánicos.
Programas de formación de nivel tecnólogo y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> Tecnología en Fabricación de moldes y troqueles Tecnología en Fabricación de productos plásticos por inyección y soplado Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC Técnico en Transformación de polímeros por inyección Tecnología en Mantenimiento mecánico industrial Tecnología en Mantenimiento electromecánico industrial Técnico en Mecanizado de productos metalmeccánicos
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: SIEM- Semillero de investigación para la innovación electromecánica.
Justificación de la línea investigación: Grandes cambios han ocurrido en el mundo, en la economía y en las industrias desde 1965 con el desarrollo de análisis- Causa-Raíz (RCA). Uno de ellos es la globalización que da paso a una economía de escala donde la competencia es cada vez mayor tanto a nivel de tecnología como en cobertura comercial. Es así, que estos nuevos desafíos han generado una transformación de las áreas de mantenimiento en las empresas, dando como resultado que el mantenimiento pase a ocupar un nivel de mayor importancia, y, en consecuencia, que el rol a desempeñar del talento humano frente al nuevo escenario exija que el perfil requerido de profesional de mantenimiento sea cada vez más especializado. Es por ello que se debe tener en cuenta los cinco enfoques diferentes presentados a continuación los cuales buscan dar mayor claridad del panorama a nivel nacional.
<p>1. VALOR ACTUAL DEL MANTENIMIENTO</p> <p>De acuerdo al diagnóstico realizado por la Asociación Colombiana de Ingenieros Mecánicos, Eléctricos y afines (ACIEM) nodo Bogotá en 2015 de las características del mantenimiento mejor valoradas está; la calidad de los trabajos o servicios con un 29%, en un 63% se considera que genera un impacto alto, es decir que dos de cada tres empresas consideran que el mantenimiento tiene alto impacto en su negocio, ya que adicionalmente la relación de mantenimiento con la seguridad y salud ocupacional se encuentra centrada en el hecho que evalúa el riesgo en una proporción del 21% analizando los incidentes y accidentes, en un 19% salud en el trabajo y el 17% tareas de alto riesgo, lo cual indica que mantenimiento percibe la salud ocupacional como de mayor importancia en las tareas de mantenimiento frente a otras generalmente comunes, no sin dejar de lado el hecho que el perfil de mantenimiento del personal requerido debe contemplar un mayor grado de especialización en sus actividades y, por este motivo, han identificado la necesidad de contar con los tres niveles de formación tanto técnica, tecnológica y profesional (ACIEM, 2015).</p> <p>2. IMPORTANCIA DE LA FORMACIÓN EN MANTENIMIENTO.</p> <p>De acuerdo a los análisis adelantados por el DANE a nivel nacional la formación para el trabajo impartida tiene una cobertura dentro de la subcategoría de industria y producción del 10.9% dando como resultado el mejoramiento del desempeño laboral. Indicando la necesidad de ampliar la cobertura y la pertinencia de los programas de formación y estableciendo estrategias como la relacionada en el marco de la implementación del CONPES N°3862 de 2016, el cual establece los lineamientos para el fortalecimiento del sistema de formación de capital humano, a través de un nuevo convenio entre Colciencias y Colfuturo para el período 2017-2025. De ahí que la mayoría de empresas del sector industria optimizaron los procesos de producción y de prestación de servicios y mejoraron la calidad del producto en un 29.7% después de la capacitación. En tanto los criterios más importantes que tienen en cuenta para la búsqueda de personal es en primer lugar el conocimientos y habilidades específicas respecto de la ocupación a desempeñar con un 34,6% en el sector industrial, la experiencia laboral previa ocupa el segundo lugar con un 21,4%, y en tercer lugar la responsabilidad y compromiso con un 16,6%. Enfocándonos en ese primer lugar anidado en los conocimientos y habilidades COLCIENCIAS en el libro verde 2030 de política nacional de ciencia e innovación saca a flote que la principal preocupación es la calidad de la educación.</p> <p>Por otro lado la ANDI en asociación con otras tres instituciones en 2018 en el documento denominado cierre de brechas de innovación y tecnología denota que la evolución y tendencia a nivel mundial es trazar tres horizontes, de corto, mediano y largo plazo orientados</p>



Centro Metalmeccánico
Distrito Capital



Nombre de la línea de investigación:

Mantenimiento industrial

al uso moderado de la fuerza de trabajo, el entrenamiento básico y a la integración completa del uso de las tecnologías en la ejecución del mantenimiento, incorporando sensores que recolecten la información del estado de las máquinas y en la implementación de algoritmos que permitan el monitoreo remoto automático, apoyado en soluciones de realidad virtual y análisis en tiempo real. Todo ello respaldado con el uso del internet de las cosas permite pasar más rápidamente de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento de condición de servicio autónomo apoyado en el uso adecuado de la IA (Inteligencia artificial) combinando a la tecnología robótica que permitan soportar operaciones de la planta y del mantenimiento utilizándolos en áreas peligrosas, siendo capaces de auto adaptarse a los cambios severos. Por ello, la transferencia de tecnología, capacitación en mantenimiento y reparación de estas tecnologías cobra mayor importancia.

La formación directa en estas áreas de tecnología de avanzada tiene relación con las titulaciones relacionadas con la mecánica, la electricidad, la electrónica y los sistemas informáticos, teniendo en cuenta que de acuerdo al Observatorio laboral para la educación cerca del 28% de la formación es de nivel tecnológico y un 4.5% de nivel técnico profesional, donde el 88.2% de programas técnicos se encuentran enfocados a mantenimiento electromecánico.

Una estrategia presentada por la UNESCO, denominada Estrategia para la enseñanza y formación técnica y profesional EFTP, (2016) en Francia, establece que se debe garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad promoviendo oportunidades de aprendizaje, aspira a apoyar los esfuerzos de los estados miembros para aumentar la pertinencia de sus sistemas de EFTP y dotar a todos los jóvenes y adultos con las competencias necesarias para el empleo, el trabajo decente, el espíritu empresarial y el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

Atendiendo a las apreciaciones antes mencionadas relacionadas a la pertinencia y calidad de la formación técnica, se establece el orientar técnicamente soportados en equipos didácticos que cumplan con las condiciones donde existan sistemas de aprendizajes completos que obedezcan a un diseño profesional del ambiente de formación basado en estándares internacionales, donde permita la flexibilidad de los espacios. De esta manera, en el mismo espacio se pueden impartir cursos de formación en electrotécnica básica montaje de sistemas mecánicos, mantenimiento preventivo y mantenimiento basado en la condición de servicio, programación de variadores de frecuencia electrónicos, electrónica analógica y digital entre un sinnúmero de opciones de acuerdo a la competencia a orientar, así como clases magistrales o conferencias. Además de los equipos, propiamente dicho, también cuenta con manuales de prácticas específicas tanto para el aprendiz como para el instructor, manual de operación y mantenimiento que permite comparar el estado inicial y final donde se puede localizar errores de forma metódica.

3. LA INNOVACIÓN EN MANTENIMIENTO:

En correspondencia con el análisis realizado por el DANE, emitido 1 de diciembre de 2017, arrojó como principal factor que el actor que más buscan las empresas para hacer innovación es el SENA con un 17% por encima de las universidades o Colciencias, esto debido al avance y actualización en tecnología dispuesta en los diferentes ambientes de formación, que a su vez como en el caso del Instituto Politécnico Nacional de México de acuerdo al modelo educativo de los Cecati, cuenta con equipos didácticos industriales vinculados con la realidad facilitando el aprendizaje auténtico, rico y significativo. Con esta premisa deben diseñarse los equipos didácticos que permitan el aprendizaje constructivista realizado a través de un proceso mental, y finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo. Siguiendo este concepto Falcón (2009), afirma que en el diseño de los equipos didácticos debe tomarse en cuenta qué porcentaje se aprende:

- 10% de lo que se lee
- 20% de lo que se oye
- 30% de lo que se ve
- 50% de lo que se ve y oye
- 70% de lo que se dice mientras se habla
- 90% de lo que se dice mientras se hace

Por lo tanto, la memorización de la información que se almacena puede ser útil para aprobar un examen, sin embargo, impide la correcta integración que permite la aplicación del conocimiento en modo práctico en la continuidad de la propia formación. Es aquí donde se aprecia la importancia de los equipos didácticos industriales, que deben cumplir tres características principales: seguros, estimulantes y rápidos.

De acuerdo con Falcón (2009), algunas de sus ventajas son:

- El aprendiz debe reducir los riesgos en conexiones erróneas.
- El aprendiz realiza las prácticas en tiempos más cortos.
- El instructor simula fallas que pueden presentarse en situaciones reales.
- El equipo tiene la flexibilidad para que el instructor implemente prácticas adicionales a las ya establecidas.
- Facilita la evaluación del instructor.

<p>Nombre de la línea de investigación: Mantenimiento industrial</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Fomenta el trabajo en equipo. <p>Como anteriormente se mencionaba la importancia del uso de equipos didácticos se basa en la teoría del constructivismo, donde todo aprendizaje supone una construcción que se hace a través de un proceso mental, y finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo. Pero en este proceso no es solo el nuevo conocimiento lo que se ha adquirido, ante todo, la posibilidad de construirlo generando habilidades y destrezas.</p> <p>Existen empresas dedicadas al diseño y fabricación de equipos didácticos industriales —para capacitación de personal técnico— aptos para emular procesos industriales ya que cuentan con diseño atractivo, programación de prácticas establecidas y objetivos claros, como Energy Concepts Inc. (2009), Edutelsa (2009), Festo (2009), De Lorenzo (2009), SMC (2009). Las ventajas son: capacitación amena y rápida, mayor seguridad, planeación de prácticas, y soporte técnico definido. Entre sus desventajas: costo inicial muy alto, requiere capacitación para el instructor y dependencia tecnológica de una empresa.</p> <p>Los equipos didácticos industriales son el medio físico idóneo mediante el cual se entrenan los técnicos para desarrollar habilidades y destrezas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el proceso de enseñanza y aprendizaje se realiza con equipos industriales no aptos para tal objetivo.</p> <p>Si bien en el mercado hay empresas dedicadas al diseño y fabricación de equipos didácticos industriales para capacitación de personal técnico con la suficiente calidad y garantía, sus costos suelen ser muy altos. En este contexto, es importante promover el desarrollo y uso de equipos para el aprendizaje que cumple con la filosofía del modelo educativo basado en normas de competencia.</p> <p>4. COBERTURA DEL MANTENIMIENTO.</p> <p>De acuerdo al PROGRAMA DE TRANSFORMACION PRODUCTIVA, (2018) de ACOPI, se puede evidenciar que Bogotá concentra un 36.4 %, del tejido empresarial manufacturero de un total de 7444 empresas a nivel nacional. Teniendo en cuenta que no solo son las grandes empresas, sino que también las pymes representan el 66% del total de empresas del sector de manufactura y generan el 56% del total de la producción nacional.</p> <p>5. EL FUTURO EN MANTENIMIENTO</p> <p>De acuerdo a CONFECAMARAS, Red de cámaras de comercio. (2016). En el documento Nacimiento y supervivencia de las empresas en Colombia, la tasa de entrada de empresas sigue un patrón similar al comportamiento de la actividad económica. En la medida que el crecimiento del PIB aumenta, también lo hace la dinámica de creación de empresas y constituye un termómetro de la situación económica nacional interpretada desde la realidad empresarial. Por ello, la baja tasa de supervivencia empresarial observada en el país, es un llamado a apoyar la consolidación de las empresas, principalmente las medianas y pequeñas, en aspectos como: asistencia técnica focalizada en mejorar la productividad y diferenciación de los productos a través de la innovación, apoyo en el diseño de nuevos procedimientos y herramientas adecuadas para la ejecución del mantenimiento, y la mejora en la asistencia y calidad de los servicios de mantenimiento. Dicha intervención basada en que el subsector de mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo constituye un 21.6% del 20% del sector industria, requiriendo un apoyo significativo en el diseño y fabricación de prototipos funcionales basados en el análisis específico de marco lógico y evidenciado en la formulación de proyectos innovadores y siguiendo el planteamiento de la i + D + I.</p>
<p>Articulación con la Proyección Social:</p> <p>Desde el punto de vista académico la proyección social se concibe como una de las estrategias más usadas en la formación integral ya que implica replantear constantemente el carácter socio humanístico de los diseños curriculares existentes y de las metodologías de enseñanza-aprendizaje-evaluación, permitiendo restablecer la confianza en los procesos de formación toda vez que adquieren mayor pertinencia en concordancia con el cambio en las tecnologías y la evolución de la industria. Persigue generar conciencia en la identificación y análisis de necesidades existentes en el día a día, y en la generación de soluciones mediante la incorporación de proyectos dentro de las acciones de formación tendientes a resignificar el concepto de formación profesional integral desde el ámbito de docencia- proyección social- investigación.</p> <p>Es así como, siguiendo los lineamientos de la Política de investigación del SENA relacionado en el marco del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, ya se encuentran relacionados con los objetivos que soportan la visión y la misión de las actividades asignadas al SENA.</p>
<p>Articulación con la Formación:</p> <p>Por medio de este plan se pretende desarrollar las competencias investigativas de la comunidad académica a través de las siguientes estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar la generación de proyectos tecnológicos y formativos mediante el diseño y fabricación de prototipos funcionales.

Nombre de la línea de investigación: Mantenimiento industrial
<ul style="list-style-type: none"> • Producir el material didáctico bibliográfico para la ejecución de la formación profesional integral desarrollada en los bancos de entrenamiento. • Desarrollar bancos de entrenamiento técnico como apoyo al desarrollo de la formación profesional integral. • Incrementar el nivel investigativo del grupo de investigación mediante vínculos de carácter académico con entidades públicas y privadas.

Fuente: GICEMET - CMM

Tabla 9. Línea de investigación manufactura, subproceso manufactura aditiva

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso manufactura aditiva
Objeto de la línea de investigación: Estudiar los procesos de manufactura para generar innovaciones en sectores industriales
Programas de formación de nivel tecnológico y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología en Fabricación de moldes y troqueles • Tecnología en Fabricación de productos plásticos por inyección y soplado • Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC • Técnico en Transformación de polímeros por inyección • Tecnología en Mantenimiento electromecánico industrial • Técnico en Mecanizado de productos metalmeccánicos
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: CARPLAS, SIMEC
Justificación de la línea investigación: La manufactura aditiva (AM), también conocida como impresión 3D o prototipo rápido, se define como un proceso de unión de materiales para hacer objetos a partir de datos de un modelo tridimensional, generalmente, una capa sobre otra. (ASTM International, 2013). Habitualmente, un proceso de manufactura aditiva consta de tres pasos: <ul style="list-style-type: none"> • Un diseño CAD se exporta a un archivo que pueda ser procesado por una máquina de manufactura aditiva, generalmente un archivo STL. • El archivo es procesado por un software Slicer que de acuerdo al tipo de material, proceso y máquina genera los comandos para que se fabrique la pieza. • La parte se fabrica capa a capa en la máquina de manufactura aditiva. Se considera que existen diferentes tecnologías de manufactura aditiva según sea el principio o técnica por el cual se crean y depositan las capas de material como se muestra en la siguiente tabla. (Diegel, 2014)

Categorización de los procesos de manufactura

Additive Manufacturing (AM) Processes														
Process	Laser Based AM Processes				Extrusion Thermal	Material Jetting	Material Adhesion	Electron Beam						
	Laser Melting		Laser Polymerization											
Process Schematic														
Name Material	SLS	█	DMD	█	SLA	█	FDM	█	3DP	█	LOM	█	EBM	█
	SIM	█	IENS	█	SGC	█	Robocasting	█	IJP	█	SFP	█		
	DMLS	█	SLC	█	LTP	█			MJM	█				
			LPD	█	BIS	█			BPM	█				
				HIS	█			Thermojet	█					
Bulk Material Type		Powder	█	Liquid	█	Solid	█							

Fuente: (Bikas, Stavropoulos, & Chryssolouris, 2016)



Centro Metalmecánico
Distrito Capital



Nombre de la línea de investigación:

Manufactura, subproceso manufactura aditiva

Actualmente, las tecnologías de AM son tecnologías de manufactura en desarrollo creciente, próximas a alcanzar su madurez, que complementan tecnologías ya bien establecidas como el mecanizado de metales (manufactura sustractiva) o las tecnologías de inyección de plásticos (manufactura por conformado). Desde el punto de vista económico, es importante hacer notar que la tasa de crecimiento de ventas de máquinas de manufactura aditiva es muy superior con respecto al de máquinas-herramientas lo que pone en evidencia el interés de las empresas en implementar AM y, por tanto, la necesidad de personal preparado en manejar este tipo de sistemas.

Al compararse con tecnologías maduras de manufactura, la AM presenta ventajas y desventajas como se comenta a continuación:

Ventajas

- Uso eficiente de material y recursos: Frente al mecanizado que presenta desperdicio de material en forma de viruta, la AM puede tener menor desperdicio ya que, según la tecnología, solo se requiere material para las capas o el material sobrante puede ser reutilizado como en el caso de SLS y SPF
- Flexibilidad de forma de las partes: Muchas tecnologías de AM permiten la creación de geometrías de cualquier forma o con agujeros internos que no se podrían realizar por mecanizado o conformado.
- Flexibilidad de producción: Los métodos de AM son prácticamente libre de configuración de máquina o herramientas por lo que los tiempos y costos asociados a alistamiento y herramienta son bajos.
- Creación de materiales compuestos: Algunas tecnologías de AM permiten trabajar materiales con variación en su composición y, por tanto, variaciones en sus propiedades fisicoquímicas en gradiente. Esto diferente a los materiales generalmente homogéneos que se trabajan en mecanizado y conformado.

Desventajas

- Baja resistencia mecánica: Los procesos de AM generalmente producen sólidos con porosidad no deseada y con propiedades anisotrópicas debido a la característica de imprimir capa a capa.
- Tamaños de producción: Las máquinas de manufactura aditiva tienen volúmenes de trabajo que en algunas ocasiones llegan a 1 m x 1 m x 1 m. Las máquinas herramientas de mecanizado pueden fácilmente superar esos volúmenes de trabajo.
- Imperfecciones: Los principios con los cuales funcionan las máquinas de AM hacen que las piezas presenten acabado superficial bajo y porosidad en su interior que puede requerir un pos proceso que no tienen los procesos de mecanizado.
- Tiempo de producción unitario elevado: El método de generación capa a capa, algunas veces del orden de centésimas de milímetro, hace que el tiempo de producción pueda ser de horas.
- Costo: El costo de producción unitario en términos de costo de material, hora máquina y consumo de energía es elevado frente a los procesos de mecanizado y conformado. Esto lo hace poco competitivo cuando se requiere producción en serie.

En cuanto a innovación, las ventajas suponen una oportunidad para desarrollar productos y modelos de negocio, mientras las desventajas son oportunidades para investigaciones y desarrollos en el área de propiedades mecánicas y capacidades de producción de los sistemas de AM.

Las piezas fabricadas mediante AM tienen diversas aplicaciones en sectores como el metalmecánico, dispositivos médicos, automotriz, confección, electrodomésticos y, en menor medida, en posconsumo y cosméticos. Estas industrias a su vez han sido identificados como sectores industriales con potencial de crecimiento en Colombia, pero que requieren de estrategias para cerrar brechas tecnológicas que ayuden a aumentar su competitividad (ANDI, Innpulsa, & VTSAS, 2018). En cada uno de estos sectores, la manufactura aditiva puede considerarse a lo largo de la cadena de valor en varias etapas de las fases de diseño y fabricación de un producto. En la fase de diseño ayuda a procesos de diseño concurrente y en la creación de prototipos funcionales. En la fabricación resulta útil en la obtención de lotes de pocas unidades y abre nuevos campos como la fabricación personalizada, a medida o en casa (Giffi, Gangula, & Illinda, 2014), porque brinda la oportunidad al usuario de ser parte activa del diseño y así obtener un resultado que satisfaga sus expectativas (Levchenko, 2015). Además, la AM no solo permite la creación de productos terminados sino la creación de piezas de repuesto e incluso de herramienta rápida como moldes para conformado de polímeros sin necesidad de incurrir en costos elevados de stocks o alistamiento.

Por todo lo anterior, el desarrollo de una línea de investigación en manufactura aditiva en el grupo GICEMET es tanto una oportunidad como una necesidad para el Centro Metalmecánico del SENA y sus programas de formación. La AM es una tecnología en proceso de maduración alrededor de la cual se pueden desarrollar proyectos de investigación, desarrollo e innovación del cual se desprenderán productos tanto de investigación como la posibilidad de modelos de negocio en torno a esta tecnología.

Articulación con la Proyección Social:

La Proyección Social es una de las funciones sustantivas de una Institución de Educación Superior (IES), esto es un aspecto a tener en cuenta en los procesos de obtención y renovación de registros calificados de los programas de nivel tecnólogo en el CMM. Esta función describe el establecimiento de procesos permanentes de interacción e integración con agentes y sectores sociales e institucionales lo cual se hará a través de la oferta de servicios tecnológicos en AM tanto para industria como para otras instituciones de educación. Además, la proyección social, entendida como extensión, comprende los cursos complementarios destinados a la actualización, profundización y complementación de competencias en el área de AM para responder a requerimientos de la sociedad, entendida esta como empresas o personas.

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso manufactura aditiva
También se espera que los desarrollos que se hagan en AM en el Centro de formación sirvan para apoyar iniciativas de emprendimiento que requieran de esta tecnología para el desarrollo de productos o que se apoyen en ella para crear modelos innovadores de negocio.
Articulación con la Formación: Por medio de este plan se pretende desarrollar las competencias investigativas de la comunidad académica a través de las siguientes estrategias: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de AM para el apoyo de actividades de enseñanza-aprendizaje mediante la creación de materiales didácticos que involucren y motiven a los aprendices. • Generación de proyectos en semilleros que ayuden a crear y aplicar conocimiento en correspondencia con su nivel de formación. • Creación de una oferta de cursos complementarios y un programa de formación titulada en las áreas de manufactura aditiva y digitalización.

Fuente: GICEMET - CMM

Tabla 10. Línea de investigación manufactura, subproceso mecanizado

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso mecanizado
Objeto de la línea de investigación: Identificar y apropiar procesos de fabricación de engranajes fortaleciendo procedimientos más usados en la industria colombiana y explorando nuevas tecnologías.
Programas de formación de nivel tecnológico y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología en Fabricación de moldes y troqueles • Tecnología en Fabricación de productos plásticos por inyección y soplado • Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC • Técnico en Transformación de polímeros por inyección • Tecnología en Mantenimiento electromecánico industrial • Técnico en Mecanizado de productos metalmeccánicos
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: CARPLAS, SIMEC, SIRA, SIIEM
Articulación con la Proyección Social: La Proyección Social es una de las funciones sustantivas de una Institución de Educación Superior (IES), esto es un aspecto a tener en cuenta en los procesos de obtención y renovación de registros calificados de los programas de nivel tecnológico en el CMM. Además, la proyección social, entendida como extensión, comprende los cursos complementarios destinados a la actualización, profundización y complementación de competencias en el área del procesamiento de plásticos para responder a requerimientos de la sociedad, entendida esta como empresas o personas. También se espera que los desarrollos que se hagan en procesamiento de plástico en el Centro de formación sirvan para apoyar iniciativas de emprendimiento en la caracterización de nuevos materiales y desarrollo de productos que requieran el desarrollo de ventanas de operación para la optimización del proceso de fabricación para el desarrollo de productos o que se apoyen en ella para crear modelos innovadores de negocio. Además, por medio de este plan buscamos crear a futuro una mayor cercanía de nuestros aprendices con la industria mediante proyectos de investigación, en sectores como el automotriz, cosméticos y aseo y dispositivos médicos, alrededor del procesamiento de plásticos. Por medio de nuestra línea de investigación, se desean realizar proyectos que minimicen el impacto sobre el medio ambiente, buscando trabajar en proyectos de reciclado de plásticos, utilización de residuos vegetales, entre otros.
Articulación con la Formación: Por medio de este plan se pretende desarrollar las competencias investigativas de la comunidad académica a través de las siguientes estrategias: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación la caracterización de materiales utilizando materiales reciclados y resinas vegetales para el apoyo de actividades de enseñanza-aprendizaje mediante la creación de materiales didácticos que involucren y motiven a los aprendices. • Selección de materiales y tratamientos térmicos en engranajes según condiciones de operación. • Generación de informes técnicos para cálculo, fabricación, verificación y ensamble de engranajes según normativa técnica. • Generación de proyectos en semilleros que ayuden a crear y aplicar conocimiento en correspondencia con su nivel de formación.

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso mecanizado
<ul style="list-style-type: none"> Creación de una oferta de cursos complementarios y un programa de formación titulada en el procesamiento de resinas plásticas con aditivos vegetales. Ejecución montajes experimentales con los diferentes métodos de fabricación de engranajes.
<p>PLAN ESTRATÉGICO TRIANUAL DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN MECANIZADO</p> <p>Objetivo(s): Identificar métodos de fabricación de engranajes. Ejecutar experimentalmente métodos de fabricación de engranajes Verificar geometrías fabricadas según especificaciones técnicas Documentar fases en formatos técnicos según procedimientos.</p> <p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación métodos convencionales y no convenciones para fabricación de engranajes. Fabricación de engranajes implementando métodos convencionales y no convencionales para fabricación de engranajes. Verificación de engranajes según normatividad técnica. Oferta de una especialización tecnológica en el campo de en procesamiento de plásticos con aditivos vegetales. Procedimiento para documentación durante planeación, ejecución y evaluación del proceso de fabricación de engranajes. Publicación de artículos de investigación en el área de cálculo, fabricación y verificación de engranajes. Formación pedagógica en procesos de manufactura.

Fuente: GICEMET - CMM

Tabla 11. Línea de investigación manufactura, subproceso maquinado y micro-maquinado

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso maquinado y micro-maquinado
Objeto de la línea de investigación: Estudiar la optimización en los procesos de Maquinado y Micro-maquinado multiejes CNC para la obtención de productos a escala micro que impacten en los sectores Industriales, Biomédicos y Aeroespaciales.
Programas de formación de nivel tecnólogo y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC. Tecnología en Mantenimiento electromecánico industrial. Técnico en Mecanizado de productos metalmeccánicos.
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: SIMEC
<p>Justificación de la línea investigación:</p> <p>Ha sido reconocido que las condiciones durante el corte, como son la razón de avance, velocidad de corte y profundidad de corte, deben ser seleccionadas para optimizar la economía de operaciones de maquinado, siendo los jurados de la productividad, costo de manufactura total por componente, entre otros. Este criterio fue estudiado por Taylor (1907), quien mostró que existe una velocidad de corte óptima que podría maximizar la tasa de eliminación de material [1]. Actualmente, las Industrias manufactureras tienen gran dependencia sobre la competencia y experiencia de operadores de máquina herramienta para la selección óptima de condiciones y herramientas de corte. Considerables esfuerzos están aún en progreso sobre el uso de manuales basados en condiciones de corte conservadoras y selección de herramienta en el nivel de planeación. El efecto más adverso de una práctica no muy científica es el decrecimiento de productividad debido al uso no óptimo de capacidad del proceso. La necesidad de seleccionar e implementar condiciones de mecanizado óptimas y la herramienta de corte más adecuada se ha observado en las últimas décadas. A pesar de los primeros trabajos de Taylor sobre el establecimiento de velocidades de corte óptimas en las vueltas de un solo paso, el progreso ha sido lento ya que todos los parámetros de corte deben optimizarse. [1]</p> <p>La falta de disponibilidad de la ecuación de rendimiento tecnológico requerida representa un obstáculo importante para la implementación de condiciones de corte optimizadas en la práctica. Esto se debe a que se requieren pruebas exhaustivas para establecer ecuaciones de rendimiento empírico para cada combinación (material de trabajo, recubrimiento de herramienta, operación de mecanizado determinada, etc.), concluyendo en estudios que pueden ser bastante costosos cuando se considera un amplio espectro de operaciones de mecanizado.</p> <p>Si bien se encuentran conjuntos completos de ecuaciones en algunos Manuales rusos (Ai y otros, 1966; Ai y Xiao, 1985; Kasilova y Mescheryakov, 1985), así como en el manual estadounidense (ASME 1952) y Kroneberg (1966), la mayoría de los autores no incluyeron discusiones sobre herramientas más modernas, nuevos materiales de trabajo y recubrimientos de herramientas.</p> <p>Se encuentran dificultades para localizar las ecuaciones de rendimiento empírico para los diseños de herramientas modernos porque están ocultos bajo bases de datos computarizadas (Sandvik 1981), como se observó en investigaciones recientes (Armarego y Ostafiev 1998, Ostafiev 1999).</p>



Nombre de la línea de investigación:
Manufactura, subproceso maquinado y micro-maquinado

Existen diferentes procesos para la optimización de un proceso de manufactura.

Resumen de técnicas de optimización en maquinado [1]

Technique	References	Tools used	Remarks
Lagrange's method	Brewer (1966); Bhattacharya et al (1970)	Lagrange's multiplier	Used for constrained optimization
Geometric programming	Walvekar & Lambert (1970); Petropoulos (1973); Gopalakrishnan & Khayyal (1991)	Theory is based on the arithmetic-geometric mean inequality	Optimization technique developed for solving a class of nonlinear optimization problem especially found in engineering design and manufacture
Goal programming	Sundaram (1978)	Goal programming combines the logic of optimization in mathematical programming with the decision maker's desire to satisfy several goals	Form of multi-objective optimization
Dynamic programming	Agapiou (1992)	A collection of algorithms used to compute optimal policies given a perfect model of environment	Solving sequential or multi-stage decision problems by solving a series of single variable problems
Fuzzy logic	Kosko (1997); Klir & Yuan (1998)	Fuzzy interface engine & fuzzification – defuzzification module	Based on a machining model which works on human common-sense reasoning, decisionmaking and other concepts of human cognition
Genetic algorithm	Kuo (2002); Wang (2004)	A CGI (common gateway interface) program	Based on a machining model developed from theoretical analysis, experimental database and numerical methods
Scatter search	Chen (2003)	A program designed by Laguna and Marti in C code	A generalized optimization methodology for machining problems that has no restrictive assumptions about objective function, parameter set and constraint set
Taguchi technique	Pignatiello (1993); Tsui (1999); Singh & Kumar (2003, 2004, 2005)	Design of experiments, Orthogonal arrays, ANOVA	Based on actual experimental work and determination of optimum conditions using statistical tools
Response surface methodology	Taraman (1974); Hassan & Suliman (1990); Baradie (1993); Noordin (2004)	Design expert software (DX6)	Based on a machining model developed by mathematical and statistical techniques

Uno de los métodos aplicados es el de la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) [2][3], que, por medio de la experimentación y la realización de inferencias, características gemelas de la metodología científica general, se obtienen resultados requeridos en optimización. La estadística como disciplina científica está principalmente diseñada para lograr estos objetivos. La planificación de experimentos es particularmente muy útil para derivar conclusiones claras y precisas de las observaciones experimentales, sobre la base de las cuales las inferencias se pueden hacer de la mejor manera posible. La metodología para hacer inferencias tiene tres aspectos principales. [2][3]

1. Establece métodos para extraer inferencias a partir de observaciones cuando éstas no son exactas, están sujetas a variaciones. Las inferencias no son exactas, sino de naturaleza probabilística.
2. Especifica métodos para la recopilación de datos de manera apropiada, de modo que se satisfacen las suposiciones para la aplicación de métodos estadísticos apropiados.
3. Por último, se diseñan técnicas para una interpretación adecuada de los resultados.

Las ventajas del diseño de experimentos según lo informado por Adler et al (1975) y Johnston (1964) son las siguientes. [4]

1. El número de ensayos se reduce.

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso maquinado y micro-maquinado
<p>2. Se pueden determinar los valores óptimos de los parámetros.</p> <p>3. Se puede hacer una evaluación del error experimental.</p> <p>4. Se puede hacer una estimación cualitativa de los parámetros.</p> <p>5. Se puede hacer una inferencia sobre el efecto de los parámetros aplicadas a las características del proceso.</p> <p>Hacia la innovación, el emerger de la miniaturización de las tecnologías ha resultado ser un gran precedente para el desarrollo de nuevos productos en varios de los sectores manufactureros del mundo. La fabricación de pequeños componentes requeridos por la industria tiene actualmente una demanda mundial que se puede observar en la elaboración de piezas de alta precisión en la producción aeroespacial, automotriz, biomédica, electrónica, de telecomunicaciones, joyería, entre otras.</p> <p>La combinación además de la alta precisión, robustez y flexibilidad que generan las máquinas multiejes CNC para procesos como el micro-maquinado más la optimización del proceso de fabricación, ofrecen la posibilidad de realizar cadenas de fabricación de productos en masa, lo cual hace que sea aún más llamativo el desarrollo de esta clase de proceso de manufactura.</p> <p>Por lo anteriormente expuesto, es de gran importancia obtener información experimental y teórica sobre un proceso como el mencionado. Su gran campo de acción lo posiciona como uno de los procesos de manufactura referentes para un futuro no muy lejano en Colombia.</p> <p>Articulación con la Proyección Social: Se define la proyección Social, como una de sus actividades misionales, responsable de la transferencia y comunicación del conocimiento que genera impacto en la comunidad y reconocimiento en el entorno a través de diferentes estrategias (UCC).</p> <p>Aplicado a la línea de investigación, se pueden generar programas para la fabricación de micro-productos destinados a la industria manufacturera nacional, logrando así, planes de conformación de alianzas público-privadas favoreciendo siempre la formación del aprendiz SENA.</p> <p>La generación de Investigación en un proceso de Micro-maquinado en el CMM, hace que el SENA, una institución de formación para el trabajo, sea la pionera en la generación de futuros técnicos y tecnólogos que manejen este tipo de procesos de manufactura en la región, teniendo en cuenta, además, un componente de optimización, lo cual enfoca la mejora continua de los procesos de manufactura llevados a cabo en el SENA.</p> <p>Se genera entonces investigación en un proceso de manufactura innovador y de gran aplicación en varios sectores manufactureros del mundo, alcanzando a generar productos de alta calidad a nivel investigativo, logrando así, desbancar en esta área, a varias de las grandes instituciones de educación superior a nivel nacional.</p> <p>Articulación con la Formación: Este plan, pretende desarrollar las competencias investigativas de la comunidad académica SENA a través de las siguientes estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Planes de Optimización a procesos de Micro-maquinado para el mejoramiento de fabricación de micro-piezas. • Generación de proyectos en semilleros aplicando metodologías de investigación correspondientes a la fabricación de micro-piezas. • Generación de oferta de cursos en Optimización de Procesos y Micro-maquinado multiejes CNC. <p>PLAN ESTRATÉGICO TRIANUAL DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN MAQUINADO Y MICRO-MAQUINADO</p> <p>Objetivo(s): Desarrollar la línea de investigación en Maquinado y Micro-maquinado Multiejes CNC para apropiar tecnología mediante proyectos de investigación, innovación y desarrollo.</p> <p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de elementos de equipos Odontológicos. • Desarrollo prótesis Odontológicas. • Publicación de artículos de investigación en el área de Maquinado y Micro-maquinado. <p>Oferta de una especialización tecnológica en el campo de Maquinado y Micro-Maquinado.</p>
Fuente: GICEMET - CMM

Tabla 12. Línea de investigación manufactura, subproceso plásticos

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso plásticos
Objeto de la línea de investigación:



Centro Metalmeccánico
Distrito Capital



Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso plásticos
Estudiar los procesos de transformación de plásticos. Se hace énfasis en la caracterización de los materiales plásticos y las condiciones de procesamiento por inyección de plásticos, calidad de la pieza moldeada.
Programas de formación de nivel tecnológico y técnico del CMM relacionados con la línea de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología en Fabricación de moldes y troqueles • Tecnología en Fabricación de productos plásticos por inyección y soplado • Tecnología en Diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC • Técnico en Transformación de polímeros por inyección • Tecnología en Mantenimiento electromecánico industrial • Técnico en Mecanizado de productos metalmeccánicos
Nombre de los Semilleros que participan en la línea de investigación: CARPLAS, SIMEC, SIRA, SIIEM
Justificación de la línea investigación: Las piezas fabricadas en materiales plásticos tienen diversas aplicaciones en industrias como automotriz, cosméticos y aseo y dispositivos médicos. Según estudio de la ANDI, el sector Automotriz tuvo un porcentaje de participación de aproximadamente un 2,42% en la producción total del país en manufactura y en Bogotá del 6,08%. Cifra que destaca la importancia de este sector. Adicionalmente, el porcentaje del potencial de innovación en las tendencias de negocio vehículos movidos con energías alternativas (35%), vehículos inteligentes y autónomos (38%), vehículos de alta seguridad (33%), componentes para autos voladores (26%), oferta de autopartes más livianas y de menor impacto ambiental (18%) y manufactura flexible e integrada con clientes y aliados comerciales (25%) muestran el desarrollo prometedor en este sector. Con respecto al sector cosmético, la competitividad de Colombia para la producción de cosméticos y productos de aseo, la ha consolidado como la cuarta industria manufacturera con mayores exportaciones en el país. (DANE, 2015). El mercado en Colombia ascendió en 2015 a US\$4.885 millones de dólares, 4.3% más que en 2014. En el año 2015 el subsector cosmético representó el 58% de la producción, seguido por los subsectores de absorbentes con una participación del 22% y aseo con el 20% (ANDI, 2015). El porcentaje potencial de innovación en las tendencias de negocios cosmética verde (23%), productos dermo-nutri-cosméticos (20%), cosméticos con protección a ataques del ambiente (14%) y la cosmética personalizada (37%) muestran que es un sector que seguirá creciendo en los próximos años. En esta industria se debe almacenar el bulk en envases, la gran mayoría de ellos plásticos, por tanto, el crecimiento de esta industria jalonará el crecimiento de la industria del procesamiento de plásticos. Esto es confirmado por el porcentaje de participación que tuvo, aproximadamente un 5,39% en la producción total del país en manufactura. Los departamentos en los cuales el sector Cosméticos y Aseo tiene una mayor producción del total nacional son Valle, Cundinamarca, Antioquia y Bogotá. Así mismo, en los departamentos de Atlántico, Cundinamarca y Bogotá, este tiene el mayor peso, indicando su gran importancia a nivel departamental. El porcentaje del sector Cosméticos y Aseo en la producción bruta departamental de manufactura en Bogotá fue de 9,87% y en Cundinamarca del 11,74%. Por otra parte, el sector Dispositivos médicos está compuesto por empresas fabricantes o comercializadoras de reactivos, equipos biomédicos e insumos para la salud. Se entiende por dispositivos médicos los instrumentos, aparatos, implantes, máquinas, reactivos, calibradores y/o software que se utilizan para diagnóstico, prevención, monitoreo, desinfección, soporte o conservación de la vida, entre otros. (ANDI. Cámara de Dispositivos Médicos e Insumos para la Salud, 2016). Para este, las ventas de los afiliados a la Cámara de dispositivos médicos e insumos para la salud han mostrado una tendencia creciente entre el año 2008 y el 2014. Para el primer trimestre de 2017 el principal destino de las exportaciones colombianas de dispositivos médicos/equipos médicos y reactivos de diagnóstico fueron países de América Latina (67,4%). El porcentaje de potencial de innovación en las tendencias de negocios para dispositivos para redes distribuidas de salud (31%), sistemas de medicina asistida por TIC (18%), dispositivos para medicina personalizada (35%) y sistemas de medicina regenerativa (15%). Los dispositivos realizados en este sector, tienden a poseer partes que son realizadas con materiales plásticos debido a bajo costo y a los altos niveles de productividad. Bajo este panorama, la industria del procesamiento de plásticos es un pilar de desarrollo de diferentes sectores industriales y por esto es indispensable el desarrollo de este.
Articulación con la Proyección Social: La Proyección Social es una de las funciones sustantivas de una Institución de Educación Superior (IES), esto es un aspecto a tener en cuenta en los procesos de obtención y renovación de registros calificados de los programas de nivel tecnológico en el CMM. Además, la proyección social, entendida como extensión, comprende los cursos complementarios destinados a la actualización, profundización y complementación de competencias en el área del procesamiento de plásticos para responder a requerimientos de la sociedad, entendida esta como empresas o personas. También se espera que los desarrollos que se hagan en procesamiento de plástico en el Centro de formación sirvan para apoyar iniciativas de emprendimiento en la caracterización de nuevos materiales y desarrollo de productos que requieran el desarrollo de ventanas de operación para la optimización del proceso de fabricación para el desarrollo de productos o que se apoyen en ella para crear modelos innovadores de negocio.

Nombre de la línea de investigación: Manufactura, subproceso plásticos
Además, por medio de este plan buscamos crear a futuro una mayor cercanía de nuestros aprendices con la industria mediante proyectos de investigación, en sectores como el automotriz, cosméticos y aseo y dispositivos médicos, alrededor del procesamiento de plásticos. Por medio de nuestra línea de investigación, se desean realizar proyectos que minimicen el impacto sobre el medio ambiente, buscando trabajar en proyectos de reciclado de plásticos, utilización de residuos vegetales, entre otros.
Articulación con la Formación: Por medio de este plan se pretende desarrollar las competencias investigativas de la comunidad académica a través de las siguientes estrategias: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación la caracterización de materiales utilizando materiales reciclados y resinas vegetales para el apoyo de actividades de enseñanza-aprendizaje mediante la creación de materiales didácticos que involucren y motiven a los aprendices. • Generación de proyectos en semilleros que ayuden a crear y aplicar conocimiento en correspondencia con su nivel de formación. • Creación de una oferta de cursos complementarios y un programa de formación titulada en el procesamiento de resinas plásticas con aditivos vegetales.
PLAN ESTRATÉGICO TRIANUAL DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN PLÁSTICOS Objetivo(s): Desarrollar la caracterización las mezclas de materiales plásticos y aditivos vegetales para aplicarlos a desarrollo de productos. Metas: <ul style="list-style-type: none"> • Metodología para la caracterización de materiales plásticos y aditivos resinas vegetales. • Fabricación de productos plásticos con materiales de plásticos y aditivos vegetales para la enseñanza de los procesos de transformación de plásticos. • Optimización del proceso de transformación de plásticos para el desarrollo de productos. • Oferta de una especialización tecnológica en el campo de en procesamiento de plásticos con aditivos vegetales. • Publicación de artículos de investigación en el área de materiales plásticos y procesamiento de polímeros. Formación pedagógica en procesos de manufactura.

Fuente: GICEMET - CMM

Semilleros de Investigación

Al igual que los grupos de investigación, los semilleros deben hallar su línea de trabajo enmarcándose en las líneas de investigación del grupo de investigación del centro. Ello facilita el trabajo sincronizado con los estudios que se desarrollan en cada uno de los Centros de Formación Profesional y amplía las posibilidades de participación en convocatorias y desarrollo de proyectos. (Sena, 2014).

Los semilleros de investigación del Centro Metalmecánico se formalizaron según acta 01 de 22 de agosto de 2016. El proceso de convocatoria para el área de "Investigación, desarrollo e innovación en tecnología en automatización industrial, tecnología en diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas herramientas CNC, área de investigación mantenimiento electromecánico industrial, área de investigación mantenimiento mecánico industrial" se desarrolló de acuerdo a los siguientes criterios de selección una vez realizado el proceso de divulgación mediante publicación en cartelera del Centro de Formación:

- Análisis de inscripción formal voluntaria en la cual se constata el trimestre en el cual se encuentra el aprendiz.
- Análisis de hoja de vida en la cual se evalúa la experiencia laboral y académica.
- Análisis de la carta de motivación, se valoran los intereses que posee relacionados con los procesos de investigación y desarrollo.

- Propuesta de plan de trabajo para el semillero donde se establece el grado de visión y expectativas relacionadas con actividades de I+D+i.
- Entrevista personal con la cual se verifica tanto la motivación, como la visión y expectativas presentadas en la carta y la propuesta, a su vez se valora el análisis DOFA tanto a nivel personal como académico.

2.4. Dimensión de infraestructura física y tecnológica

Por requerimiento de sector productivo, el Centro Metalmecánico tiene un incremento de número de grupos (No de fichas) a los cuales se le aplican criterios de competitividad y productividad, dándole respuesta a las industrias ubicadas en las regiones de Bogotá y Cundinamarca. Se trabajó en el desarrollo de proyectos de modernización que permitió implementar ambientes de formación certificados, para ello se realizaron convenios con firmas internacionales como Festo Ltda y Bosch Group. Estos convenios llevaron al centro metalmecánico a alcanzar dos certificaciones de excelencia avaladas por el país, donde se encuentran estas firmas, la cual tendrá un valor agregado en el proceso de formación del aprendiz.

Sistemas de bibliotecas

El Manual para el Funcionamiento del Sistema de Bibliotecas SENA SBS (Resolución 293 de 2008 "Por el cual se adopta el Manual para el Sistema de Bibliotecas del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA", 2008), define las bibliotecas SENA como ambientes de aprendizaje que adquieren, procesan y difunden información para apoyar los Programas de Formación Profesional enmarcados en la misión institucional.

El Sistema de Bibliotecas SENA está conformado por todas las bibliotecas y centros de documentación físicos ubicados en los centros de formación y por la biblioteca digital SENA (<http://biblioteca.sena.edu.co>). Tiene como objetivo ofrecer acceso e información pertinente y de calidad como apoyo a los programas de formación, mediante la interconexión de redes de información, bases de datos nacionales e internacionales, documentos electrónicos y digitales y convenios de intercambio de información. Es así que el sistema de bibliotecas tiene una cobertura nacional e internacional permitiendo el acceso a medios bibliográficos físicos y digitales.

Adicionalmente, el sistema de bibliotecas, especialmente la Biblioteca Digital SENA, se convierte en uno de los componentes de mayor relevancia de proyectos como el proyecto Comunidad Educativa Virtual –CEV- que busca crear ambientes virtuales, integrados en una comunidad educativa orientada a la WEB y que permita una formación profesional mediante el uso de las TIC y de modelos pedagógicos innovadores y didácticos (Gutiérrez y Rincón, 2017).

Bibliotecas físicas: Actualmente el Sistema de Bibliotecas SENA está conformado por 110 Bibliotecas que cuentan con más de 200.000 volúmenes distribuidos en los 117 Centros de Formación y con capacidad de atender aproximadamente dos millones de usuarios potenciales.

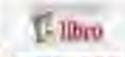
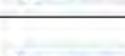
Según lo establecido por la Resolución 293 de 2008 y de acuerdo con el grado de desarrollo y a los recursos con que cuentan las bibliotecas de los centros se clasifican en tres (3) tipos que se indican en la tabla.

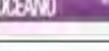
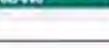
Tabla 13. Clasificación bibliotecas de los Centros

TIPO A	TIPO B	TIPO C
Son las que cuentan con infraestructura tecnológica que incluye el Sistema de Información Bibliográfica ALEPH 500 de gestión bibliotecaria con los módulos de catalogación y el módulo para manejo de bases de datos, digitalización de documentos y prestación del servicio.	Son las que cuentan con infraestructura tecnológica y están en la implementación del aplicativo de gestión bibliotecaria y la digitalización de documentos. El servicio de préstamo se realiza en forma manual.	Son aquellas que se encuentran en estado incipiente de desarrollo.

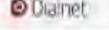
Fuente: Sena, Resolución 293 de 2018

Tabla 14. Bases de datos suscritas al sistema de bibliotecas

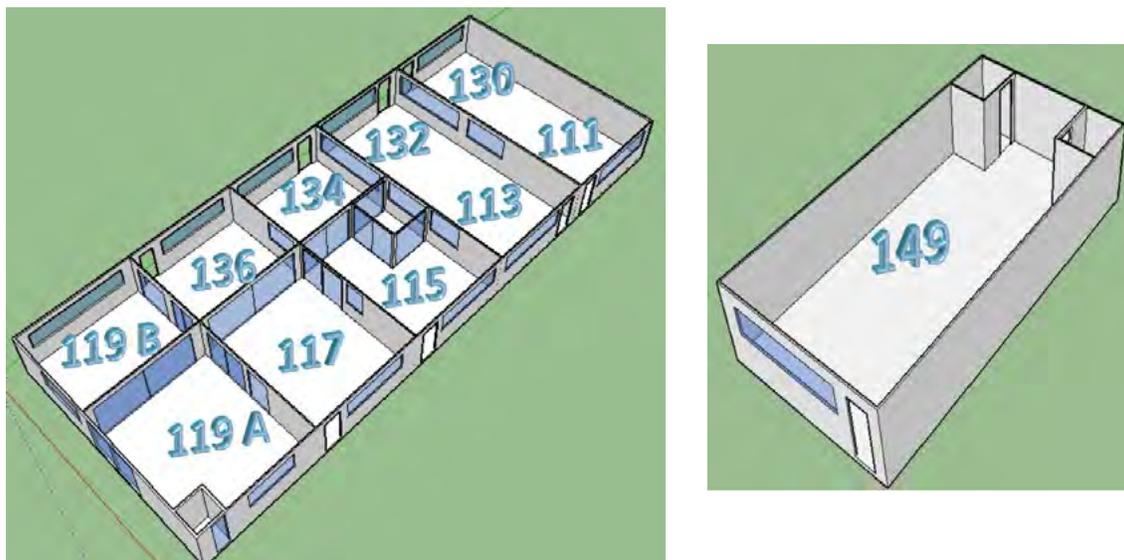
LOGO BASE DATOS	BASE DE DATOS SUSCRITA	TEMÁTICA O ÁREA	DESCRIPCIÓN
	Ambientalex	Medio Ambiente	Recursos especializados en legislación ambiental nacional e internacional contiene información científica y técnica de temas ambientales. Ofrece asesoría en línea sobre la consecución de normas e información científica.
	e-libro	Multidisciplinar	Base de datos multidisciplinaria, con 71.053 publicaciones, entre artículos, libros, apuntes, monografías, revistas y tesis doctorales.
	Construdata	Construcción	Recurso especializado en fabricación de materiales para la construcción.
	Digitalia	Multidisciplinar	Recurso con más de 8000 libros y revistas en todas las áreas del conocimiento.
	Gale virtual	Multidisciplinar	Base de datos con 256 multidisciplinar con títulos de libros en texto completo.
	Gestión Humana	Administración	Información orientadas a gerenciar, seleccionar, retener, compensar y capacitar al talento humano de las empresas.
	Greenr	Medio Ambiente	Portal interdisciplinario sobre sostenibilidad y medio ambiente, especializada en áreas como agricultura, economía y comercio, polución, energía, manejo de recursos naturales, ecología, ciencia y tecnología, y diversos fenómenos sociales asociados.
	Informe Académico	Multidisciplinar	Alberga más de 7 millones de artículos de carácter científico, académico
	Legiscomex		Portal de Legis que dispone de contenidos comercio exterior. Facilitan la labor pedagógica y la comprensión de los temas asociados al comercio y relaciones internacionales.

	Leyex info	Legislación	Base de datos académica e investigativa con información actualizada económica y jurídica de Colombia.
	Magisterio	Ciencias sociales	Colección digital en texto completo sobre pedagogía, didáctica, ciencias sociales, currículo y áreas relacionadas de la Editorial Magisterio.
	McGraw-Hill - Libros electrónicos	Multidisciplinar	149 libros de la editorial McGraw-Hill en áreas como administración, emprendimiento, contabilidad, sistemas, educación, salud y enfermería.
	Icontec (Normas NTC)		Información actualizada sobre normalización nacional e internacional.
	Océano administración	Administración	Contenidos específicos de economía, finanzas y administración de empresas.
	Océano Medicina y salud	Salud	Portal para apoyar áreas de la salud, enfermería y carreras paramédicas, gestión de la salud, medicinas alternativas, entre otras.
	Pearson	Multidisciplinar	Colección multidisciplinaria de 142 libros electrónicos áreas de administración, electricidad, emprendimiento, enfermería, mercadeo, pedagogía y sistemas.
	Proquest	Multidisciplinar	Recurso de información con más de 30 bases de datos en inglés
	Salud Leyex	Salud	Normativa nacional e internacional asociada a la salud.
	Scienedirect	Multidisciplinar	Información multidisciplinaria con más de 2.200 revistas a texto completo.
	Virtual pro	Industria	Información de los procesos industriales

Fuente: Sistema de Bibliotecas del Sena
Tabla 15. Bases de acceso libre

LOGO BASE DATOS	BASE DE DATOS SUSCRITA	TEMÁTICA O ÁREA	DESCRIPCIÓN
	Asistdoc	Empleo	Contiene más de 8.000 documentos referentes a las tecnologías intensivas en empleo y a la planificación local, producidos por la OIT y sus socios.
	Dialnet	Multidisciplinar	Base de datos de contenidos científicos hispano
	DOAJ	Multidisciplinar	Directorio de revistas científicas de calidad controlada que proporcionan acceso abierto a sus fondos. Abarca todas las áreas del conocimiento y no se limita a un sólo idioma
	FAO-AGRIS	Agricultura	La Base de Datos AGRIS contiene información bibliográfica especializada en las ciencias agropecuarias y afines
	Labordoc	Trabajo	Una red de 28 bibliotecas de la OIT en todo el mundo son las encargadas de su producción y mantenimiento.
	Redalyc	Multidisciplinar	Acceso abierto a la producción científica del mundo en revistas iberoamericanas, que contempla todas las áreas del conocimiento.
	SciELO	Multidisciplinar	proyecto de biblioteca electrónica, iniciativa de la Fundación para el Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo, Brasil (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP) y del Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (BIREME), que permite la publicación electrónica de ediciones completas de las revistas

Fuente: Sistema de Bibliotecas del Sena



Fuente: CMM

Figura 30. Ambientes de formación en Automatización y Mecatrónica dotados con tecnología alemana

Tabla 16. Tecnología y área de los talleres

TALLER	TECNOLOGÍA (PREDOMINANTE)	ÁREA (M ²)
119 A	FMS sistema de producción y control	109
117	PROLOG Producción en línea	115
115	PLC y programación	96
113	Microcontroladores, Energías limpias	100
111	Hidráulica	100
130	Electrotecnia	100
132	Controles Eléctricos	100
134	CAD	77
136	Electro-Neumática	78
119 B	Neumática	80
149	Mecánica, Gestión del Mantenimiento	170

Fuente: CMM

A continuación, se presentan algunas fotografías tomadas el 10 de Julio de 2018, de las tecnologías implementadas en los ambientes de formación.

Tabla 17. Imágenes ambientes de formación área de Automatización y mecatrónica

AMBIENTE	IMAGEN
<p>Ambiente 113. Banco eléctricos y neumáticos</p>	
<p>Ambiente 136. Ambiente polivalente de mecatrónica y simulación.</p>	

AMBIENTE	IMAGEN
CAD y electro neumática.	
Ambiente 113. Microcontroladores y energías limpias.	

AMBIENTE	IMAGEN
Ambiente 119. Entrenamiento de robótica móvil.	

Fuente: CMM

Para el área de mantenimiento se tiene los ambientes con bancos electromecánicos y maquinaria industrial.

Tabla 18. Imágenes ambientes con bancos electromecánicos y maquinaria área de mantenimiento

TALLER	IMAGEN
Mantenimiento soldadura.	

TALLER	IMAGEN
Taller de electromecánica.	
Taller de electromecánica.	

TALLER	IMAGEN
Taller de mantenimiento mecánico.	

Fuente: CMM

Tabla 19. Ambientes del área de mecanizado y plásticos

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
Nuevo	Ambiente Mecanizado y Plásticos
100	Metrología y Ajuste
100 A	Metrología y Ajuste
102	Torno y Fresadora
104	Torno y Fresadora
106	Torno
108	Plásticos
108 A	Plásticos
36 A	CLG
36 B	CLG
110	Torno
112	Fresado CNC
114	Torneado CNC
116	CAD
116-A	Programación
118	Ambiente WS

Fuente: CMM

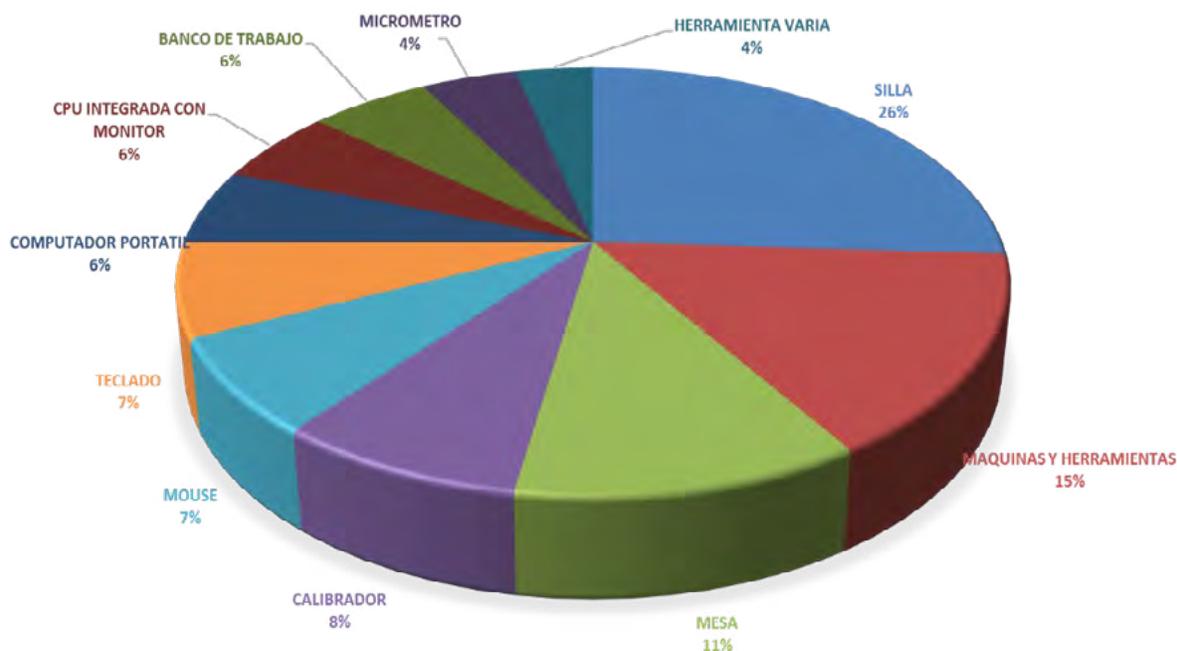
Tabla 20. Imágenes de algunos ambientes tecnológicos del área de mecanizado y plásticos

AMBIENTE	IMAGEN
Mecanizado	
Mecanizado - Fresado CNC	

AMBIENTE	IMAGEN
Mecanizado	
Plásticos.	
Mecanizado.	

Fuente: CMM

En cuanto al análisis del inventario se encuentra una alta concentración en muebles, máquinas y herramientas, micrómetros y bancos de trabajo, distribuidas por cantidades y comparadas con muebles y equipos de cómputo de uso común.



Fuente: CMM

Figura 31. Distribución máquinas y herramientas áreas de automatización, mecanizado y plásticos

Tabla 21. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Silla	1710
Máquinas y herramientas	1004
Mesa	754
Calibrador	543
Mouse	474
Teclado	466
Computador portátil	376
CPU integrada con monitor	375
Banco de trabajo	370
Micrómetro	292
Herramienta varia	238

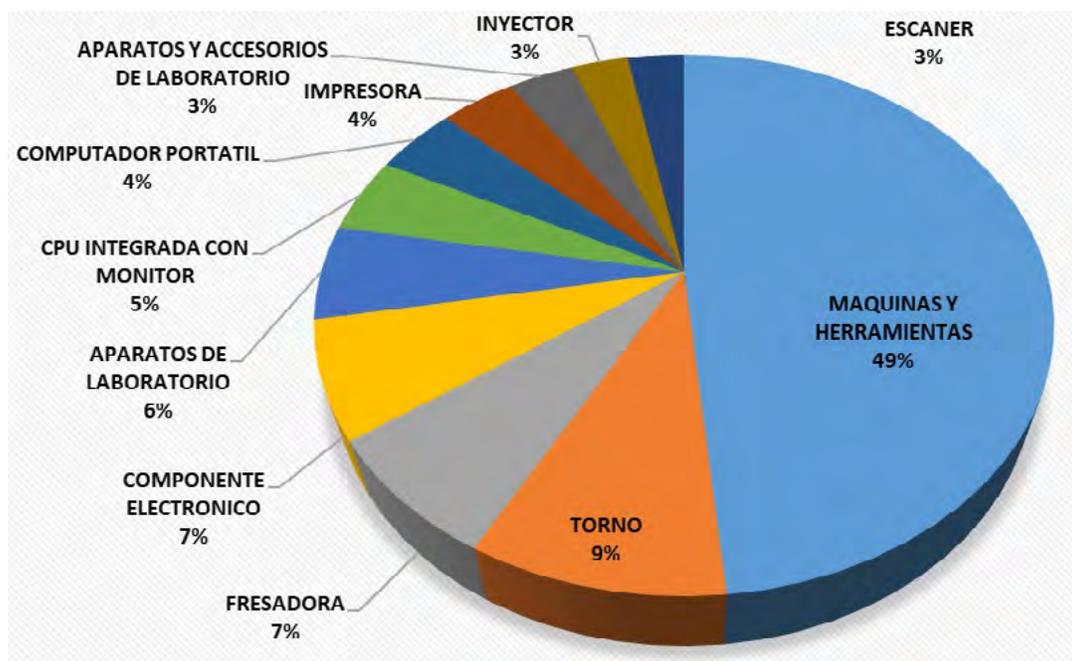
Fuente: CMM

En cuanto a costos, en donde se concentra la mayor cantidad es en las máquinas y herramientas, lo cual concuerda con la modalidad de formación para el trabajo que es de carácter industrial.

Tabla 22. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos (valor)

DESCRIPCIÓN	VALOR INVENTARIO
Aquinas y herramientas	\$7.869.188.910
Torno	\$1.532.913.119
Fresadora	\$1.179.685.694
Componente electrónico	\$1.129.867.362
Aparatos de laboratorio	\$915.329.501
CPU integrada con monitor	\$746.641.832
Computador portátil	\$687.462.336
Impresora	\$639.159.503
Aparatos y accesorios de laboratorio	\$558.493.631
Inyector	\$486.642.470
Escaner	\$483.192.322
Total	\$16.228.576.680

Fuente: CMM



Fuente: CMM

Figura 32. Máquinas y herramientas áreas automatización, mecanizado y plásticos

2.5. Seguimiento al plan tecnológico inmediatamente anterior

En 2009 el Centro Metalmecánico realizó un primer ejercicio de plan tecnológico orientado a definir nuevos programas de formación, producción de bienes y servicios, así como de alianzas en un horizonte temporal de 10 años. En la siguiente tabla se realiza el balance de lo planteado y el resultado logrado hasta el año 2018.

Tabla 23. Balance plan tecnológico 2009-2019

DESCRIPCIÓN	PLAN TECNOLÓGICO 2009-2019	DESARROLLOS
Nuevas titulaciones a desarrollar	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería de mantenimiento industrial. Especialización en mantenimiento predictivo. Especialización en sistemas de información en mantenimiento. Especialización en modelación de fallas y averías. <p>Mecanizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnico en software de manufactura. Micromecanizado y miniaturización. Especialización en mecanizado de alta velocidad. Aplicación de herramientas de PLM. Especialización en procesos de corte y acabados superficiales. Especialización en procesos de forjado. Aplicación de los procesos de corte por láser y corte por agua. <p>Mecatrónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de software industrial. Software de diseño y simulación de prototipos. Diseño y desarrollo de tarjetas electrónicas de control. Aplicaciones al control de calidad. Aplicaciones robóticas de visión artificial. Implementaciones Industriales SCADA Interfase Hombre-Máquina (H.M.I.). Diseño y desarrollo de prototipos robóticos. <p>Plásticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño y desarrollo de productos plásticos. Transformación de materiales poliméricos. 	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Formación complementaria: Planificación del Mantenimiento predictivo <p>Mecanizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Formación complementaria: Control numérico computarizado; Manufactura Asistida por Computador CAM; CAD Mechanical Desktop; Solid Edge; SolidWorks, LabView; MatLab

DESCRIPCIÓN	PLAN TECNOLÓGICO 2009-2019	DESARROLLOS
	<ul style="list-style-type: none"> Especialización en aplicación de Composites. Biomédica de productos plásticos. 	
Producción de bienes y servicios	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño, implementación y puesta a punto de programas de mantenimiento integral. Mantenimiento y repotenciación de maquinaria industrial. Auditoría integral de mantenimiento. Ensayos de laboratorio. <p>Mecanizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño y manufactura de maquinaria. Producción de piezas y repuestos para mantenimiento mecánico industrial. Venta de servicios de mecanizado y corte. Asesoría y asistencia técnica en procesos de producción y manufactura. <p>Mecatrónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Automatización de procesos industriales. Repotenciación, instrumentación y automatización de maquinaria industrial. Desarrollo de software industrial. Automatización de procesos agroindustriales. <p>Plásticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Control de Calidad en materias primas y procesamiento de plásticos, polímeros y cauchos. Diseño y elaboración de prototipos. Venta de servicios y productos por transformación de plásticos. 	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proyecto Modernización tecnológica de equipos, máquinas y herramientas de ambientes de mantenimiento preventivo. Proyecto modernización del ambiente de mantenimiento de sistemas neumáticos. <p>Mecanizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proyecto implementación de un taller de fabricación de prototipos funcionales para apoyo a la formación y prestación de servicios tecnológicos. <p>Mecatrónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proyecto Modernización tecnológica del aula móvil para adaptación a tendencias de transformación tecnológica en ingeniería 4.0
Alianzas y convenios	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno Japón Gobierno de Israel Gobierno de Canadá Gobierno de Alemania Universidad Politécnica de Valencia SENAI SENATI Termografics BSelec Link Soluciones Industriales 	<p>Convenios realizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Festo y Bosch Group. Esta alianza permitió implementar ambientes de formación para automatización certificados áreas tales como oleohidráulica, electrohidráulica, hidráulica proporcional y circuitos cerrados de control.¹⁰ Entre las tecnologías adoptadas se encuentran: estaciones de procesos MPS-PA; Sistemas Flexibles de

¹⁰ "Por requerimiento de sector productivo, el centro metalmeccánico tiene un incremento de número de grupos (No de fichas) a los cuales se le aplican criterios de competitividad y productividad, dándole respuesta a las industrias ubicadas en las regiones de Bogotá y Cundinamarca. Se trabajó en el desarrollo de proyectos de modernización que permitió implementar ambientes de formación certificados, para ello se realizaron convenios con firmas internacionales como Festo Ltda y Bosch Group. Estos convenios llevaron al centro metalmeccánico a alcanzar dos certificaciones de excelencia avaladas por el país, donde se encuentran estas firmas, la cual tendrá un valor agregado en el proceso de formación del aprendiz." (Sena 2016 a, p.15)

DESCRIPCIÓN	PLAN TECNOLÓGICO 2009-2019	DESARROLLOS
	<ul style="list-style-type: none"> • Preditec • V-37 • ISA Certified Automation Professional • Festo • Siemens • Rexroth • Bosch Group • Asso Mec SL 	<p>Manufactura (FMS); EDS; EDUKIT – PA; PLC; bancos de neumática; bancos de electroneumática.</p>

Fuente: CMM

2.6. Identificación debilidades y fortalezas

Hasta el momento y teniendo en cuenta el plan estratégico del centro de formación se han identificado las siguientes debilidades:

- Calificación de sus investigadores (Doctores y Magister).
- Protocolos de investigación y metodologías para el desarrollo de los proyectos y escritura científica.
- Definición de estímulos y reconocimientos para la producción investigativa en instructores y aprendices.
- Alianzas estratégicas con grupos de Investigación externos
- Sector productivo con rezago tecnológico que generar baja competitividad y productividad.
- En algunos programas existe sobre demanda y otros hace falta.

Las siguientes fortalezas han sido identificadas teniendo en cuenta el plan estratégico del centro de formación:

- Multidisciplinariedad de conocimiento en el equipo de trabajo.
- Ambientes y equipos de punta para el desarrollo de los proyectos de investigación.
- Respaldo nacional del SENA y del Sistema SENNOVA.
- Control y seguimiento del Comité de Investigación en el CMM.
- Excelente ambiente laboral e integración continua del personal del centro de Formación.

3. CRUCE DOFA

Con base en las fortalezas y debilidades identificadas en el análisis interno del Centro Metalmecánico, así como las oportunidades y amenazas establecidas en el análisis externo al Centro de formación, se realizó una priorización de variables:

- Fortaleza Mayor (FM): cuando el SENA posee un recurso y/o una capacidad distintiva (valiosa, rara, inimitable, insustituible) que le permite aprovechar las oportunidades de manera competitiva.
- Fortaleza Menor (fm): cuando el SENA posee un recurso y una capacidad parcialmente desarrollada, que le permita aprovechar las oportunidades que le brinda el medio.
- Debilidad Mayor (DM): carencia total de un recurso y/o una capacidad en el SENA, que lo pone en situación de riesgo y no lo deja aprovechar sus oportunidades.
- Debilidad Menor (dm): carencia parcial de un recurso y/o una capacidad en el SENA, que lo pone en situación de riesgo y no lo deja aprovechar sus oportunidades.
- Oportunidad Mayor (OM): Tendencias o eventos externos que pueden llevar a generar cambios estructurales dentro del SENA aprovechando sus fortalezas.
- Oportunidad Menor (om): Tendencias o eventos externos que pueden llevar a generar cambios de menor impacto dentro del SENA.
- Amenaza Mayor (AM): Tendencias o eventos futuros externos que provocan un impacto negativo dentro del SENA y que lo ponen en situación de alto riesgo.
- Amenaza Menor (am): Tendencias o eventos futuros externos que provocan un impacto negativo dentro del SENA y que lo ponen en situación de riesgo.

Los resultados se indican en las siguientes tablas.

Tabla 24. Fortalezas Centro Metalmecánico

No	FORTALEZA	FM	fm
1	Multidisciplinaria de conocimiento en el equipo de trabajo.	X	
2	Ambientes y equipos de punta para el desarrollo de los proyectos de investigación.		X
3	Respaldo nacional del SENA y del Sistema SENNOVA.		X
4	Control y seguimiento del Comité de Investigación en el CMM.		X
5	Excelente ambiente laboral e integración continua del personal del centro de Formación.	X	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Debilidades Centro Metalmecánico

No	DEBILIDADES	DM	dm
1	Calificación de sus investigadores (Doctores y Magister).		X
2	Protocolos de investigación y metodologías para el desarrollo de los proyectos y escritura científica.		X

No	DEBILIDADES	DM	dm
3	Definición de estímulos y reconocimientos para la producción investigativa en instructores y aprendices.	X	
4	Alianzas estratégicas con grupos de Investigación externos		X
5	Sector productivo con rezago tecnológico que generar baja competitividad y productividad.		X
6	En algunos programas existe sobre demanda y otros hace falta.		X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Oportunidades Centro Metalmecánico

No	OPORTUNIDADES	OM	om
1	La actual estructura de inversión en investigación e innovación en el Sena fomenta el desarrollo de proyectos que permitan la obtención de nuevos productos o servicios en beneficio de la formación profesional y que agreguen valor a la oferta institucional, máxime con la estructura productiva actual en el país y la participación de bienes importados.	X	
2	En términos de diseño de política pública y empresarial se identifica como la necesidad generar procesos de integración horizontal entre empresas para la adquisición y venta de productos y servicios en el marco de la cadena de producción, con lo que se prevé el logro de ventajas para crear mercados, aprendizaje para fomentar capacitación y transferencia de tecnología.		X
3	Si bien la inversión en actividades ACTI en el país es inferior a estándares internacionales, en años recientes se observa una tendencia creciente, en cuya financiación participan mayoritariamente entidades de Gobierno y empresas, lo cual constituye un escenario propicio para el desarrollo de iniciativas.		X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Amenazas Centro Metalmecánico

No	AMENAZAS	AM	am
1	La existencia de una participación importante en insumos, maquinaria y equipos importados genera dependencia tecnológica de proveedores extranjeros, así como servicios derivados, lo cual caracteriza la estructura empresarial y mercado de trabajo.	X	
2	En 2012 fue modificada la estructura de financiación del Sena, con una reducción de los recursos para inversión en programas de desarrollo tecnológico y competitividad. La Entidad ha buscado dar un uso más eficiente de estos recursos, no obstante, en el escenario de una nueva reforma tributaria podría ser objeto de revisión por parte de los legisladores, con el consecuente efecto sobre las acciones en innovación e investigación que se desarrollan.		X
3	El crecimiento poblacional y las demandas de servicios que de allí se derivan, en particular frente a la formación para el trabajo máxime con la mayor participación del desempleo juvenil, requieren de permanente actualización en los servicios institucionales y la oferta pertinente.	X	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se realizó una valoración alta, media o baja frente a la incidencia de factores como una oportunidad o amenaza, así como impacto su impacto en aspectos determinados por la metodología.

Tabla 28. Variables para análisis de factores

FACTOR	VARIABLES
Económicos	PIB a precios constantes; crecimiento del PIB; PIB por sectores económicos (vocación productiva); productividad urbana y rural; competitividad; tejido empresarial por sector económico; desempeño financiero de las empresas por sectores económicos; integración (asociación) empresarial; exportaciones, importaciones y balanza comercial; tratados de libre comercio (integración regional); inversión extranjera directa; desempleo; desempleo juvenil; desempleo por grupo de edades; ocupados; subempleo subjetivo y objetivo; indicadores OLO; política salarial; reforma laboral; inflación; estatuto cambiario (tasa de cambio); políticas de desarrollo productivo; apuestas productivas; política fiscal; política monetaria; inversión pública; deuda externa; demanda del campo conocimiento; oferta del campo de conocimiento.
Institucionales y de gobernabilidad:	planes de desarrollo nacional, departamental y local; política educación MEN; política de calidad de la educación; Conpes sistema nacional talento humano; desempeño integral de la administración pública; transparencia de la gestión institucional; nivel de democracia; cultura política; responsabilidad política; legitimidad institucional; corrupción administrativa; renovación clase dirigente; debilitamiento de dogmas políticos; sistema electoral; participación comunitaria; alianzas público - privadas; inversión pública; post-conflicto.
Socioculturales y demográficos	Cobertura educativa; calidad educativa (Ecaes - Saber PRO); deserción educación; capacidad institucional educativa; docencia; financiación de la educación; pobreza; desigualdad; desarrollo humano; calidad de la salud; Sistema de Seguridad Social; natalidad; mortalidad; seguridad ciudadana; desplazamiento; migraciones; post- conflicto; acceso a vivienda; creencias y costumbres; identidad cultural; base cultural de la población; hábitos de vida; estructura poblacional; esperanza de vida; presencia de la clase media; progreso social; proyección social; discriminación racial; políticas públicas sobre educación, necesidades básicas insatisfechas, salud, vivienda; impacto social de los proyectos de inversión pública; sesgo medios comunicación.
Tecnológicos	Inversión en actividades de CTel y I+D; doctores; programa Ondas; grupos de investigación; investigadores vinculados a grupos de investigación; centros de investigación; conectividad; artículos científicos; patentes, modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos; registros de software; nivel tecnológico de los sectores económicos; niveles de innovación de las empresas; nuevas tecnologías educación superior; educación virtual; investigación IES; estrategias de gestión IES; redes y bases de datos; extensión (innovación) IES; telecomunicaciones; automatización de procesos; uso óptimo del tiempo; facilidad de acceso tecnológico; globalización de la información; política de CTEI e I+D+i.
Territoriales y ambientales	Nivel de concentración urbana; sostenibilidad del modelo territorial existente; Proyecto de Desarrollo territorial; fortalecimiento de la base económica local; formulación y aprobación de planes de ordenamiento territorial (POT); superficies cubiertas por actividades agrícolas y plantaciones; superficies afectadas por ilícitos; número de trabajadores agrícolas por hectáreas cultivadas; inversión destinada a las áreas degradadas; porcentaje de valores que exceden los límites permisibles por partículas totales; porcentaje de valores que exceden los límites permisibles por partículas suspendidas; niveles de tecnificación del campo; disponibilidad de recursos naturales.

Fuente: Metodología Previos - Sena

Finalmente, una vez priorizados los factores de mayor impacto se obtuvo la siguiente matriz DOFA.

Tabla 29. Matriz DOFA Centro Metalmeccánico

		Pueden generar PROBLEMAS		Pueden generar VENTAJAS COMPETITIVAS	
		D	Debilidades	F	Fortalezas
INTERNAS	1	1	Velocidad de respuesta a condiciones cambiantes	1	Imagen corporativa
	2	2	Uso de vigilancia estratégica	2	Comunicación y control gerencial
	3	3	Uso de planes estratégicos, análisis estratégico	3	Orientación organizacional
	4	4	Sistemas de control	4	Habilidad para atraer y retener personal idóneo
	5	5	Sistema de coordinación	5	Habilidad para responder a la tecnología cambiante
	6	6	Evaluación de la gestión	6	Cofinanciación en proyectos estratégicos
	7	7	Nivel de Tecnología utilizado en los servicios institucionales	7	Sistema de toma de decisiones
	8	8	Flexibilidad en la prestación de servicios institucionales	8	Habilidad técnica
	9	9	Nivel de coordinación e integración con otras áreas	9	Nivel tecnológico
	10	10	Nivel académico de talento humano	10	Capacidad de innovación
	11	11	Estabilidad	11	Experiencia técnica
	12	12	Acceso a recursos cuando se requieren	12	Motivación
	13	13	Estabilidad de costos	13	Inversión en Investigación y desarrollo para nuevos productos o servicios
	14	14		14	Servicio a la empresa
	15	15		15	Ejecución de Recursos
	16	16		16	Comunicación y control gerencial
		A	Amenazas	O	Oportunidades
Procedentes del ENTORNO	1	1	Desempleo	1	Demanda del campo conocimiento
	2	2	Desempleo juvenil	2	Políticas de desarrollo productivo
	3	3	Tratados de libre comercio (integración regional)	3	Integración (Asociación) empresarial
	4	4	Corrupción administrativa	4	Política de calidad de la educación
	5	5	Deserción Educación	5	Alianzas público - privadas
	6	6	Desigualdad	6	Post-conflicto
	7	7	Desplazamiento	7	Políticas públicas sobre educación, necesidades básicas insatisfechas, salud, vivienda
	8	8	Estructura poblacional	8	Impacto social de los proyectos de inversión pública
	9	9	Facilidad de acceso tecnológico	9	Inversión en actividades de C,Tel y I+D
	10	10	Nivel tecnológico de los sectores económicos	10	Grupos de investigación
	11	11	Niveles de innovación de las empresas	11	Investigadores vinculados a grupos de investigación
	12	12	Sostenibilidad del modelo territorial existente	12	Patentes, modelos de utilidad y diseños industriales presentados y concedidos
	13	13	Disponibilidad de recursos naturales	13	Proyecto de Desarrollo territorial.

Fuente: CMM, elaboración propia

Con base en los aspectos definidos en la matriz DOFA, se realizó un cruce de variables para construir la formulación de estrategias:

- Estrategias potencialidades, a partir de fortalezas y oportunidades.
- Estrategias riesgos, a partir de fortalezas y amenazas
- Estrategias desafíos, a partir de debilidades y oportunidades
- Estrategias limitaciones, a partir de debilidades y amenazas

Tabla 30. Estrategias Centro Metalmecánico

0	Estrategias Potencialidades (FO)	0	Estrategias Riesgos (FA)
1	Generar una política de posicionamiento de los servicios institucionales con el sector externo.	1	Acciones para incrementar capacidad y/o hacer uso eficiente de recursos del Centro tales como infraestructura, tecnología, recurso humano, para aumentar capacidad de oferta de formación y servicios tecnológicos.
2	Realizar transferencia de ciencia, tecnología e innovación hacia la formación profesional (aprendices, instructores, sector externo), a partir de los resultados de los proyectos e iniciativas que se adelantan en esta materia.	2	Implementar un sistema de alertas tempranas que permitan mitigar el riesgo en las áreas que permitan ser cuantificadas, medibles y trazables.
0	Estrategias Desafíos (DO)	0	Estrategias Limitaciones (DA)
1	Contar con tablero de indicadores para la generación de alertas tempranas en aspectos tecnológicos, infraestructura, servicios, formación y demás aspectos que inciden en la formación profesional.	1	Fomentar la búsqueda de fuentes de recursos externos para fortalecer actividades de investigación y todas aquellas que permitan incrementar la capacidad de respuesta del Centro.
2	Generar procesos que permitan la evaluación y el uso de vigilancia estratégica, para el análisis tanto del sector interno como externo y su correlación.	2	Generar nuevos canales y formas innovadoras en los procesos del centro de formación que permitan optimizar, disminuir o eliminar las limitaciones identificadas hasta el momento.

Fuente: Elaboración propia

4. VIGILANCIA CIENTÍFICO -TECNOLÓGICA

4.1. Identificación de focos de vigilancia

Durante la identificación de los focos de vigilancia se tomaron como base los programas de formación, las líneas medulares y las tecnologías que se encuentran instaladas en los ambientes de formación:

Tabla 31. Áreas tecnológicas Centro Metalmecánico y principales programas asociados

ÁREA	PROGRAMAS DE FORMACIÓN
Automatización y Mecatrónica	Tecnólogo en automatización Industrial. Tecnólogo en diseño e integración de automatismos mecatrónicos.
Mantenimiento	Tecnólogo en mantenimiento electromecánico industrial. Tecnólogo en mantenimiento mecánico industrial. Técnico mecánico de maquinaria industrial.
Mecanizado	Tecnólogo en diseño de elementos mecánicos para su fabricación con máquinas y herramientas CNC.
Plásticos	Tecnólogo en fabricación de productos plásticos por inyección y soplado. Técnico en mecanizado de productos metalmecánicos (Operación torno y fresa). Técnico en transformación de polímeros por inyección. Técnico en transformación de polímeros por extrusión.

Fuente: CMM

Previo al ejercicio de vigilancia tecnológica se identificaron focos por área, los cuales se describen la tabla.

Tabla 32. Focos de vigilancia tecnológica Centro Metalmecánico

LÍNEA	FOCO DE VIGILANCIA	DESCRIPCIÓN
Mecanizado	Tendencias en procesos de mecanizado para piezas y maquinas industriales.	Dentro de la línea de mecanizado asociada a la metalmecánica se pretende identificar los desarrollos recientes en materia de nuevas tecnologías y procesos adelantados por la academia, así como por organizaciones del sector productivo que los aplican.
Automatización	Tendencias en tecnologías de automatización. Tendencias en procesos en automatización.	Identificar para el área de Automatización y Mecatrónica del Centro Metalmecánico Distrito Capital, las nuevas tendencias tecnológicas asociadas a estos temas en los diferentes sectores económicos mundiales.
Plásticos	Tendencias en tecnologías en los plásticos, materiales compuestos, polímeros, nanocompuestos, tecnologías de transformación. Tendencias en procesos de plásticos.	Identificar para el área de Plásticos del Centro Metalmecánico Distrito Capital, las nuevas tendencias tecnológicas asociadas a estos temas en los diferentes sectores económicos mundiales.
Mantenimiento	Gestión de activos en mantenimiento industrial. Mantenimiento avanzado en condición. Confiabilidad	Identificación de tecnologías y de procesos.

Fuente: CMM

4.2. Resultados de vigilancia con base en investigaciones científicas

Para la realización de las búsquedas de vigilancia, una vez definidos los focos y palabras clave, se emplearon ecuaciones de conformidad con lo establecido en las respectivas fichas de vigilancia y según la metodología. Fue utilizada la base de datos Scopus¹¹ principalmente, aunque también se realizaron búsquedas en EBSCOHost, ProQuest y ScienceDirect. A continuación, se presentan los resultados para cada una de las líneas. Adicionalmente para el análisis de la información se utilizó la herramienta VOS Viewer.¹²

4.2.1. Mecanizado

Con base en el foco de vigilancia definido se encuentra que en los últimos años las publicaciones relacionadas superan los 300, para un total de 1.761 entre 2014 y 2019.

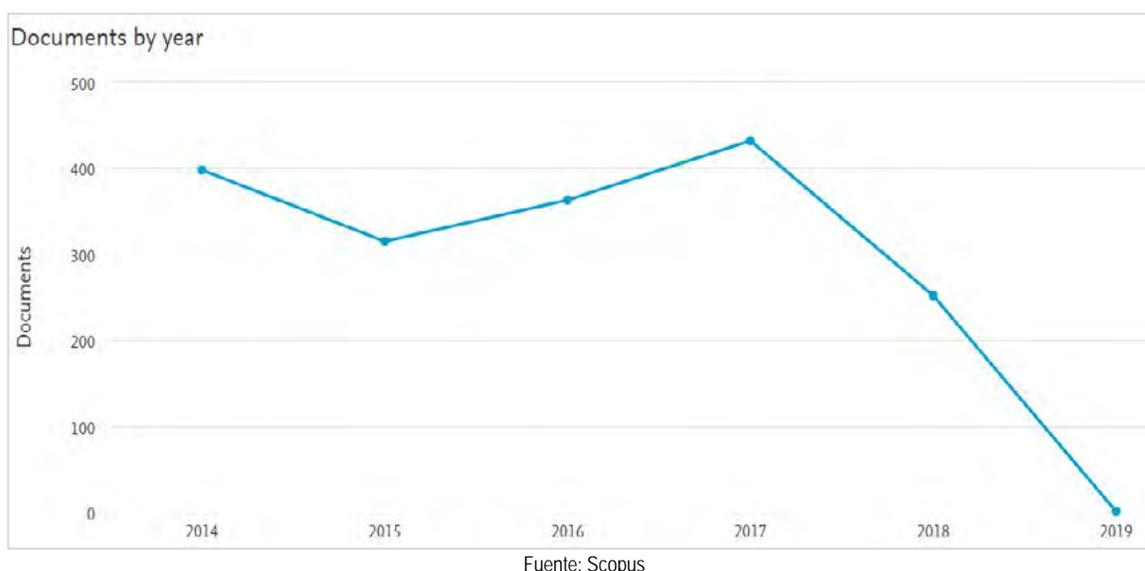
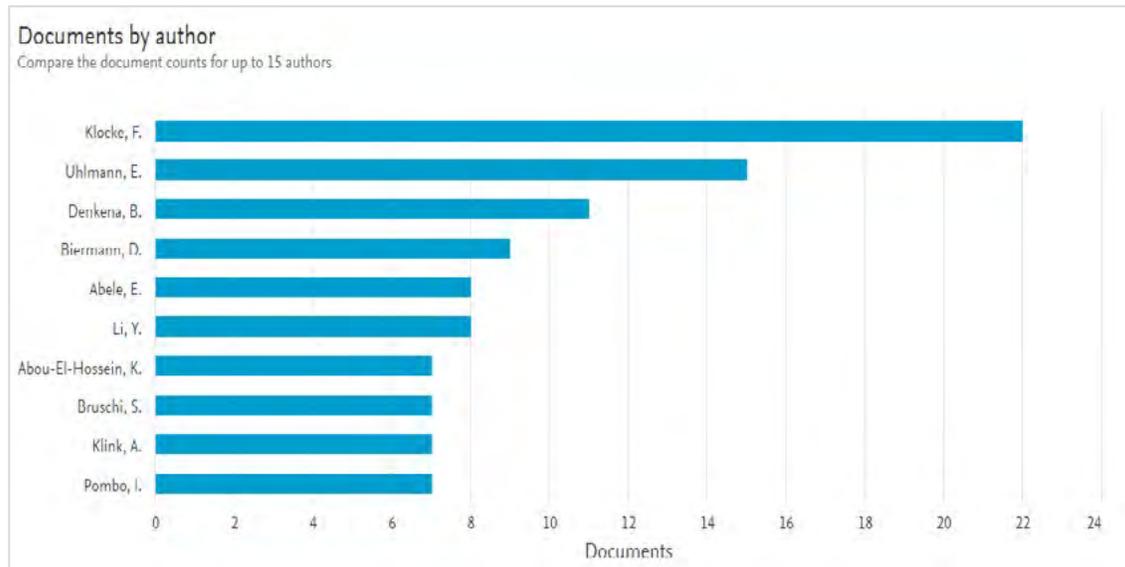


Figura 33. Evolución de las publicaciones científicas en torno a mecanizado

En cuanto a los autores, los de mayor producción investigativa son Fritz Klocke (Alemania), Eckhart Uhlmann (Alemania) y Berend Denkena (Alemania).

¹¹ Scopus es considerada la mayor base de datos de citas y resúmenes de literatura revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de congresos. Scopus cuenta con herramientas inteligentes para rastrear, analizar y visualizar la investigación, ofreciendo una visión general de la producción mundial de investigación en los campos de ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales y artes y humanidades.

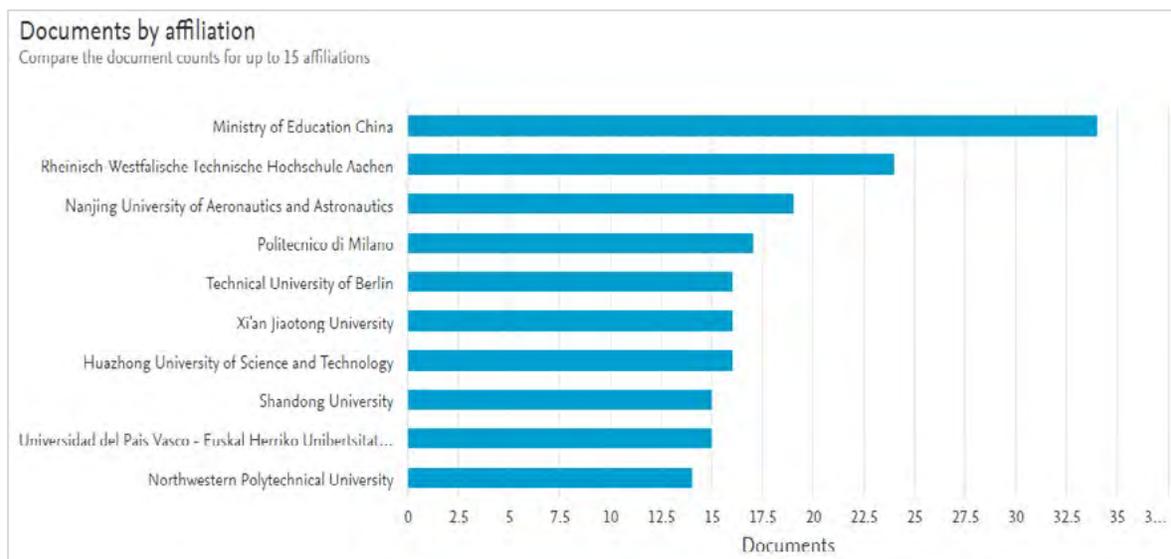
¹² La principal del software está en la elaboración de mapas de co-ocurrencia de términos, a partir de las palabras más frecuentes en un determinado listado de publicaciones objeto de la búsqueda.



Fuente: Scopus

Figura 34. Principales autores publicaciones científicas en torno a mecanizado

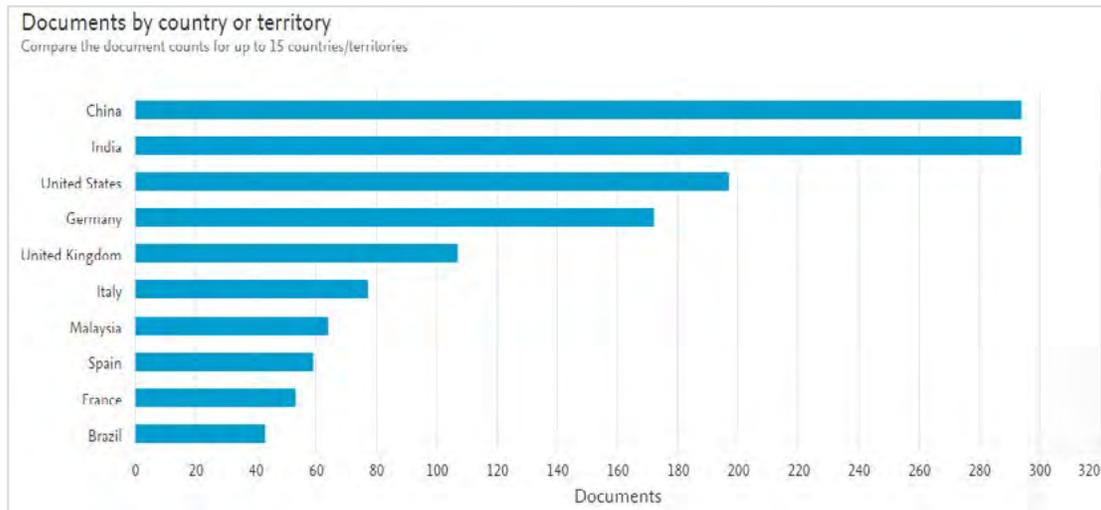
Las principales instituciones origen de las publicaciones son el Ministerio de Educación de China, RWTH Universidad de Aquisgran (Alemania), Universidad Aeronáutica y Astronáutica de Nankin (China), Politécnico de Milano (Italia), Universidad Técnica de Berlín (Alemania) y la Universidad de Xi'an Jiaotong (China).



Fuente: Scopus

Figura 35. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a mecanizado

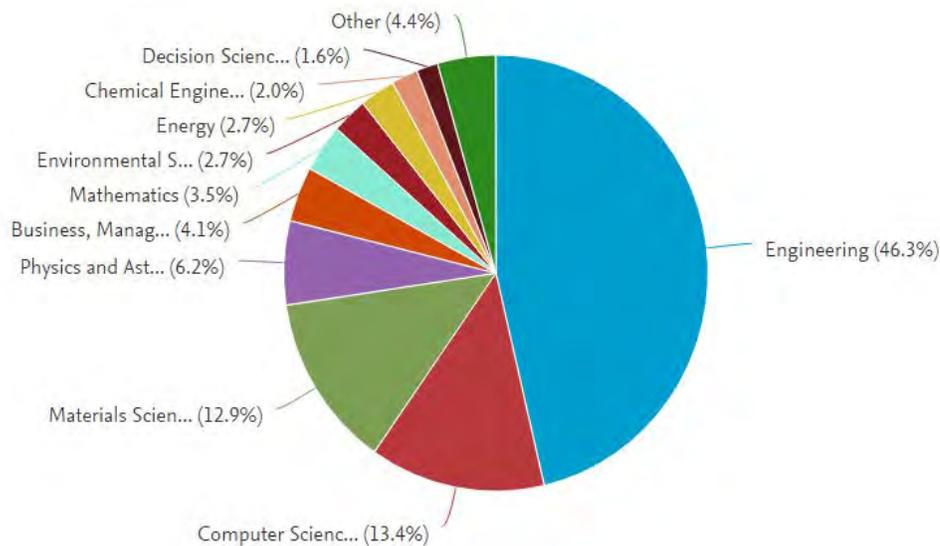
Los países líderes en producción de investigación en el tema de estudio son China, India, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Italia, Malasia, España y Francia.



Fuente: Scopus

Figura 36. Países líderes de publicación en el tema en torno a mecanizado

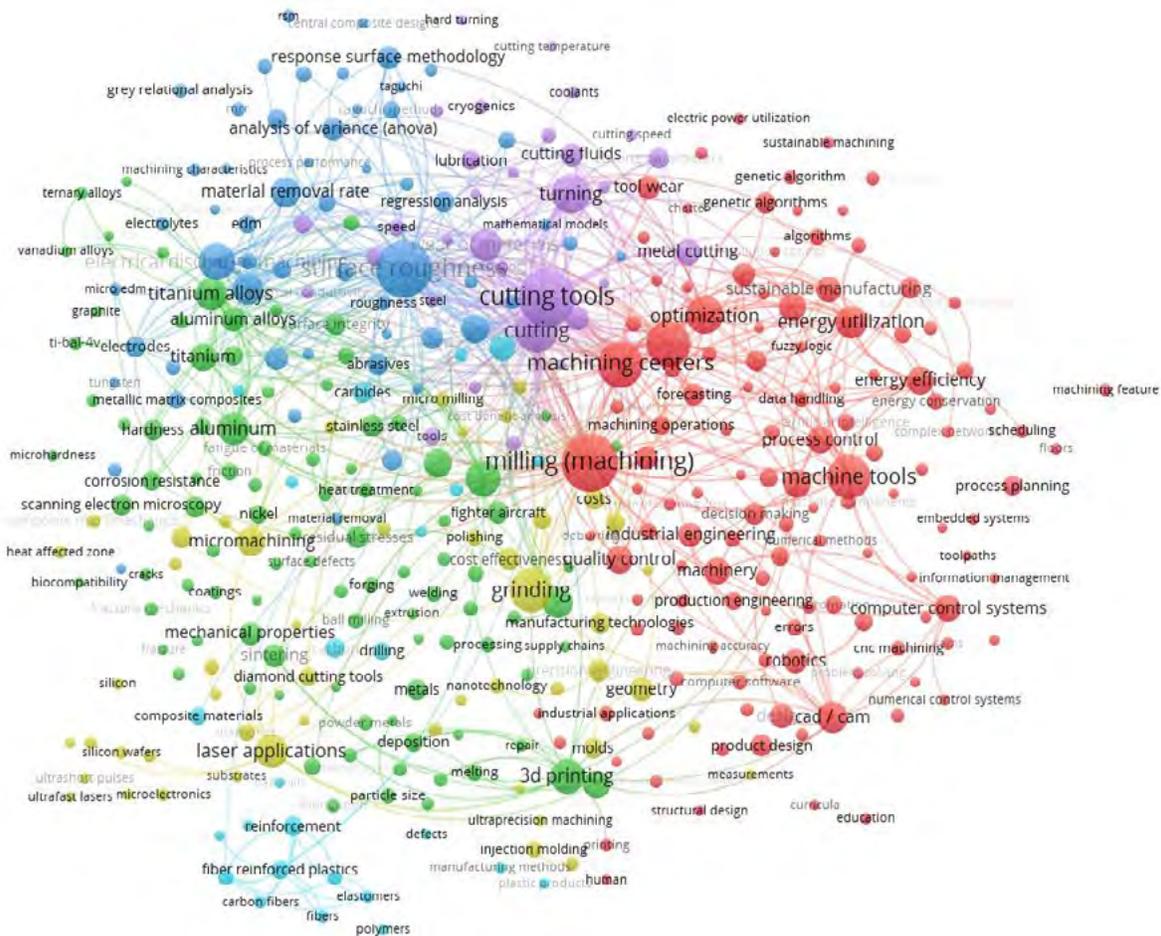
Las áreas de estudio el mayor porcentaje se encuentra en ingeniería (46,3%), ciencias de computación (13,4%) y ciencia de materiales (12,9%).



Fuente: Scopus

Figura 37. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a mecanizado

En cuanto al análisis de las publicaciones y con base en la co-ocurrencia de las palabras clave, se identificaron 386 tópicos asociados a diferentes cluster o redes, a su vez entrelazados.



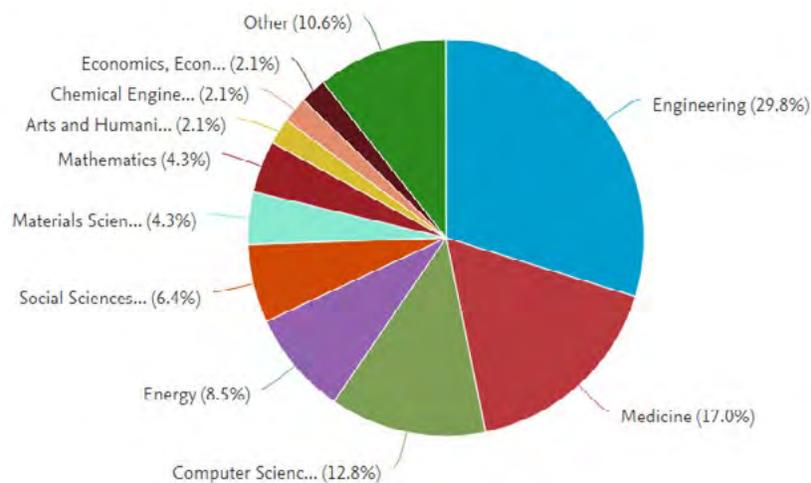
Fuente: Scopus usando software VOSviewer

Figura 38. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a mecanizado

A continuación, se presentan los campos de mayor repetición para la identificación de tópicos o temas de mayor tendencia.

El área de mantenimiento trabaja en dos frentes, el primero y de mayor tendencia, llamado de conservación; el cual se dedica a corregir y prevenir errores y el segundo se enfoca en procesos de actualización.

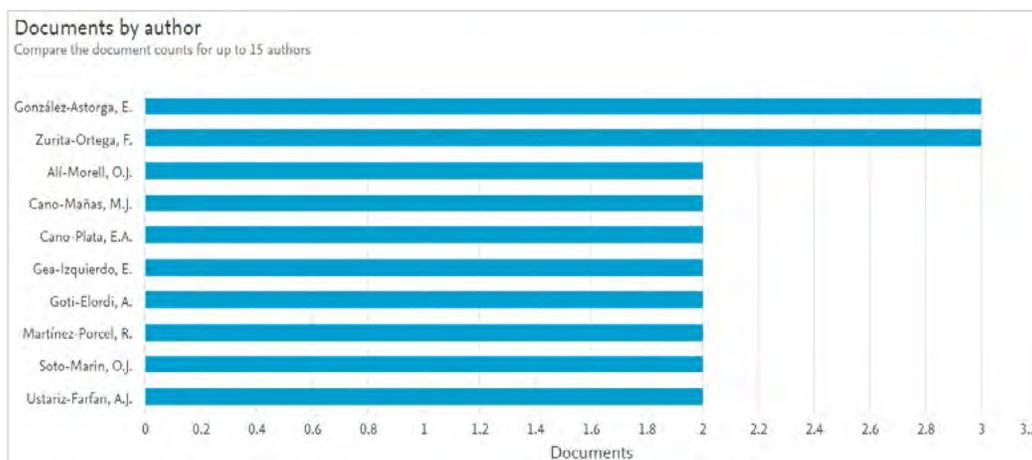
Los sectores con mayor número de reportes acerca del mantenimiento preventivo y/o de conservación son los relacionados con ingeniería, medicina, ciencias computacionales y energético.



Fuente: Scopus

Figura 39. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a mantenimiento

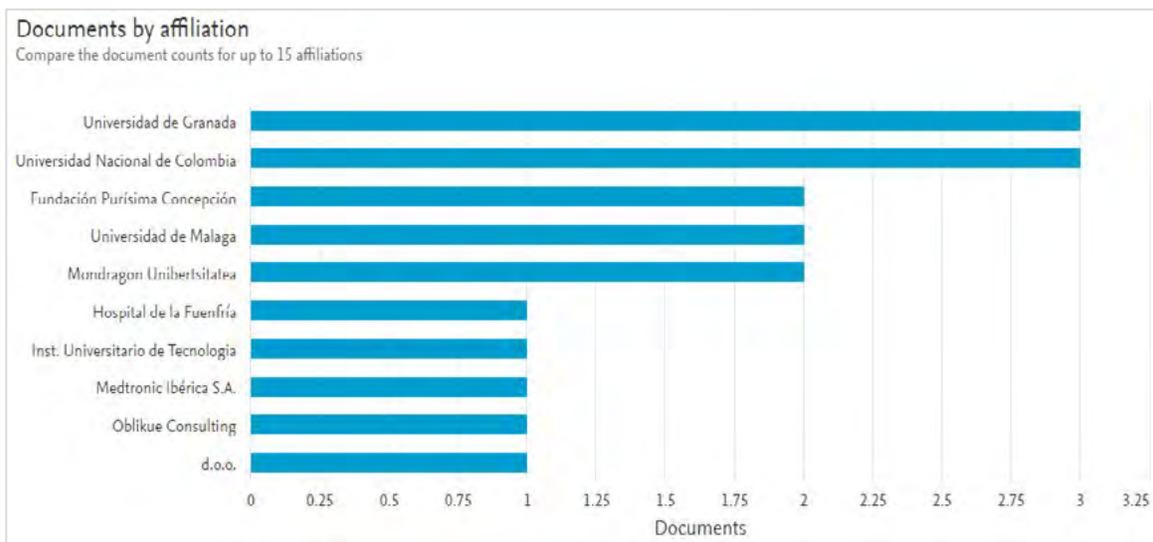
En este caso en particular los autores para destacar son: Cano-Plata, E.A. Soto-Marin, O.J. Ustariz-Farfan y A.J. quienes reportan en áreas relacionadas con La evaluación de vida de transformadores de horno de arco eléctrico, mientras que Gonzáles- Astorga, E y Zurita – Ortega, F, se destacan por trabajar el mantenimiento pero del sector salud y rehabilitación de pacientes con dificultades en cadera.



Fuente: Scopus

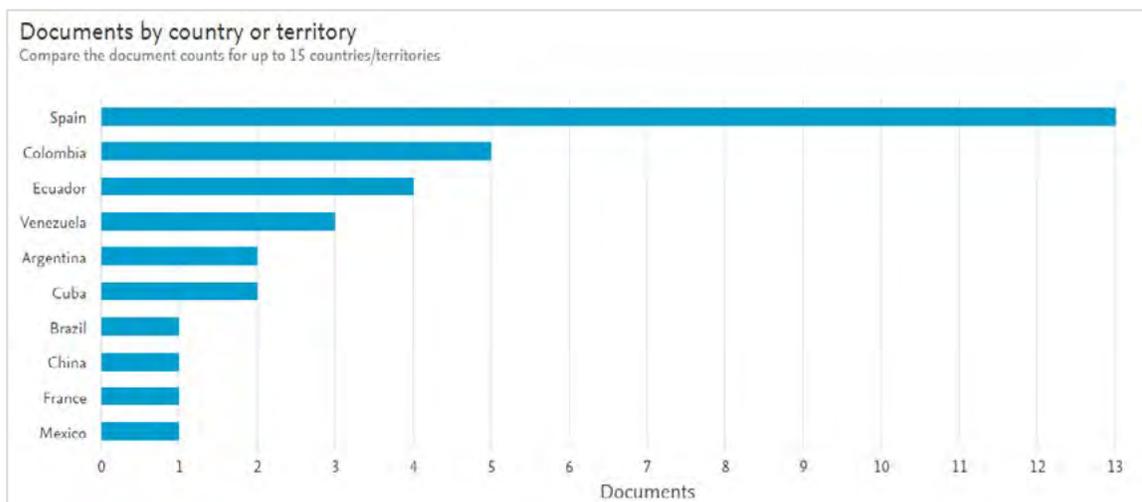
Figura 40. Principales autores publicaciones científicas en torno a mantenimiento

Dentro de las instituciones líderes se destacan en mantenimiento industrial se encuentra el Instituto Universitario de Tecnología; la Fundación Purísima Concepción y Universidad de Málaga se destacan en el área de la salud.



Fuente: Scopus

Figura 41. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a mantenimiento



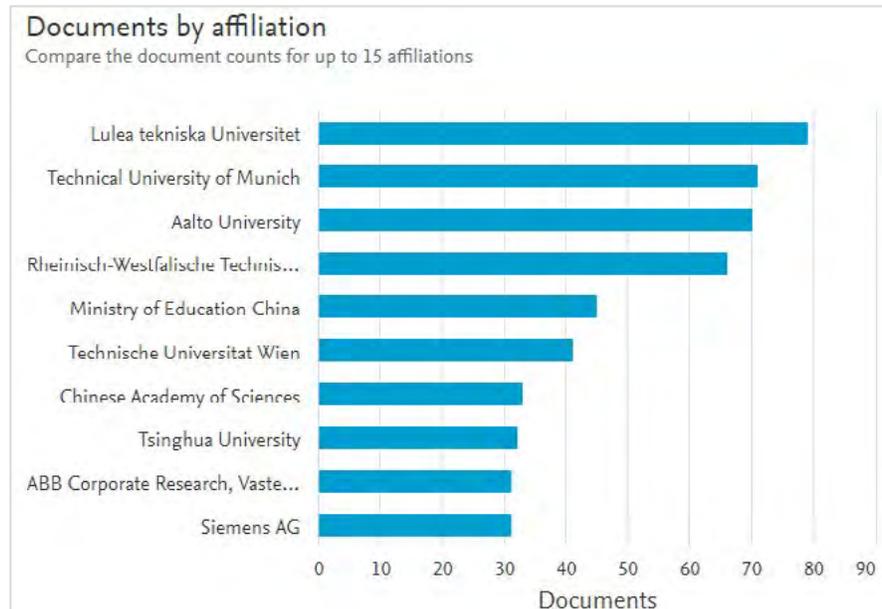
Fuente: Scopus

Figura 42. Países líderes de publicación en el tema en torno a mantenimiento

4.2.3. Automatización

La búsqueda de información se realizó a partir de 2012, de la cual se obtiene un total de 5.402 documentos, para los cuales se presentan los siguientes resultados.

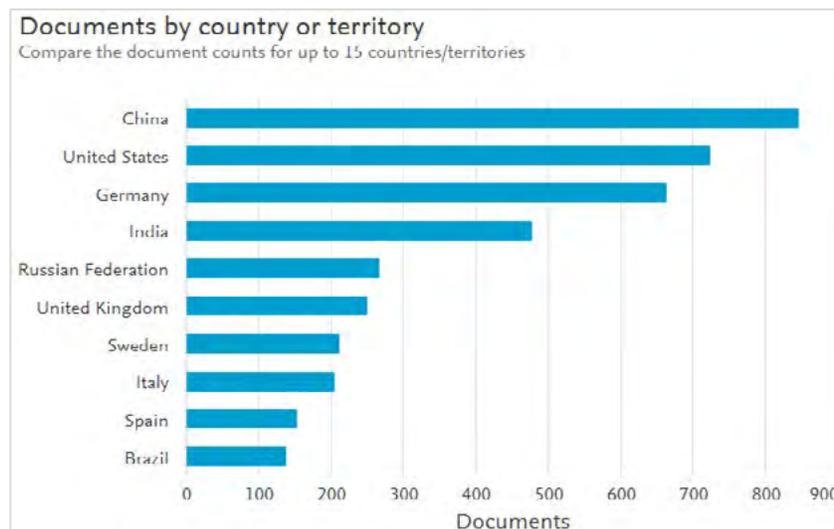
El año de mayor publicación hasta el 26 de Julio de 2018 ha sido el 2017 (1071 documentos), lo sigue el 2015 (1040 documentos) y hasta la fecha para 2018 (510 documentos). De los autores se destacan, Vyatkin, V., Vogel-Heuser, B., Fay, A., donde cada uno de ellos tiene 62, 35 y 16 documentos publicados y su afiliación es Aalto University (Finland), Technical University of Munich, Institute of Automation and Information Systems (Germany). Las instituciones de origen de las publicaciones se encuentran distribuidos según la siguiente gráfica.



Fuente: Scopus

Figura 43. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a automatización

Los países de las publicaciones se encuentran distribuidos según se indica en la gráfica.



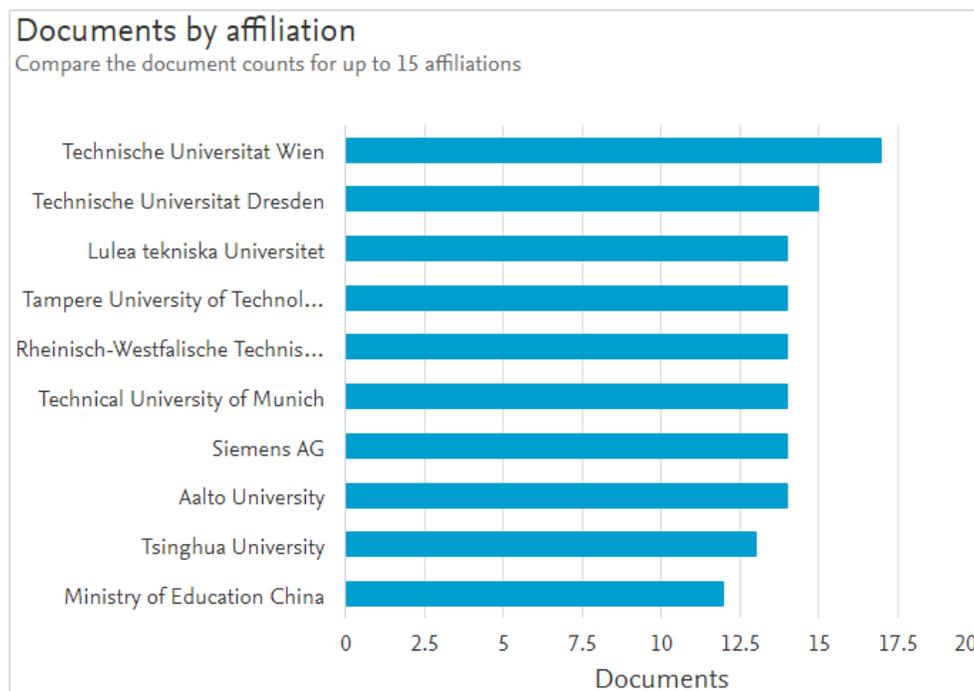
Fuente: Scopus

Figura 44. Países líderes de publicación en el tema en torno a automatización

De esta primera búsqueda, se identifican términos tales como “technology, IoT, WSN, Energy efficiency” por mencionar algunas, concluyéndose que es necesario hacer uso de palabras claves adicionales para acotar la búsqueda.

Se realizó una nueva búsqueda en la cual se incluyó aspectos de “tecnología”, donde se obtiene un total de 1920 documentos para los cuales se presentan los siguientes resultados.

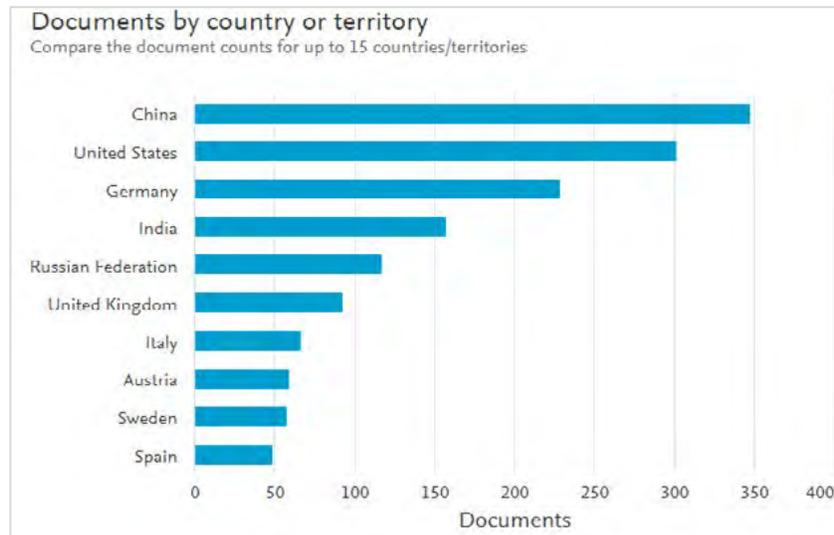
El año de mayor publicación hasta el 26 de Julio de 2018 ha sido el 2017 (367 documentos), lo sigue el 2014 (359 documentos) y hasta la fecha para 2018 (195 documentos). De los autores se destacan, Colombo, A.W., Day, J. y Kastner, W., donde cada uno de ellos tiene 9, 7 y 7 documentos publicados y su afiliación es University of Applied Sciences Emden/Leer (Germany), Comite Resources, Inc. (United States) y Technische Universitat Wien, Institute of Computer Engineering (Austria). Las instituciones de origen de las publicaciones se encuentran distribuidos según la siguiente gráfica:



Fuente: Scopus

Figura 45. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a automatización

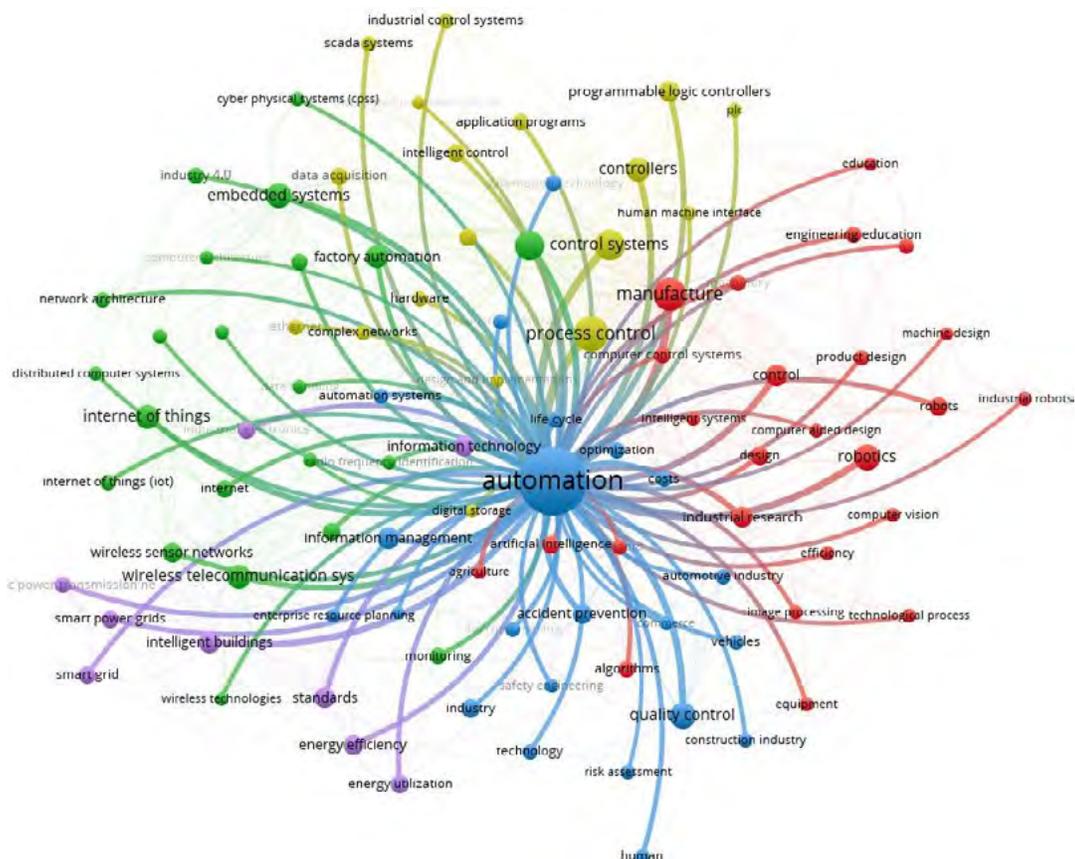
Los países de las publicaciones se encuentran distribuidos según se indica en la siguiente gráfica.



Fuente: Scopus

Figura 46. Países líderes de publicación en el tema en torno a automatización

Haciendo uso de las 1936 publicaciones encontrados en la búsqueda, se elaboraron mapas de co-ocurrencia de términos. A continuación, se presenta el mapa de co-ocurrencia asociado.



Fuente: Scopus usando software VOSviewer

Figura 47. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a automatización

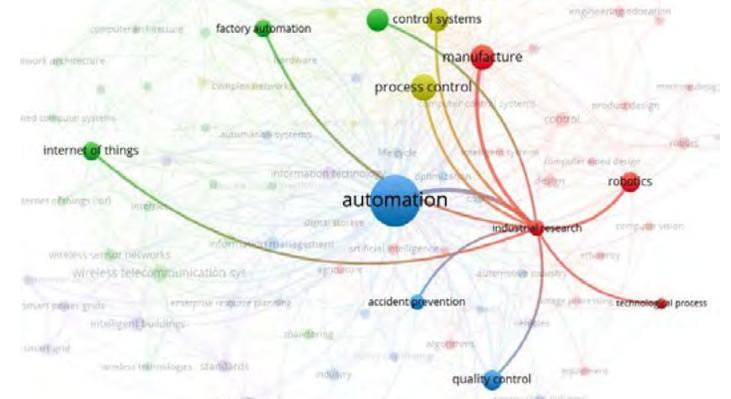
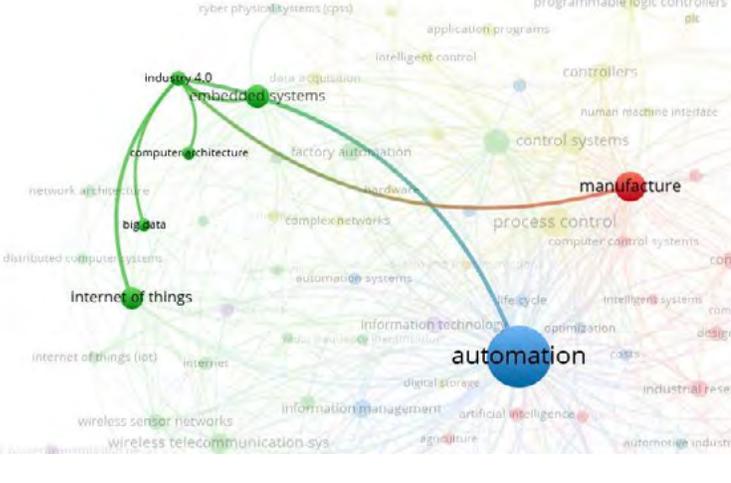
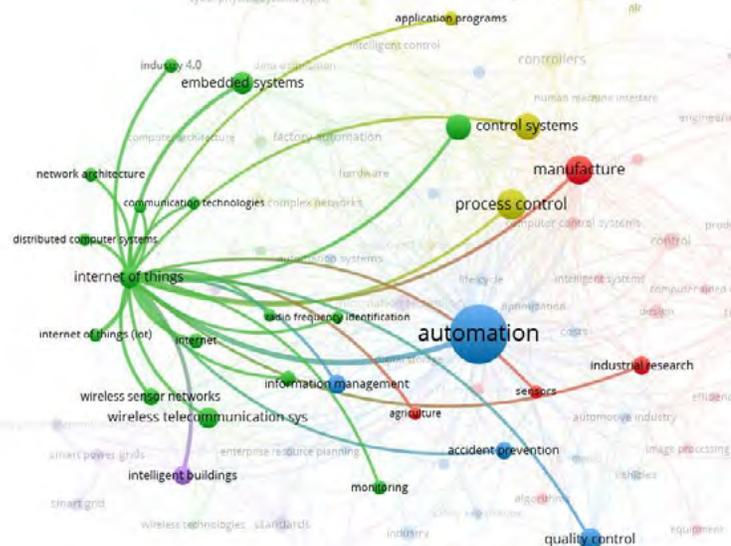
En el gráfico anterior se presenta la red de palabras asociada a los 1936 artículos hallados, en ésta la palabra que más se destaca es "automation" la cual como se aprecia en la figura, se encuentra interconectada con diferentes temas enmarcados con la tendencia en automatización en los diferentes campos y áreas del conocimiento. Entre algunos de estos términos relevantes se destacan palabras tales como:

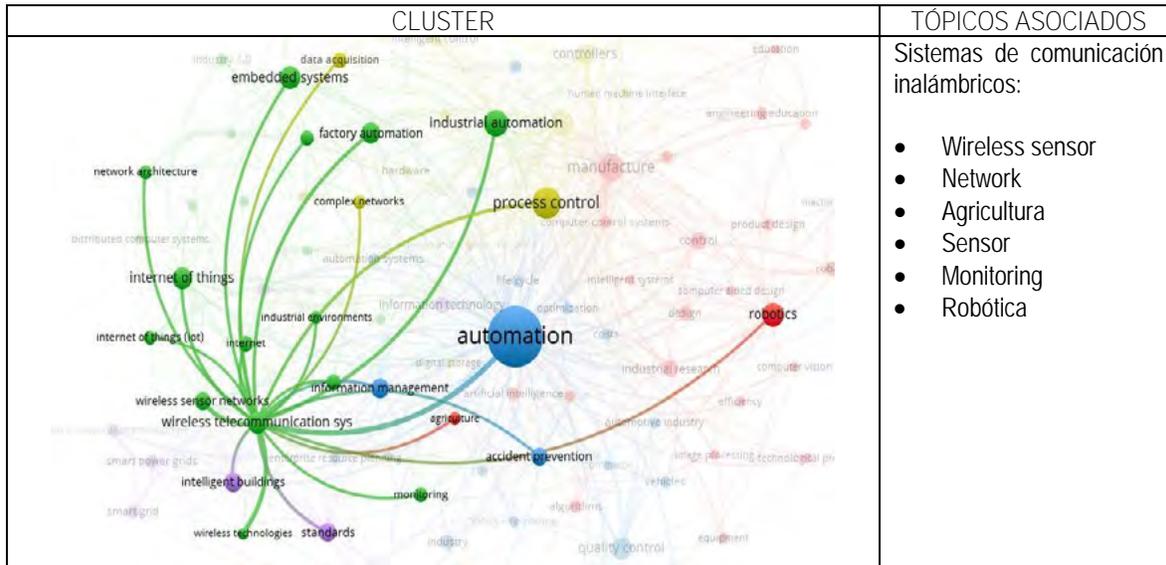
- Manufacture
- Industrial research
- Industry 4.0
- Internet of things
- Wireless sensor network
- Robotic
- Agriculture

Cada uno de estos términos, permite desde una perspectiva general ver las temáticas relacionadas con el tema de automatización, identificar posibles líneas para trabajos actuales y futuros en ésta área. Además, esta información permite identificar temas de interés para la formulación de proyectos y enfoques de profundización en los programas de formación. De algunos de los términos relevantes en este análisis se presentan a continuación algunas interconexiones importantes.

Tabla 34. Tópicos o temas de mayor tendencia en torno a automatización 2012 - 2018

CLUSTER	TÓPICOS ASOCIADOS
	<p>Manufactura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robótica • Manejo de la información • Costos • Ciclo de vida • Sistemas autónomos de comunicación • Internet de las cosas • PLC • Industria 4.0

CLUSTER	TÓPICOS ASOCIADOS
	<p>Investigación industrial. se relaciona con términos, que buscan mejorar y brindar mayor seguridad en los procesos en la industria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección de accidentes • Control de calidad • Internet de las cosas • Robótica • Procesos de control • Procesos tecnológicos
	<p>Industria 4.0. busca una interconexión entre los diferentes niveles de la cadena productiva además de la convergencia entre las tecnologías de la información y comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Big data • Internet de las cosas • Automatización • Sistemas embebidos • Arquitectura de computadores • Cuarta revolución industrial.
	<p>Internet de las cosas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wireless sensor • Network • Agricultura • Sensor • Monitoring • Robótica



Fuente: Elaboración propia con base en Scopus usando software VOSviewer

4.2.4. Plásticos

El volumen de publicaciones en torno a plásticos e industria presenta un crecimiento a través del tiempo se puede evidenciar en la siguiente gráfica, para lo cual se puede asegurar que existe un progresivo interés en la investigación en esta área.

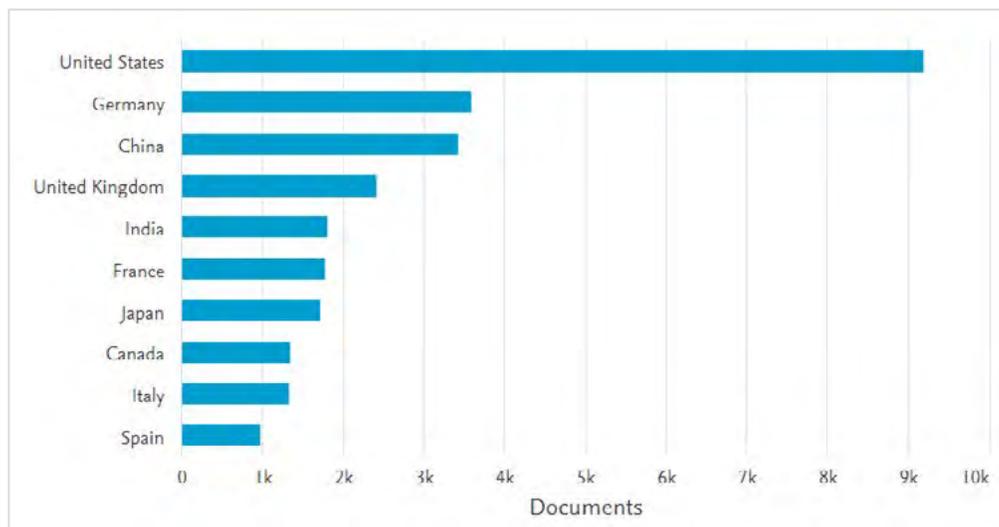


Fuente: Scopus

Figura 48. Evolución de las publicaciones científicas en torno a plásticos

Como se puede apreciar en la gráfica se sigue una tendencia de crecimiento exponencial desde el año 1966 que coincide con todo el avance tecnológico y el desarrollo de la industria de plásticos.

En cuanto a los países que más publican en esta área se encuentran en el siguiente gráfico.

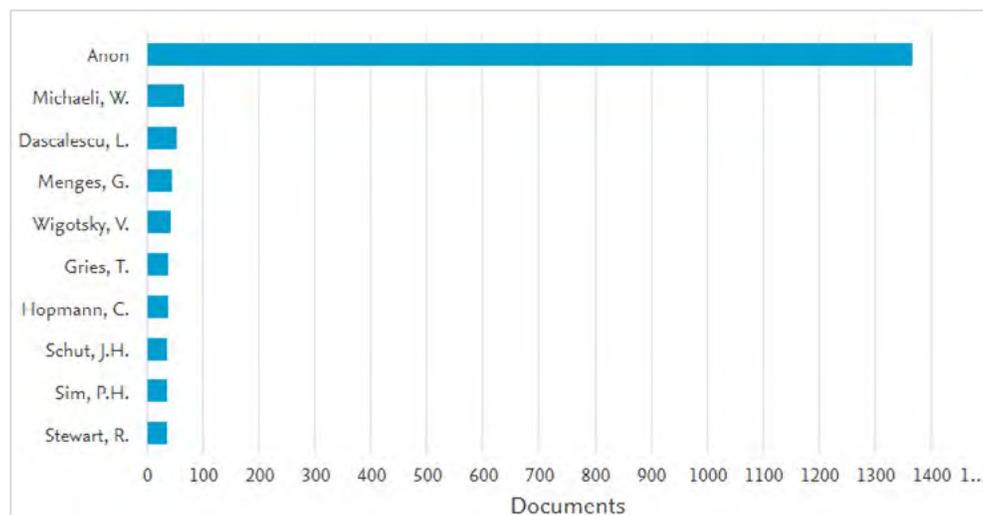


Fuente: Scopus

Figura 49. Países líderes de publicación en el tema en torno a plásticos

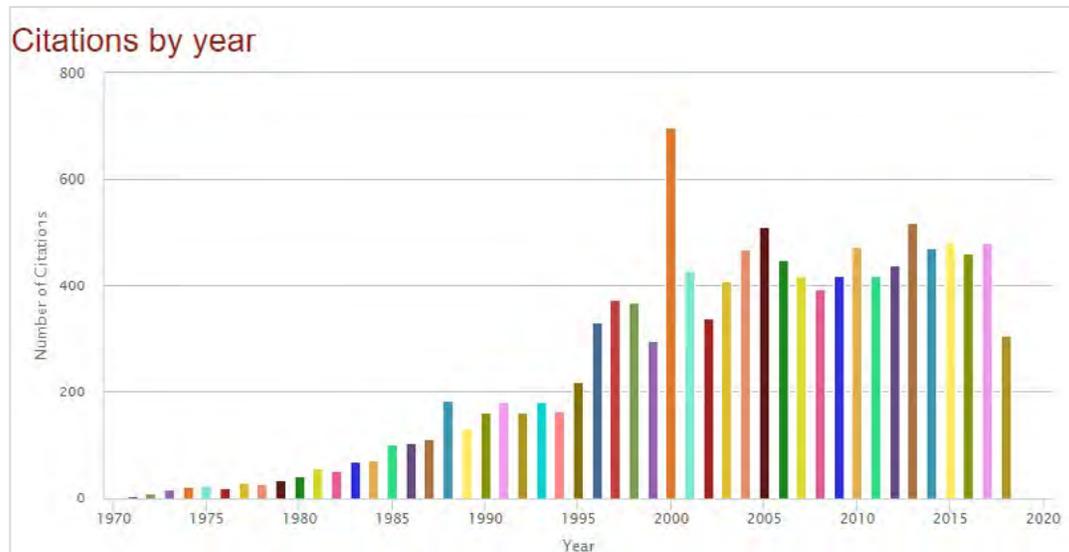
Se puede deducir que los países más desarrollados en la industria del plástico son Estados Unidos seguido por Alemania y China.

Por otro lado, los autores desatcados en el tema se encuentran distribuidos así por cada título publicado y citas.



Fuente: Scopus

Figura 50. Principales autores publicaciones científicas en torno a plásticos

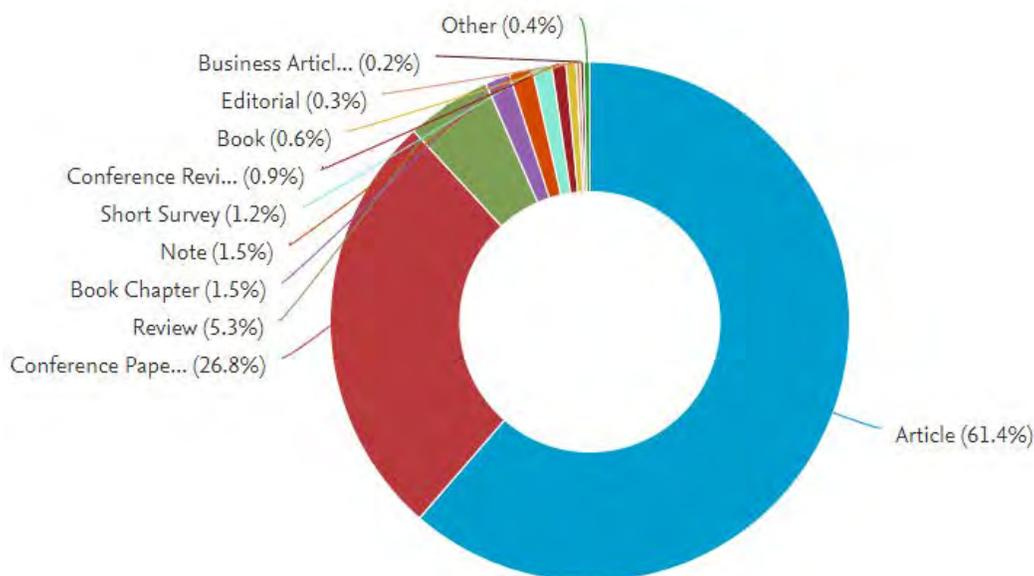


Fuente: Scopus

Figura 51. Citación de autores publicaciones científicas en torno a plásticos

Este autor cuenta con la mayor cantidad de citaciones por año, La mayoría de las publicaciones son anónimas y se mantienen seguidas de Michaeli, W.

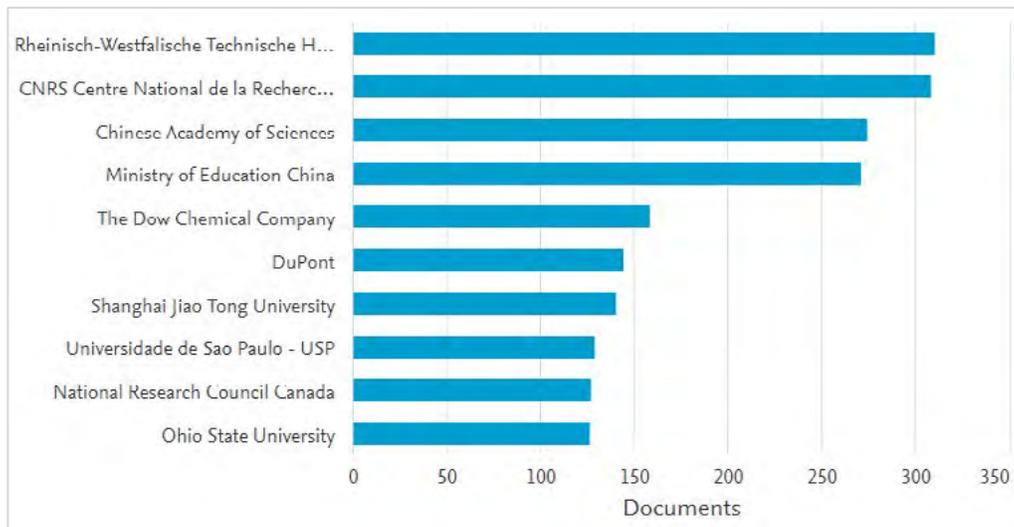
La distribución de publicaciones se resume en la siguiente gráfica, donde se encuentra que lo más publicado son artículos, seguido por ponencias y resúmenes.



Fuente: Scopus

Figura 52. Tipo de publicaciones científicas en torno a plásticos

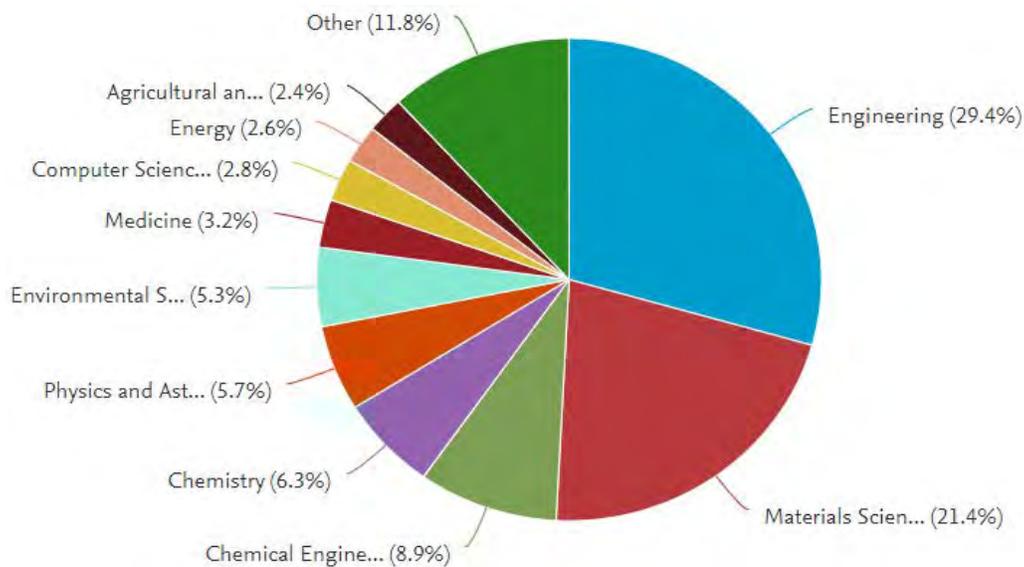
Las instituciones más destacadas en la búsqueda se presentan en el siguiente gráfico.



Fuente: Scopus

Figura 53. Instituciones de origen de las publicaciones científicas en torno a plástico

El instituto Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen en Alemania, seguido de CNRS Centre National de la Recherche Scientifique de Francia, son las instituciones que más publican en esta área.

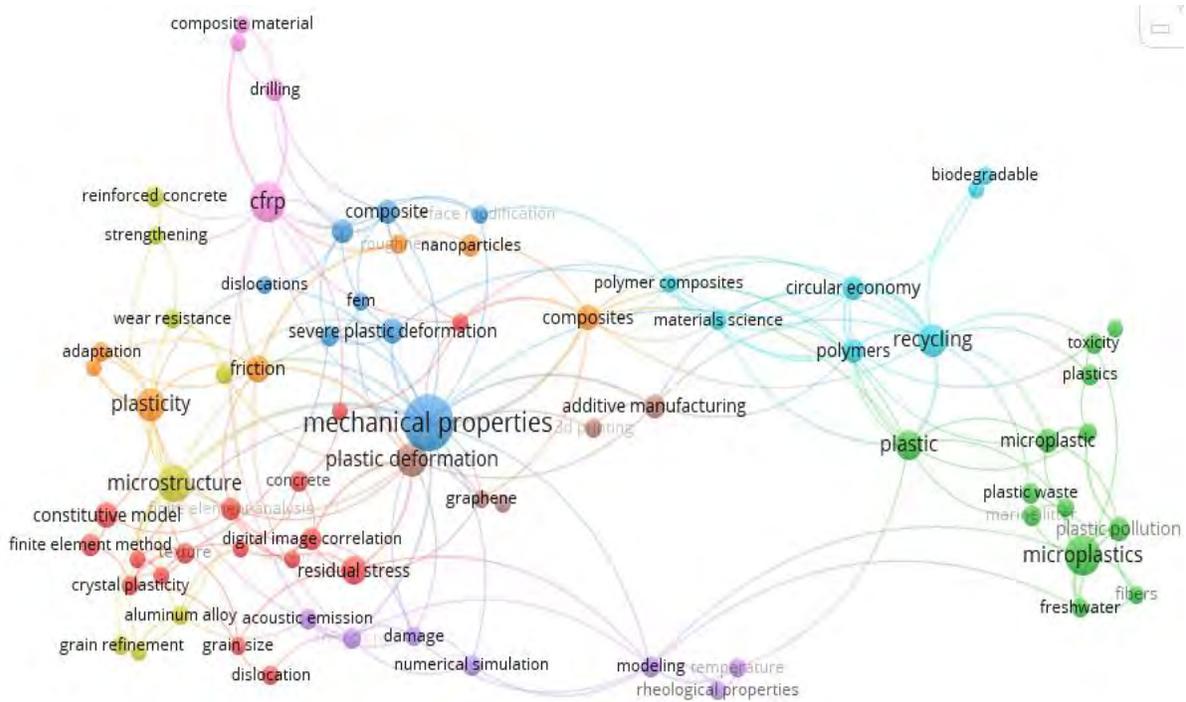


Fuente: Scopus

Figura 54. Áreas de estudio de las publicaciones científicas en torno a plástico

La mayor cantidad de documentación se encuentra concentrada en el área de ingeniería seguida por ciencias de los materiales y otros.

Haciendo uso de las publicaciones encontrados en la búsqueda, se elaboraron mapas de co-ocurrencia de términos. A continuación, se presenta el mapa de co-ocurrencia asociado.



Fuente: Scopus usando software VOSviewer

Figura 55. Análisis de redes en publicación en el tema en torno a automatización

Tabla 35. Tópicos o temas de mayor tendencia en torno a plásticos

CLUSTER	TÓPICOS ASOCIADOS
	<p>En general temas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotecnología • Agroindustria <p>Temas asociados a propiedades mecánicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microestructuras • CFRP • Reciclaje • Micro plásticos

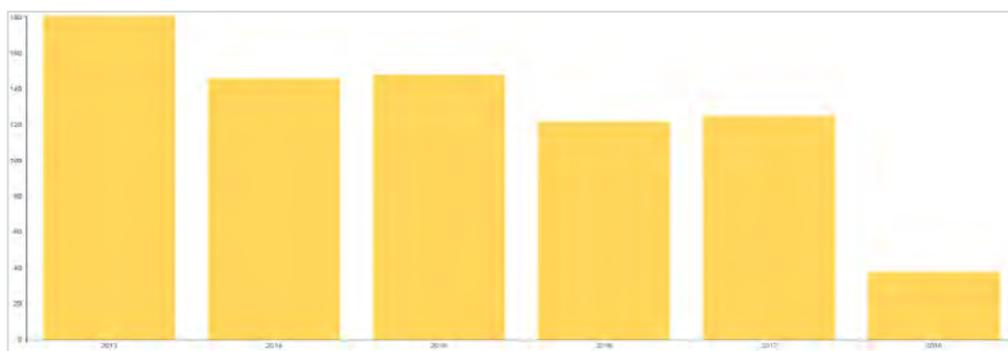
Fuente: Elaboración propia con base en Scopus usando software VOSviewer

4.3. Resultados de vigilancia tecnológica con base en análisis de patentes

El análisis de patentes es realizado a través de la aplicación en línea Patent Inspiration y las herramientas de análisis de esta para cada una de las líneas identificadas, como se indica a continuación.

4.3.1. Mecanizado

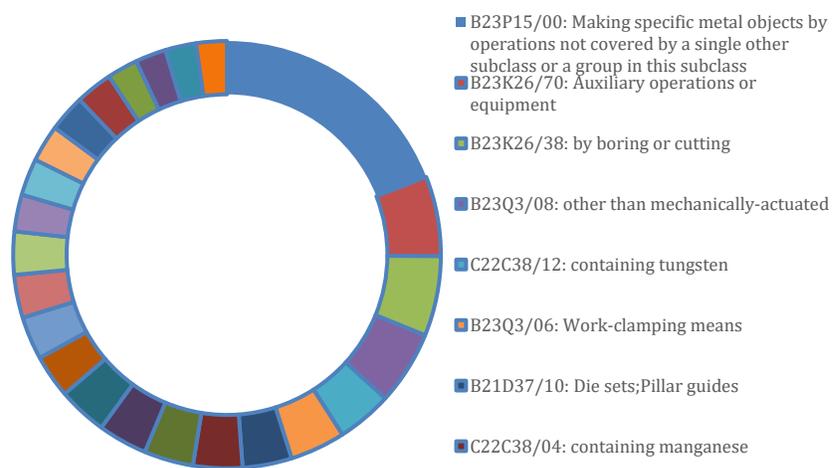
Con base en los focos de vigilancia se encuentra que las patentes otorgadas en temas de mecanizado superan las 120 en los últimos años, para un total de 760 entre 2013 y 2018.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 56. Evolución de las patentes en torno a mecanizado

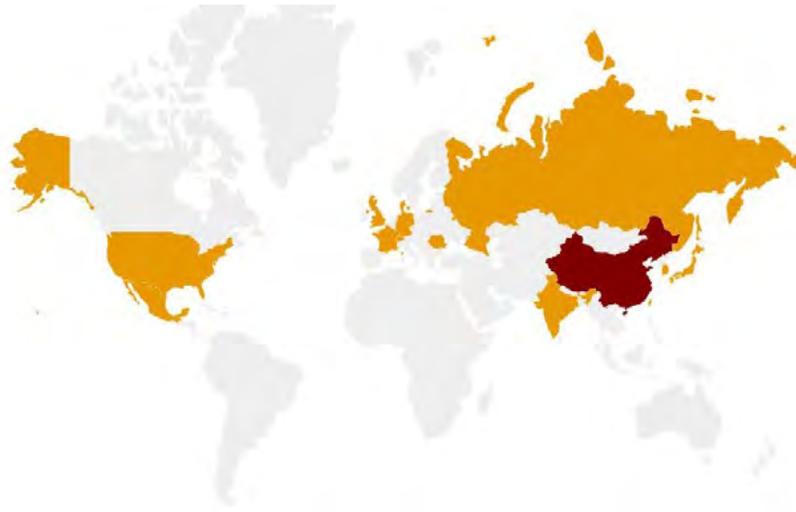
Del conjunto de patentes registradas se destacan las otorgadas para elaboración de piezas específicas de metal (41), operaciones y equipos auxiliares (13), corte (13), así como aleaciones con diferentes materiales.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 57. Clasificación de las patentes en torno a mecanizado

El origen o países de las patentes se concentra en China (184), Rusia (19), India (8), Estados Unidos (8).



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 58. Origen de las patentes en torno a mecanizado

Respecto a las empresas que solicitan las patentes se destacan Jiangsu Winner Machinery Co Lt (China), Jiangsu Gaojing Mechanical & Electrical Equipment Co Ltd (China) y Kunshan Theta Micro Co Ltd (China).

ANHUI HUAKUANG INTELLIGENT EQUIPMENT CO LTD • ANHUI JEKO ELECTRONICS CO LTD • ANHUI LIUFANG ZHONGLIAN MECHANICAL SHARE CO LTD • ANYANG XINSHENG MACHINE TOOL CO LTD • BHC BEIJING AERONAUTICAL MFG TECHNOLOGY RES INST
BAOLAI PREC MACHINERY IND GROUP CO LTD • BEIJING FORESTRY MACHINERY RES INST OF STATE FORESTRY ADMINISTRATION • BEIJING INST TECHNOLOGY • BEIJING ZHONGKE AUTO AUTOMATION EQUIPMENT CO LTD
CHANGSHA TIANHE DRILLING TOOLS AND MACHINERY CO LTD • CHINA COAL ZHANGJIANKU COAL MINING MACHINERY CO LTD • CHONGQING INST GREEN & INTELLIGENT TECHNOLOGY CAS • CHONGQING JUNDING MACHINERY MFG CO LTD
CHUZHOU LEIPEL NEW BUILDING MATERIALS CO LTD • CLOSED JOINT STOCK COMPANY DAUTPINSK METALLURG PLANT • CSR QIMUYUAN LOCOMOTIVE CO LTD • CT DE INVESTIGACIONES EN OPTICA A C • DONGSEED P&I ROLL CO LTD
FANCHANG COUNTY QILIN CASTING CO LTD • FEDERAL NCE 0 SAJZDNETICE OBRAZOVATEL NCE LOHREZHOENE VYSSHEHO PROFESSIONAL NOOD OBRAZOVANJA VORON • GUANGDE COUNTY YONGBIN BAMBOO HANDICRAFT FACTORY • GUANGDONG INST AUTOMATION
HANGZHOU RENJIO PACKAGING SCIENCE & TECH CO LTD • HANGZHOU SILAN AZURE CO LTD • HANGZHOU WANBAO NUMERICAL CONTROL MACHINE TOOL CO LTD • HUNAN QIANYUE MACHINERY MFG CO LTD
JIANGSU GAOJING MECHANICAL & ELECTRICAL EQUIPMENT CO LTD • JIANGSU KANGHUANG AUTOMATIC CONTROL ENGINEERING CO LTD
JIANGSU WINNER MACHINERY CO LT • JIAXING HANGDESHENG LASER REFABRICATION MANUFACTURE TECH CO LTD • JINAN XINWUYUE PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY CO LTD
JINHA ZHONGKE ELECTROMECHANICAL RES INST • JUNMA PETROLEUM EQUIPMENT MFG CO LTD • KUNSHAN THETA MICRO CO LTD • MAANSHAN IRON & STEEL CO LTD
NINGXIA JUNENG ROBOT SYSTEM CO LTD • NINGXIA SHENJI CHANGSHENG MACHINERY CO LTD • NINGXIA XINRUI CHANGSHENG MACHINE TOOL CO LTD • NONGSHENG COMPOSITE MATERIAL CO LTD • RSCOR DEFENCE • SHAANXI AIRCRAFT IND GROUP
SHANGHAI GO (BELL) ELECTRICAL TECHNOLOGY CO LTD • SHOUKANG CORP • SUZHOU CHUNGU ELECTRONIC TECHNOLOGY CO LTD • SUZHOU FORCECON ELECTRIC CO LTD • TIANJIN BAOLAI PREC MACHINERY IND GROUP CORP
TIANJIN JIANYINGDA PLASTIC PRODUCTS CO LTD • WEIHAI JINDAHAI ROBOT CO LTD • WINGLIANG NUMERICAL CONTROL TECH CO LTD • ZHANGJIAGANG NODATA AUTOMATION EQUIPMENT CO LTD

Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 59. Principales empresas de las patentes en torno a mecanizado

4.3.2. Mantenimiento

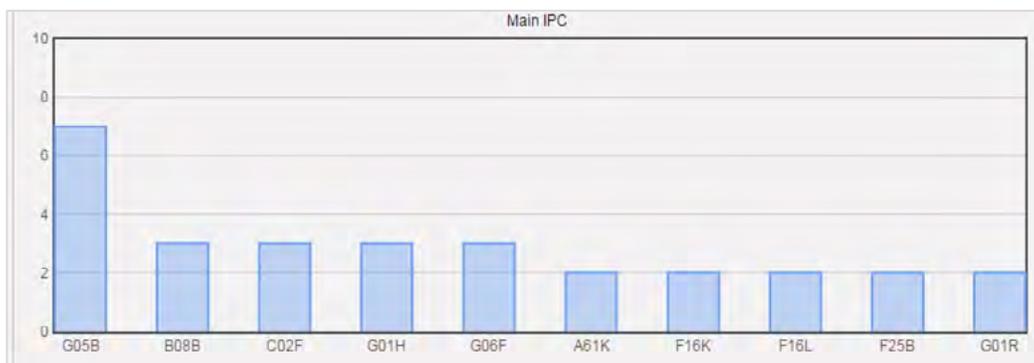
Los resultados de vigilancia tecnológica con base en análisis de patentes indican que desde el 2011 hasta el 2018 se registra un rezago en la producción de patentes, a excepción del pico de 2015.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 60. Evolución de las patentes en torno a mantenimiento

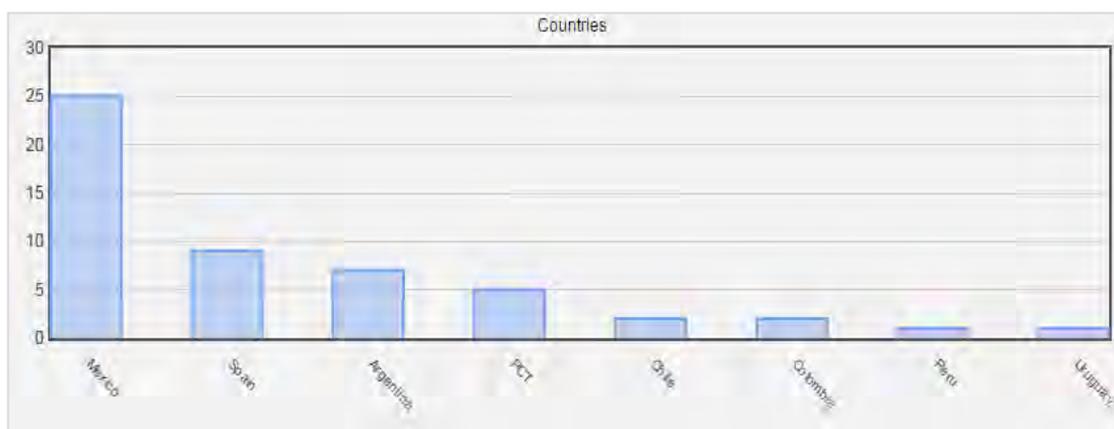
Respecto a la clasificación internacional de patentes, el mayor número de patentes de las registradas en los últimos 10 años están relacionadas con TIC, y en segundo lugar patentes relacionadas con actividades de limpieza.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 61. Clasificación de las patentes en torno a mantenimiento

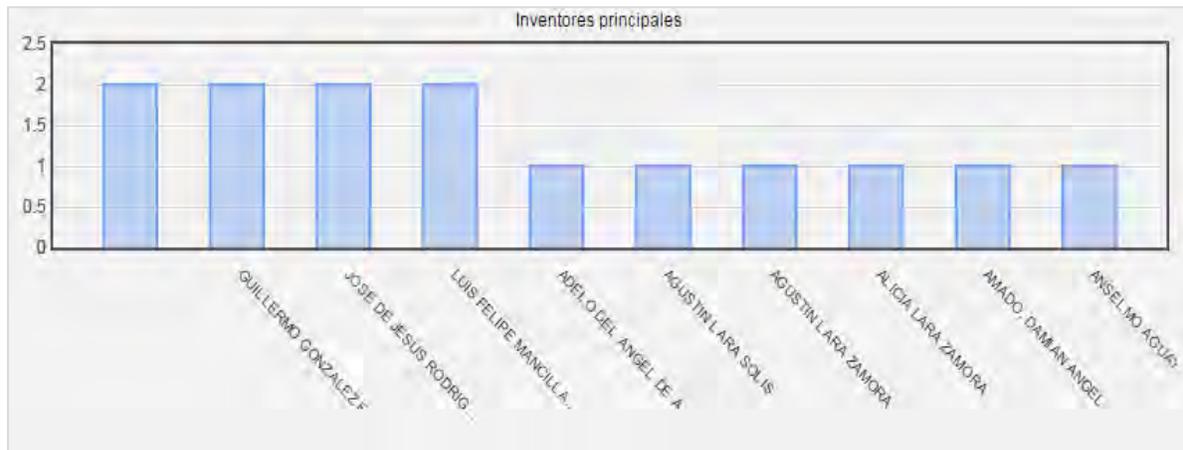
Los países con patentes otorgadas se indican en el siguiente gráfico.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 62. Origen de las patentes en torno a mantenimiento

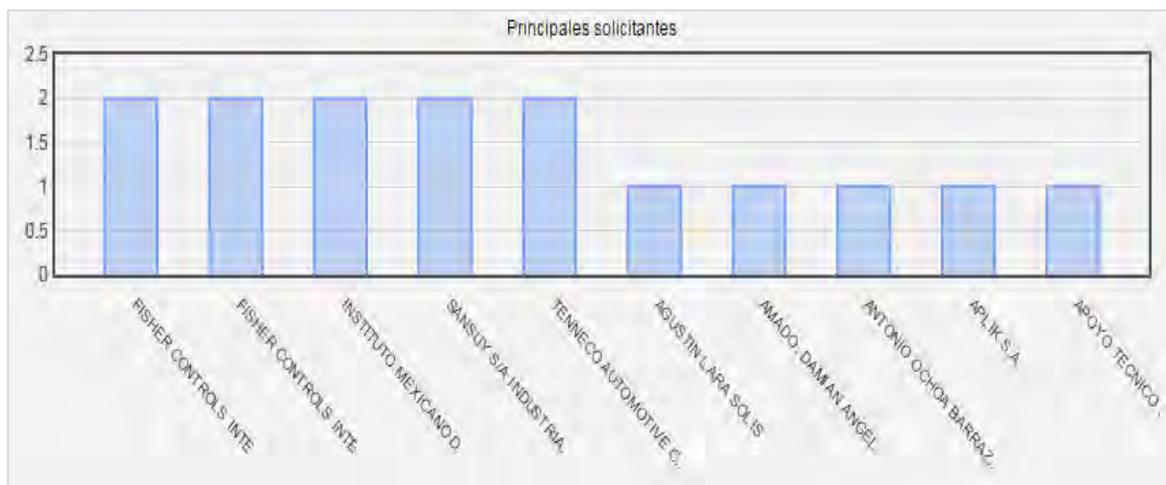
Los principales inventores se reseñan en el siguiente gráfico



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 63. Principales inventores de las patentes en torno a mantenimiento

Los principales organismos solicitantes de patentes en el campo se indican en el siguiente gráfico.

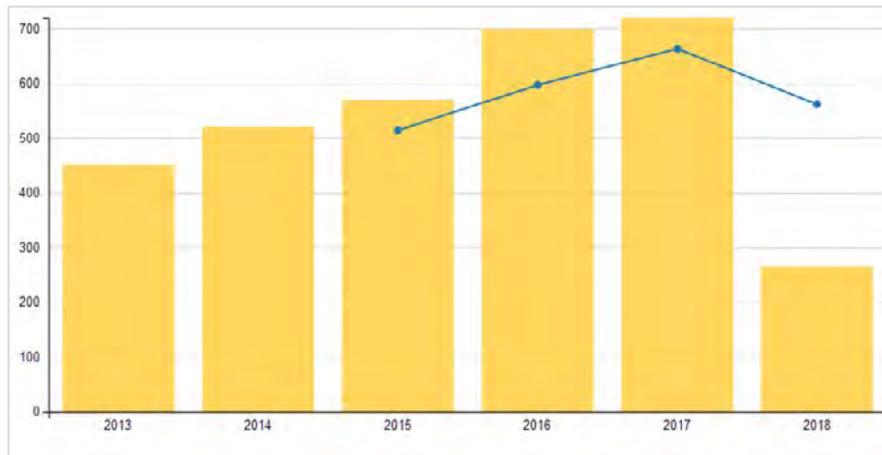


Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 64. Principales organismos solicitantes de las patentes en torno a mantenimiento

4.3.3. Automatización

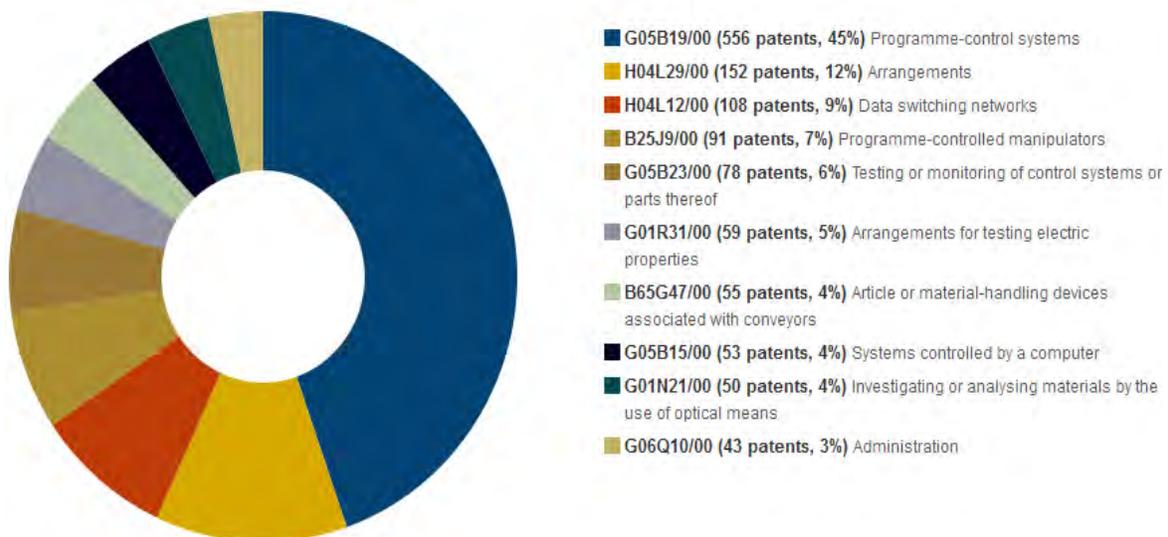
En el siguiente gráfico se presenta la evolución de las patentes por año, desde el 2013, se evidencia el crecimiento anual de patentes publicadas por año, empezando en 2013 con 452, en 2017 con 721 y para la fecha de 2018 con 266 patentes publicadas.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 65. Evolución de las patentes en torno a automatización

De todas las patentes encontradas según los términos y el periodo de tiempo definido, se destaca en el siguiente gráfico la clasificación internacional de las patentes. Donde para los tres primeros lugares, se destaca Programme control system, data switching networks, programme controller manipulators.



Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 66. Clasificación de las patentes en torno a automatización

En cuanto a la distribución de países donde se les ha otorgado las patentes para esta búsqueda, se destaca China con 554, estados unidos con 424 y Alemania con 90 patentes otorgadas, esto se refleja a su vez, en los aplicantes presentados con el siguiente gráfico.

ABB RESEARCH LTD • ABB SCHWEIZ AG • ABB TECHNOLOGY AG
DONGFENG AUTOMOBILE ELECTRONICS CO LTD • FISHER ROSEMOUNT SYSTEMS INC • FRIESTH KEVIN LEE
GEN ELECTRIC • **HONEYWELL INT INC** • INVENSYS SYS INC
NEW JACK SEWING MACHINE CO LTD
ROCKWELL AUTOMATION TECH INC
SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS • SHENYANG CHUANGDA TECHNOLOGY TRADE MARKET CO LTD
SIEMENS AG • STATE GRID CORP CHINA • TELEROBOT S P A
UNIV CENTRAL SOUTH • UNIV JIANGNAN • UNIV JILIANG CHINA • UNIV KUNMING SCIENCE & TECH
UNIV NORTHEASTERN • UNIV SHANGHAI JIAOTONG • WENZHOU VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE
XINGUANG NUMERICAL CONTROL TECH CO LTD • ZHEJIANG ZHONGDE AUTOMATIC CONTROL VALVE CO LTD

Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 67. Principales empresas de las patentes en torno a Automatización

En el listado de las 25 entidades más representativas que aplicaron a las patentes en mención se destacan Rockwell Automation Tech Inc, Honeywell Int Inc, Siemens AG y ABB Technology AG. Cada uno de éstas aplico respectivamente con 174, 134, 70 y 36 patentes.

Además, se presenta a continuación la siguiente nube de palabras donde se encuentra el nombre de los inventores más destacados para la búsqueda.

ASENJO JUAN L • BRANDT DAVID D • DEYOUNG DANIEL S • DYCK JOHN
HADELI HADELI • HARKULICH JOSEPH A • HESSMER RAINER
HILL EDWARD ALAN • HOLCE KENT J • **KALAN MICHAEL D**
KORPELA JESSICA L • LEONARD SCOTT E • LI JING
MANSOURI HAITHEM
MATURANA FRANCISCO P
MCLAUGHLIN PAUL F • NGUYEN THONG T
PANTALEANO MICHAEL JOHN • PERRA ANDRE PIERRE
REICHARD DOUGLAS J • SCOTT STEVEN J • STUMP ANDREW R • WANG BIN
WIMMER WOLFGANG • XIAO YU

Fuente: www.patentinspiration.com

Figura 68. Principales inventores de las patentes en torno a mantenimiento

4.4. Identificación de tendencias y sublíneas tecnológicas

A partir del análisis realizado en la búsqueda de publicaciones científicas y patentes se identificaron tendencia y sublíneas tecnológicas que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 36. Tendencias y sublíneas tecnológicas según área

ÁREA	TENDENCIAS Y SUBLINEAS TECNOLÓGICAS
Mecanizado	<p>Tendencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematización y automatización de procesos. • Generación de métodos y procesos, así como máquinas y herramientas. • Tecnologías se encuentran tópicos como: • Manufactura adictiva • Impresión 3D • Aplicaciones laser • Aplicaciones a partir de aleaciones • Robótica • Diseño y manufactura asistido por computador CAD / CAM • Sintonización (sintering) • Micromecanizado • Micromecanizado por descarga eléctrica
Mantenimiento	<p>El desarrollo de técnicas de mantenimiento preventivo impacta en casi todas las líneas tecnológicas relacionadas con: Línea tecnológica en TIC, Línea tecnológica en diseño, Línea tecnológica en producción y transformación, Línea tecnológica en materiales y herramientas, y Línea tecnológica orientada al cliente. Especialmente en labores relacionadas con el mantenimiento de turbinas eólicas, turbinas en aeronáutica, hornos (diversos procesos industriales que los involucran), para generar agua de inyección mediante destilación por termo compresión, transformadores de horno de arco eléctrico, software especializado en la industria automotriz para impulsar motores y sistemas que involucran energías alternativas entre otros.</p>
Automatización	<p>Los grandes avances en automatización se reflejan en zonas europeas, en Latinoamérica se encuentran muy pocos reportes relacionados en temas de publicaciones y patentes. Por esto desde el SENA es necesario incentivar a que todos los proyectos de investigación realicen publicaciones tanto nacionales e internacionales de los diferentes proyectos que se han ejecutado y que se están ejecutando dentro de la organización.</p> <p>Es evidente que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están en su mejor momento, por esto el uso de nuevas herramientas aplicadas en sectores antes un poco inexplorados (como la agricultura por mencionar algunos) pueden ofrecer aportes significativos en el crecimiento del País.</p> <p>No se puede desconocer la nueva era tecnológica, la industria 4.0, que busca converger la tecnología de la información y la comunicación, con la robótica, big data, internet de las cosas son temas que deben primar en la investigación teórica y aplicada en temas relacionados con la aplicación de la automatización en diferentes sectores industriales.</p>
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales compuestos • Materiales biodegradables • Economía circular y ciclo de vida de los materiales.

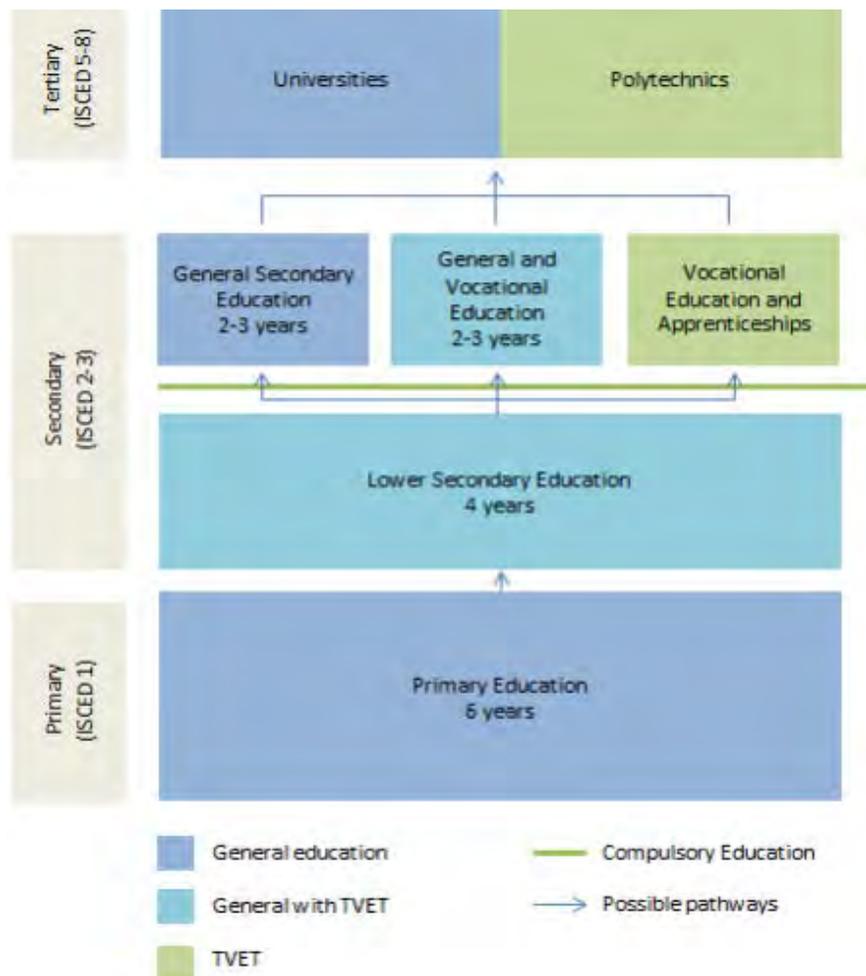
Fuente: elaboración propia

5. VIGILANCIA COMPETITIVA

5.1. Referente internacional

En el desarrollo de la vigilancia competitiva se realizó una búsqueda de instituciones a nivel mundial dedicadas a la formación para el trabajo, y que tuvieran énfasis en áreas de conocimiento con aplicación en la industria.

En este sentido se observa que el sistema de educación alemán es considerado el de mayor tradición y desarrollo especialmente por la relevancia otorgada a la formación para el trabajo, la cual tiene una ruta definida y articulada en el marco del sistema en su conjunto, compuesto por los pilares primaria, secundaria y terciaria (Unesco 2012).¹³



Fuente: Unesco 2012

Figura 69. Sistemas formal, no formal e informal de Educación Técnica Vocacional

¹³ Otra institución identificada, mas no seleccionada como referente es Renovetec, empresa de ingeniería y de formación técnica, y su especialidad es el desarrollo de proyectos en las áreas de Generación de Energía, Mantenimiento Industrial y Energías Renovables. Ofrece cursos de formación en mantenimiento industrial en la modalidad presencial y virtual a nivel nacional e internacional (<http://www.renovetec.com/>)

Según (BMBF, N.D.), así como (Gonzalez-Velosa & Shady, 2016) la formación para el trabajo a nivel mundial se conoce como “Sistema de Educación Dual” o “Vocational Education and Training”. Los mayores representantes de este sistema de formación son Alemania y Austria. Este sistema se basa en dos etapas, la primera etapa en la formación académica en una institución educativa y la segunda etapa se basa en la práctica profesional en una empresa del sector productivo, donde los aprendices demuestran las habilidades adquiridas durante la primera fase de formación (Mineducación, 2017). Según las diferentes fuentes consultadas se presentan los siguientes resultados (UNESCO, 2018).

Alemania es un país pionero en la creación e implementación del modelo de formación dual en su sistema educativo. Es por ello que es posible encontrar múltiples institutos que se enmarcan en este modelo. La duración de este tipo de formación puede variar entre 2 a 3.5 años (UNESCO & UNEVOC, 2012) y existen alrededor de 330 profesiones reconocidas en el País. Al tener tantas profesiones reconocidas y a su vez por la creciente evolución de la industria, existe en la actualidad una escasez de mano de obra especializada, que da pie a que el sistema dual alemán tenga validez, ya que permite suplir una demanda específica del sector productivo.

Estas profesiones con alta demanda en Alemania se presentan en un documento público llamado “lista positiva (Positivliste)” donde se encuentran las profesiones donde hay escasez de mano de obra especializada, así como las ocupaciones de capacitación individual requeridas. Esta lista es publicada por la agencia federal del empleo alemán cada seis meses. Como se observa en la lista para Agosto de 2018 (Bundesagentur für Arbeit, 2018), se encuentran tecnologías u ocupaciones asociadas con tecnologías del Centro Metalmecánico, a saber:

- Mecatrónica
- Automatización
- Mantenimiento
- Construcciones de metal
- Técnicos de industria
- Mecánicos de plantas

De acuerdo con el Instituto de Federal de Formación Profesional – BIBB, Alemania cuenta con un registro de más de 1.500 estudios duales. Entre las escuelas técnicas superiores, es de destacar la Universidad de Formación Dual de Baden-Wurtemberg DHBW, la cual tiene una oferta de programas concentrada en tres escuelas (negocios, ingeniería y trabajo social) en diez sedes¹⁴; en el caso particular de la escuela de ingeniería, contempla algunas tecnologías orientadas al sector industrial similares a las del Centro Metalmecánico (Portal Alemania, 2017).

¹⁴ Heidenheim, Karlsruhe, Lörrach, Mannheim, Mosbach, Mosbach/Bad Mergentheim, Ravensburg, Ravensburg/Friedrichshafen, Stuttgart, Stuttgart/Horb.

Tabla 37. Programas Universidad de Formación Dual de Baden-Wurtemberg DHBW relacionados con Tecnologías Centro Metalmecánico

ESCUELA	PROGRAMA	ASPECTOS
Ingeniería eléctrica	Automatización	La base de formación asociada a que el aprendiz tendrá las habilidades para planificar y desarrollar sistemas electrotécnicos; automatizar y optimizar sistemas y procesos; robótica; tecnología de control. Para el caso de la sede ubicada en Revensburg se enfocan en temas de Movilidad, uso eficiente de la energía en particular utilizando paneles solares, además de la automatización de procesos industriales usando PLC, sistema de visualización y simulación (DHBW - Revensburg, n.d.). Es importante destacar, que DHBW ofrece actualmente formación dual en Industria 4.0 (DHBW - Stuttgart, 2018). La DHBW cuenta también con oferta en la línea de mecatrónica (DHBW, 2018).
	Electrónica	El programa busca que los estudiantes puedan identificar desafíos técnicos complejos en su totalidad y desarrollar soluciones específicas, a partir de conocimientos básicos de ingeniería eléctrica; conocimiento específico en cinco disciplinas; buen conocimiento de la ingeniería de circuitos; programación y control de sistemas; cualificaciones clave como competencia social y metodológica; y conocimiento básico de alta calidad en las áreas de administración de empresas y gestión técnica. Se cuenta con áreas de especialización en automatización, ingeniería eléctrica, electrónica, tecnología médica, tecnología energética y medioambiental.
Ingeniería mecánica	Polímeros	Los estudios se suman a los conceptos básicos clásicos de ingeniería mecánica, como diseño, mecánica, teoría de la fuerza, termodinámica, mecánica de fluidos, ciencia de materiales, fundamentos específicos del plástico, como la química y la ciencia del plástico. Se imparte con los laboratorios adecuados, construyendo sobre ello temas específicos de plástico, como el procesamiento de plásticos y máquinas procesadoras de plástico, fabricación de herramientas, ingeniería. Entre los campos de actividad, los graduados del campo de la ingeniería plástica están en la práctica en áreas, como diseño, desarrollo, tecnología de aplicación, producción, planificación de proyectos, marketing / ventas, servicio al cliente. También tienen altas habilidades sociales y metodológicas que las hacen interdisciplinarias. Habilitar el pensamiento y la actuación.
Mecatrónica	Electromovilidad	El objetivo del programa es el desarrollo de componentes y su integración en subsistemas y sistemas completos de accionamientos eléctricos, así como el suministro de energía. Los estudiantes desarrollan una forma de pensar técnicamente interdisciplinaria combinando contenidos electrotécnicos y mecánicos. Aprenden la metodología para el diseño, adquisición, integración, interconexión y prueba orientada a sistemas de dispositivos de almacenamiento de energía y convertidores. A esto se suma el desarrollo de una perspectiva empresarial y un enfoque estructurado. La base del campo de estudio interdisciplinario es el contenido de ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, administración de empresas y tecnología de la información. Estos son aumentados por la adquisición de habilidades de gestión y gestión de proyectos. El campo de estudio de la electromovilidad está orientado hacia una nueva tecnología de futuro muy interesante, que ofrece muchas perspectivas para la movilidad de corta y larga distancia sin emisiones.
	Mecatrónica general	El campo de estudio de Mecatrónica General imparte conocimientos en las áreas de ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, administración de empresas y tecnología de la información. Desde su interacción interdisciplinaria, los ingenieros desarrollan soluciones pioneras orientadas al sistema. Diseñan componentes para

ESCUELA	PROGRAMA	ASPECTOS
		accionamientos eléctricos, los integran en subsistemas y sistemas completos y les suministran energía de manera eficiente. El contenido del programa cubre todo el espectro de una empresa de suministro de energía (servicios municipales) como la gestión de redes, el comercio de energía, la distribución y la regulación.
Mecatrónica trinacional	Mecatrónica trinacional	Reúne la interacción sinérgica de las tres disciplinas de ingeniería más importantes, a saber, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica e informática. Esto es particularmente evidente en este énfasis en la proporción comparativamente más alta de tecnología eléctrica y de información, la aplicación de hardware y software. El objetivo es la comprensión de los sistemas mecatrónicos y los conceptos básicos de robótica y automatización. Además, se ocupa del enfoque y las aplicaciones en el desarrollo de software, ingeniería de software hasta la programación de microcontroladores o sistemas embebidos. Cuenta con participación de alrededor del 30% del contenido no técnico, y el programa se diferencia de otros cursos técnicos. De particular interés es la capacidad de profundizar en la elección de varias opciones, ya sea de gestión empresarial (por ejemplo, gestión de la cadena de suministro) o técnica (por ejemplo, microordenador).

Fuente: Portal institucional DHBW¹⁵

De acuerdo con Lugo (2017), en el sistema dual del modelo de formación alemán, el aprendiz se forma en la misma empresa y puede complementar el proceso de adquisición de las competencias en un centro de formación profesional (p. 133). Entre las diferencias o brechas que se observan frente al modelo colombiano se podrían mencionar que:

- El principal escenario de aprendizaje es el ambiente real en la empresa y la formación de la institución se vuelve complementaria. En el caso colombiano la formación en empresa es obligatoria solo al final de la formación.
- Las escuelas de formación alemanas en correspondencia con la estructura productiva del país y el sistema de formación, cuentan con infraestructura tecnológica avanzada según el tipo de ocupación.
- La formación alemana integra competencias transversales y habilidades que complementan el conocimiento técnico.

5.2. Referente latinoamericano

A nivel Latinoamérica, es posible encontrar diferentes instituciones de formación para el trabajo, entre las cuales se encuentran:

- Costa Rica, Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)
- Honduras, Instituto Nacional de Formación Profesional (INFOP)
- Brasil, Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI)
- Ecuador, Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP)

¹⁵ <http://www.dhbw.de/english>

- Chile, INACAP
- México, Instituto de Capacitación y Adiestramiento para el Trabajo Industrial (ICATI)

De todas las presentadas anteriormente la más antigua es el SENAI (servicio nacional de aprendizaje industrial) de Brasil, la cual fue fundada en la década del 40 (UNESCO, 2015), es una institución que ofrece programas de formación tanto pagos como gratuitos. Para el caso particular de la formación en las diferentes áreas que se ofrece el Centro Metalmeccánico, el SENAI ofrece la modalidad presencial o a distancia, a continuación se presentan algunos programas de formación:

Tabla 38. Programas Senai Brasil relacionados con Tecnologías Centro Metalmeccánico

NIVEL	PROGRAMA	ASPECTOS
Técnico	Automación Industrial	Tiene por objetivo formar profesionales para implantar y mantener sistemas de instrumentación y control en procesos industriales y elaborar proyectos de esos sistemas, de acuerdo con normas técnicas, ambientales, de salud y seguridad en el trabajo y de calidad.
Técnico	Mecatrónica	Tiene por objetivo formar profesionales en la automatización de los procesos de manufactura, integrando las tecnologías electrónicas, mecánicas, de control automático y computación, a través del desarrollo de actividades de planificación, instalación, operación, mantenimiento, visando la calidad y productividad de estos procesos.
Técnico	Electromecánica	Tiene por objetivo formar profesionales para planificar, controlar y realizar acciones relativas al mantenimiento electromecánico, siguiendo normas técnicas, ambientales, de calidad y de seguridad y salud en el trabajo.
Técnico	Fabricación Mecánica Presencial	Tiene por objetivo formar profesionales para participar en la planificación y control de los procesos de mecanizado en equipos multifuncionales, programar, preparar y operar máquinas herramientas a CNC; preparar y operar máquinas herramientas convencionales, determinando las condiciones de mecanizado, aplicando técnicas de optimización durante los procesos de acuerdo con normas técnicas, ambientales, de calidad de salud y seguridad del trabajo.
Técnico	Mantenimiento de Máquinas Industriales	Tiene por objetivo formar profesionales en la planificación, en la ejecución y en el control de actividades del mantenimiento mecánico, teniendo en vista el aumento de la confiabilidad del proceso productivo.
Técnico	Mantenimiento en Máquinas Industriales	Tiene por objetivo formar a profesionales para planificar, ejecutar y controlar el mantenimiento de sistemas, equipos y máquinas mecánicas, cumpliendo la legislación y las normas técnicas, ambientales, de calidad, de seguridad y salud y en el trabajo.
Técnico	Mecánica	Tiene por objetivo formar a profesionales para planificar y controlar procesos de producción mecánica, planificar y realizar el mantenimiento mecánico, coordinar equipos de trabajo y participar en el desarrollo de proyectos mecánicos, de acuerdo con la gestión tecnológica de la empresa y con normas técnicas medioambientales, de calidad y de salud y seguridad.
Técnico	Mecánica de Precisión	El curso Técnico de Mecánica de Precisión tiene por objetivo formar profesionales para: planificación, control y ejecución de las acciones relativas a la producción y mantenimiento de sistemas mecánicos de precisión; el desarrollo de proyectos relativos a sistemas mecánicos de precisión; y la prestación de servicios de apoyo técnico en la adquisición o venta de productos y servicios, de acuerdo con la gestión tecnológica de la empresa y con normas técnicas, ambientales, de calidad y de salud y seguridad.
Técnico	Metalurgia	Tiene por objetivo formar profesionales en planificación, supervisión, gestión y operación de los procesos metalúrgicos de fundición,

NIVEL	PROGRAMA	ASPECTOS
		conformación, soldadura, tratamiento térmico y de superficie y controles de laboratorio, buscando la calidad y productividad.
Técnico	Soldadura	Tiene por objetivo formar profesionales para planificar, operar y supervisar procesos de soldadura para el área metalmeccánica, siguiendo normas técnicas, de calidad, medio ambiente y de salud y seguridad en el trabajo.
Técnico	Petroquímica	Tiene por objetivo formar profesionales para operar y controlar los procesos petroquímicos, dentro de patrones técnicos, de calidad, de salud y seguridad del trabajo y del proceso y de preservación socio-ambiental.
Técnico	Plásticos	Tiene por objetivo formar profesionales para controlar y ejecutar actividades relativas a los procesos de la industria de materiales plásticos y participar del desarrollo de productos, garantizando su calidad, la seguridad y salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente.
Post-Técnico	Desarrollo Integrador de Sistemas Automatizados de Manufactura	Desarrollo y la especialización de capacidades relacionadas con la recolección de información, planificación y ayuda en la concepción de sistemas automatizados, así como su integración a procesos de manufactura de acuerdo con procedimientos y normas técnicas, ambientales, de calidad y de salud y seguridad en el trabajo.
Post-Graduado	Automación de la Manufactura	Preparar especialistas para elaborar proyectos y proceder a la implementación de sistemas automatizados, integrando equipos de diferentes fabricantes en los procesos industriales de manufactura.
Post-Graduado	Industria 4.0	Preparar especialistas en elaborar proyectos, en el ámbito de la Industria 4.0, utilizando softwares que modelan, analizan y simulan integración de los equipos en células de manufactura.
Post-Graduado	Automatización Industrial	Proporcionar a los especialistas del área los subsidios para elaborar proyectos y proceder a la implementación de sistemas automatizados, integrando equipos de diferentes fabricantes en los procesos industriales de manufactura.
Post-Graduado	Automación Industrial y Robótica	Preparar especialistas en identificar, implementar y aplicar tecnologías de automatización en procesos industriales, siguiendo normas y estándares de calidad, seguridad y medio ambiente.
Post-Graduado	Gestión de Facilidades	Preparar especialistas para gestionar de forma integrada servicios relacionados a la infraestructura de la propiedad con la actividad que desarrolla la empresa, analizando resultados, desempeños y aplicando nuevas tecnologías.
Post-Graduado	Gestión de Proyectos Aplicados a la Innovación En Industria 4.0	Formar especialistas con visión actualizada de las tecnologías disponibles en el mercado, con relación a la administración de proyectos y gestión de la producción, enfocando la industria 4.0. Estos especialistas tendrán subsidios para elaborar y administrar proyectos utilizando softwares, que modelan, simulan, organizan y gestionan la documentación del proyecto y de los procesos productivos, buscando su optimización y analizando su desempeño.
Post-Graduado	Internet de las Cosas	Preparar especialistas que puedan desarrollar soluciones para automatización industrial, utilizando los conceptos de internet de las cosas.
Post-Graduado	Proyecto, Manufactura y Análisis de Ingeniería Auxiliados por Computador (CAD / CAM / CAE)	Tiene como objetivo general suplir el mercado de trabajo, tanto en el área de la industria como en el área académica, formando especialistas que posean una visión actualizada de las tecnologías disponibles en el mercado de desarrollo de producto. De igual manera, proporcionar subsidios a los profesionales que buscan especialización en el área, para la elaboración de proyectos auxiliados por computadora, efectuar análisis y simulaciones virtuales de estos proyectos, utilizando sistemas integrados de CAD / CAM / CAE.
Post-Graduado	Redes Industriales de Comunicación y Control	Tiene por objetivo general suplir el mercado de trabajo, tanto en el área de la industria como en el área académica, formando especialistas con visión actualizada de las tecnologías disponibles en el mercado de

NIVEL	PROGRAMA	ASPECTOS
		automatización con relación a las redes industriales de comunicación y control.
Post-Graduado	Sistemas Mecatrónicos	Preparar especialistas en diseñar, implementar, mantener y desarrollar sistemas mecatrónicos, administrando recursos con eficacia y promoviendo la innovación tecnológica, siguiendo normas y estándares de calidad, seguridad y medio ambiente.
Post-Graduado	Ingeniería de Fundición	Prepara especialistas en planear y gestionar proyectos de desarrollo del ambiente de fundición, acciones dirigidas a la mejora de la calidad y productividad en la fundición de piezas y obras de metales ferrosos y no ferrosos y el proceso de producción industrial de materiales fundidos.
Post-Graduado	Ingeniería de la Calidad	Formar especialistas con visión actualizada de las tecnologías disponibles y necesarias para elaborar proyectos, procesos y proceder a la implementación de sistemas de calidad y mejora continua, integrando técnicas de diferentes metodologías.
Post-Graduado	Gestión del Mantenimiento en Procedimientos Industriales	Preparar especialistas para planificar, coordinar y supervisar el mantenimiento en los procesos industriales, siguiendo normas técnicas, ambientales, de calidad y de seguridad y salud en el trabajo.
Post-Graduado	Optimización y Gestión de la Manufactura	Tiene como objetivo general suplir el mercado de trabajo, tanto en el área de la industria como en el área académica, formando especialistas que posean una visión actualizada de los procesos de manufactura y puedan actuar en la optimización y la gestión de estos procesos.
Post-Graduado	Tecnología en Procesos de uso	Preparar especialistas en elaborar proyectos y proceder a la implementación de sistemas modernos de mecanizado, integrando equipos en los procesos industriales.
Post-Graduado	Ingeniería de Soldadura	Formar especialista en planear, operar, inspeccionar y supervisar procesos de soldadura.
Post-Graduado	Ingeniería de Polímeros	Preparar especialistas para atender la creciente demanda de las empresas productoras o transformadoras de polímeros, por profesionales con profundos conocimientos en procesamiento de materiales poliméricos y sus aplicabilidades.

Fuente: Portal institucional SENAI¹⁶

Para impartir la formación de los programas técnicos, esta institución cuenta con un laboratorio de redes industriales, de electricidad industrial, de electrónica, de hidráulica y neumática, de instrumentación y control, de mecánica y de comandos eléctricos.

En el área de innovación, el SENAI cuenta con diferentes institutos de innovación (SENAI, n.d.-b), los cuales tiene como objetivo principal aumentar la productividad y competitividad de la industria en Brasil. Con esto en mente, el instituto SENAI de innovación en automatización (SENAI, n.d.-a) ofrece soluciones para la automatización, integración e inteligencia de sistemas industriales y monitoreo de procesos. Para lograr esto el SENAI se enfoca en las siguientes áreas:

- Gerencia y control de plantas industriales
 - Sistemas basados en PLC, microcontroladores, HMI y MES.
 - Fabricas inteligentes
- Robot especializados y autónomos

¹⁶ <http://www.sp.senai.br/>

- Sistemas robóticos autónomos
- Soluciones robóticas adaptativas y colaborativas
- Sistemas de medición y adquisición de datos
 - Sistemas de medición en línea y visión por computador
 - Sistemas Adquisición de Datos (DAQ)
- Comunicación remota y redes industriales
 - Redes y protocolos de comunicación industriales
- Proyectos mecatrónicos
 - Integración de la mecánica, electrónica y la información e inteligencia artificial.
 - Plataforma de hardware y software
 - Procesos integrados con Internet de las cosas IoT.

Es necesario destacar, que en el 1º Congreso Brasileño de la Industria 4.0 realizado a finales del 2017, entre las diferentes instituciones participantes, entre las cuales se encontraba el SENAI, se llegó a la conclusión de que es necesario realizar mayor énfasis en la industria 4.0 para aumentar la capacidad industrial de Brasil. Esta información no se aleja a los datos hallados en el proceso de vigilancia tecnológica, donde la industria 4.0, Big data, la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IoT) son algunas de las palabras más relevantes de la búsqueda.

En este sentido se observan brechas frente al SENA en relación con:

- Cantidad de programas ofrecidos.
- Especialidades de los programas, especialmente aquellos orientados a especializaciones.
- Infraestructura para impartir la formación, especialmente en materia de laboratorios.

5.3. Referente nacional

Para el ámbito nacional, entre algunas de las instituciones identificadas son las siguientes:

- Cali, Universidad Autónoma de Occidente
- Barranquilla, Universidad de la Costa
- Medellín, Instituto Tecnológico de Medellín ITM.

En el caso de las Universidades de Occidente y de la Universidad de la Costa, éstas ofrecen unos pocos programas a nivel de técnico y tecnológico. Por su parte, el Instituto Tecnológico de Medellín tiene una oferta más amplia de servicios y cercana a los de Centro Metalmeccánico, razón por la cual fue seleccionado como referente.

Tabla 39. Programas Instituto Tecnológico de Medellín relacionados con Tecnologías Centro Metalmeccánico

NIVEL	DENOMINACIÓN	ASPECTOS
Tecnólogo	Automatización y electrónica	El objeto de formación está enmarcado en intervenir la medición y el control automático de variables electrónicas desde la identificación, el diseño de la

NIVEL	DENOMINACIÓN	ASPECTOS
		medición y el control de variables de tipo industrial, la integración de tecnologías y la evaluación técnica de soluciones de automatización que apoyan la toma de decisiones en las empresas.
Tecnólogo	Sistema Electromecánicos	El objeto de formación son las áreas de conocimiento en las energías eléctrica y térmica y el área mecánica, involucradas en la producción de bienes y servicios, que, desde su perfil de formación, lo hacen competente para intervenir los sistemas electromecánicos desde las perspectivas del montaje y el mantenimiento.
Tecnólogo	Gestión de redes de telecomunicaciones	El Tecnólogo estará en capacidad de intervenir los sistemas y redes de telecomunicaciones que demandan las organizaciones, para satisfacer las necesidades en materia de infraestructura y servicios, mediante soluciones integrales y efectivas desde la formulación, implementación, monitoreo y mantenimiento; actuando bajo criterios éticos, económicos y de sostenibilidad, a la luz de la regulación y la normatividad vigente.
Tecnólogo	Administración tecnológica	Pretende aportar capital humano en un área de gestión poco abordada por los programas ofrecidos en la actualidad, haciendo de su concepción de tecnología un factor diferenciador, y al mismo tiempo impulsar redes académicas en investigación y enseñanza que responda a una nueva realidad empresarial, en el contexto de una economía globalizada, centrada en el conocimiento y la innovación; y que ha obligado a la Institucionalidad a reorientar los mecanismos de promoción del desarrollo productivo apalancados en actividades de I+D+i en las empresas colombianas.
Tecnólogo	Producción	El objetivo se centra en los sistemas de producción y sus procesos en las organizaciones productoras de bienes y servicios, desde la perspectiva del estudio de los métodos de trabajo, la optimización de la gestión de la producción, mediante el uso adecuado de los recursos y la generación de valor agregado que impacte en la productividad y competitividad empresarial, bajo criterios de calidad y responsabilidad social y ambiental.
Tecnólogo	Calidad	Se centra en los sistemas de gestión de la calidad haciendo énfasis en el aseguramiento metrológico.

Fuente: Portal Institucional ITM¹⁷

La Institución cuenta con 62 laboratorios y talleres de docencia e investigación en las cinco sedes de la entidad, en diferentes áreas de conocimiento. Para el caso de ciencias aplicadas e ingenierías, entre otros cuenta con laboratorios en:

- Automatización industrial
- Circuitos eléctricos y electrónica

¹⁷ <https://www.itm.edu.co/>

- Conmutación
- Control lógico programable PLC
- Física moderna
- Física mecánica
- Fluidos
- Máquinas eléctricas
- Máquinas- herramientas (taller)
- Máquinas inteligentes
- Mecatrónica
- Metrología e instrumentación
- Microelectrónica y nanotecnología
- Neumática
- Química
- Soldadura (taller)
- Termodinámica

En materia de investigación, con relación a las líneas de formación objeto de análisis, cuenta con los siguientes grupos:

Tabla 40. Grupos de Investigación Instituto Tecnológico de Medellín

NOMBRE	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PROGRAMAS DE TECNÓLOGO SOPORTADOS
Automática, Electrónica y Ciencias Computacionales	Visión Artificial y Fotónica Maquinas Inteligentes y Reconocimiento de Patrones Sistemas de Control y Robótica Electrónica y Comunicaciones Ciencias Computacionales	Óptica, Fotónica, Visión Artificial y Aplicaciones en Física Máquinas Inteligentes, Reconocimiento de Patrones Sistemas de Control y Robótica Electrónica, Telecomunicaciones e Informática
Grupo de Investigación en Materiales Avanzados y Energía MATyER	Eficiencia energética Nuevos materiales Biomateriales y electromedicina Computación avanzada, diseño digital y proceso de manufactura	Energía eléctrica Ciencias térmicas

Fuente: Portal Institucional ITM¹⁸

En este sentido se observan brechas frente al SENA en relación con:

- Infraestructura en laboratorios y talleres que respaldan las investigaciones y la formación
- Especialidades

¹⁸ <https://www.itm.edu.co/>

II. FASE 2 – FORMULACIÓN ESTRATÉGICA

6. MAPA DE TRAYECTORIA TECNOLÓGICA

6.1. Rejillas de lectura artículos científicos y patentes

De conformidad con la metodología, a partir de los resultados de la búsqueda de artículos científicos fueron seleccionados diferentes artículos por área, teniendo en cuenta su representatividad ya sea por los tópicos encontrados en los mapas co-ocurrencia o por el número de citas, con el propósito de identificar:

- **Direccionadores de desarrollo:** Principales tendencias que condicionan, limitan u orientan el desarrollo de los procesos, servicios o productos de un sector determinado (posibles fuentes de información: documentos de tendencias, proyección, informes sectoriales de fuentes fidedignas).
- **Áreas tecnológicas:** Campo de trabajo tecnológico en un determinado eslabón de la cadena de valor del sector analizado que delimita los esfuerzos realizados acordes con el direccionador de desarrollo identificado (artículos científicos y patentes).
- **Líneas tecnológicas:** Familia de procesos, productos, servicios tecnológicos que se contemplan en el campo de trabajo identificado y que evidencian el grado de desarrollo actual y potencial dentro del mencionado campo (artículos científicos y patentes).
- **Sublíneas tecnológicas:** Desglose de procesos, productos y servicios tecnológicos (artículos científicos y patentes).

6.2. Construcción del Mapa de trayectoria tecnológica

Con base en los anterior se identificaron y agregaron los elementos que constituyen el mapa de trayectoria tecnológica por área, el cual se presenta en las tablas siguientes.

Tabla 41. Mapa de trayectoria tecnológica área de mecanizado

DIRECCIONADORES DEL DESARROLLO	ÁREA TECNOLÓGICAS	LÍNEAS TECNOLÓGICAS	SUBLÍNEAS TECNOLÓGICAS
Aumento de la conectividad, modularidad y autonomía de los diferentes procesos industrial del País	Interconectividad en la cadena productiva	Industria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y manufactura asistido por computador CAD / CAM • Impresión 3D
	Generación de nuevos métodos, procesos	Métodos / máquinas / herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura adictiva • Aplicaciones laser • Aplicaciones a partir de aleaciones • Sinterización (sintering) • Micromecanizado • Mecanizado por descarga eléctrica
	Automatización de procesos	Automatización	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Mapa de trayectoria tecnológica área de mantenimiento

DIRECCIONADORES DEL DESARROLLO	ÁREA TECNOLÓGICAS	LÍNEAS TECNOLÓGICAS	SUBLÍNEAS TECNOLÓGICAS
Establecimiento de criterios para elaborar un buen mantenimiento en planta que garantice los procesos de producción	Mantenimiento de sistemas de climatización	Climatización en grandes edificios	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad de energía Sistemas posibles de climatización
		Mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento mensual Mantenimiento Anual Grandes revisiones
		Técnicas de mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> Termografía Verificación de aislamiento eléctrico
La termografía infrarroja como herramienta de mantenimiento predictivo.	Termografía	Mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento predictivo Gestión del mantenimiento predictivo
		Termografía Infrarroja	Termografía en equipos mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> Termografía en palas eólicas Termografía en equipos térmicos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Mapa de trayectoria tecnológica área de automatización

DIRECCIONADORES DEL DESARROLLO	ÁREA TECNOLÓGICAS	LÍNEAS TECNOLÓGICAS	SUBLÍNEAS TECNOLÓGICAS
Aumento de la conectividad, modularidad y autonomía de los diferentes procesos industrial del País	Interconectividad en la cadena productiva	Industria 4.0	Instrumentación Comunicaciones remotas y redes industriales Big Data Internet de las Cosas – IoT Fabricas inteligentes
	Generación de energía eléctrica	Energías renovables	Energía fotovoltaica Energía eólica
	Automatización de procesos	Automatización	Robótica PLC Sistemas de visualización

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Mapa de trayectoria tecnológica área de plásticos

DIRECCIONADORES DEL DESARROLLO	AREA TECNOLÓGICAS	LÍNEAS TECNOLÓGICAS	SUBLÍNEAS TECNOLÓGICAS
Caracterización, nuevos materiales, medioambiente y materiales ecosostenibles	Materiales compuestos	Polímeros compuestos	Materiales compuestos
	Materiales amigables con el medioambiente	Biodegradables	Materiales biodegradables
		Economía circular	Economía circular y ciclo de vida de los materiales.

Fuente: Elaboración propia



RESUMEN Y CONCLUSIONES PRELIMINARES

1. A partir del análisis de variables externas se observa que el sector productivo al cual la el Centro de Formación provee servicios tales como formación, servicios tecnológicos, entre otros, se caracteriza por tener una participación importante en insumos, maquinaria y equipos importados; circunstancia que genera dependencia tecnológica de proveedores extranjeros, así como servicios derivados, lo que a su vez caracteriza la estructura empresarial y el mercado de trabajo. En materia de recursos orientados a actividades de ciencia, tecnología en innovación, en 2012 fue modificada la estructura de financiación del Sena, con una reducción de los recursos para inversión en programas de desarrollo tecnológico y competitividad, situación que hace prever la necesidad de hacer uso eficiente de los recursos, en especial cuando la política fiscal y tributaria continuamente hace parte de la agenda pública de gobierno y el poder legislativo. Por otra parte, el crecimiento poblacional y las demandas de servicios que de allí se derivan, en particular frente a la formación para el trabajo máxime con la mayor participación del desempleo juvenil, requieren de permanente actualización en los servicios institucionales y la oferta pertinente.
En contraste con lo anterior, se identifican oportunidades asociadas con la actual estructura de inversión en investigación e innovación en la Entidad para el fomento del desarrollo de proyectos que permitan la obtención de nuevos productos o servicios en beneficio de la formación profesional y que agreguen valor a la oferta institucional, hecho que cobra relevancia si se tiene en cuenta las características productivas del país y la participación de bienes importados. En el plano nacional, si bien la inversión en actividades ACTI en el país es inferior a estándares internacionales, en años recientes se observa una tendencia creciente, en cuya financiación participan mayoritariamente entidades de Gobierno y empresas, lo cual constituye un escenario propicio para el desarrollo de iniciativas. Adicionalmente, en términos de diseño de política pública y empresarial se identifica la necesidad de generar procesos de integración horizontal entre empresas para la adquisición y venta de productos y servicios en el marco de la cadena de producción, con lo que se prevé el logro de ventajas para crear mercados, aprendizaje para fomentar capacitación y transferencia de tecnología.
2. En cuanto al análisis de variables internas del Centro de Formación se observan debilidades en: aspectos tales como la calificación de los investigadores (bajo número de Doctores y Magister); protocolos de investigación y metodologías para el desarrollo de los proyectos y escritura científica; definición de estímulos y reconocimientos para la producción investigativa en instructores y aprendices; alianzas estratégicas con grupos de Investigación externos; sector productivo con rezago tecnológico que generar baja competitividad y productividad; en algunos programas existe sobre demanda y en otros sobre oferta.
En cuanto a las fortalezas del Centro se destacan: multidisciplinariedad de conocimiento en el equipo de trabajo; ambientes y equipos de punta para el desarrollo de los proyectos de investigación; respaldo nacional del SENA y del Sistema SENNOVA; control y seguimiento del Comité de Investigación en el CMM; excelente ambiente laboral e integración continua del personal del centro de Formación.
3. A partir del análisis interno y externo se realizó un ejercicio de construcción de la matriz DOFA, a partir de la cual se identifican las siguientes estrategias:

- Estrategias Potencialidades:
 - Generar una política de posicionamiento de los servicios institucionales con el sector externo.
 - Realizar transferencia de ciencia, tecnología e innovación hacia la formación profesional (aprendices, instructores, sector externo), a partir de los resultados de los proyectos e iniciativas que se adelantan en esta materia.
 - Estrategias Riesgos:
 - Acciones para incrementar capacidad y/o hacer uso eficiente de recursos del Centro tales como infraestructura, tecnología, recurso humano, para aumentar capacidad de oferta de formación y servicios tecnológicos.
 - Implementar un sistema de alertas tempranas que permitan mitigar el riesgo en las áreas que permitan ser cuantificadas, medibles y trazables.
 - Estrategias Desafíos:
 - Contar con tablero de indicadores para la generación de alertas tempranas en aspectos tecnológicos, infraestructura, servicios, formación y demás aspectos que inciden en la formación profesional.
 - Generar procesos que permitan la evaluación y el uso de vigilancia estratégica, para el análisis tanto del sector interno como externo y su correlación.
 - Estrategias Limitaciones:
 - Fomentar la búsqueda de fuentes de recursos externos para fortalecer actividades de investigación y todas aquellas que permitan incrementar la capacidad de respuesta del Centro.
 - Generar nuevos canales y formas innovadoras en los procesos del centro de formación que permitan optimizar, disminuir o eliminar las limitaciones identificadas hasta el momento.
4. Para el análisis de vigilancia científico-tecnológica, se identificaron los siguientes focos para cada una de las cuatro áreas tecnológicas del Centro:
- Mecanizado: Tendencias en procesos de mecanizado para piezas y maquinas industriales. El propósito consiste en identificar los desarrollos recientes en materia de nuevas tecnologías y procesos adelantados por la academia, así como por organizaciones del sector productivo que los aplican.
 - Automatización: Tendencias en tecnologías de automatización y tendencias en procesos en automatización. El propósito consiste en identificar para el área las nuevas tendencias tecnológicas asociadas a estos temas en los diferentes sectores económicos mundiales.
 - Plásticos: Tendencias en tecnologías en los plásticos, materiales compuestos, polímeros, nanocompuestos, tecnologías de transformación; tendencias en procesos de plásticos. El propósito consiste en identificar para el área las nuevas tendencias tecnológicas asociadas a estos temas en los diferentes sectores económicos mundiales.

- Mantenimiento: Gestión de activos en mantenimiento industrial; mantenimiento avanzado en condición; confiabilidad. El propósito consiste en identificar tecnologías y procesos.
- 5. En el desarrollo de la vigilancia competitiva se realizó una búsqueda de instituciones a nivel mundial, latinoamericano y nacional dedicadas a la formación para el trabajo, y que tuvieran énfasis en áreas de conocimiento con aplicación en la industria. En este sentido, las instituciones seleccionadas fueron la Universidad de Formación Dual de Baden-Wurtemberg DHBW (Alemania), Brasil, el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial Senai (Brasil) y el Instituto Tecnológico de Medellín (Colombia). Las principales brechas identificadas están relacionadas con el nivel de especialización de los programas de formación, así como la variedad en las áreas de conocimiento de los mismos. De igual manera se observan brechas en la infraestructura para impartir formación, especialmente en materia de laboratorios.
- 6. Frente mapa de trayectoria tecnológica del Centro, a continuación se resumen las líneas y sublíneas tecnológicas según área del Centro, las cuales son el insumo para la definición de la formulación estratégica en cuanto a programas, proyectos, infraestructura y demás aspectos que configuran la oferta institucional de servicios:
 - Mecanizado
 - Industria 4.0
 - Diseño y manufactura asistido por computador CAD / CAM
 - Impresión 3D
 - Métodos / máquinas / herramientas
 - Manufactura adictiva
 - Aplicaciones laser
 - Aplicaciones a partir de aleaciones
 - Sinterización (sintering)
 - Micromecanizado
 - Mecanizado por descarga eléctrica
 - Automatización
 - Robótica
 - Mantenimiento
 - Climatización en grandes edificios
 - Disponibilidad de energía
 - Sistemas posibles de climatización
 - Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento mensual
 - Mantenimiento Anual
 - Grandes revisiones
 - Técnicas de mantenimiento predictivo
 - Termografía

- Verificación de aislamiento eléctrico
 - Mantenimiento predictivo
 - Mantenimiento predictivo
 - Gestión del mantenimiento predictivo
 - Termografía Infrarroja
 - Termografía en equipos mecánicos:
 - Termografía en palas eólicas
 - Termografía en equipos térmicos
- Automatización
 - Industria 4.0
 - Instrumentación
 - Comunicaciones remotas y redes industriales
 - Big Data
 - Internet de las Cosas – IoT
 - Fabricas inteligentes
 - Energías renovables
 - Energía fotovoltaica
 - Energía eólica
 - Automatización
 - Robótica
 - PLC
 - Sistemas de visualización
- Plásticos
 - Materiales compuestos
 - Materiales biodegradables
 - Economía circular y ciclo de vida de los materiales.

REFERENCIAS

Alcaldía de Manizales (2014), Caracterización sector metalmecánico de Manizales, Secretaría de TIC y Competitividad, Manizales.

Asociación Nacional de Industriales ANDI (2011), ¿Hacia dónde va el acero en el mundo?, Cámara Fedemetal, Bogotá.

Ayala, U.; Bernal, M.; Méndez, J. (1987), "Aspectos sobresalientes de la automatización industrial en Colombia y su impacto sobre el empleo", Revista Desarrollo y Sociedad, no. 20, p. 25-39, Universidad de los Andes, Bogotá.

Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2006), Mapeo Metalmecánica, Departamento de Cadenas Productivas, Bogotá.

Asociación Nacional de Empresarios Andi, iNNpulsa, VTSAS (2018), Cierre de Brechas de Innovación y Tecnología, Medellín.

BMBF. (n.d.). La formación dual crea oportunidades a nivel mundial: El compromiso internacional del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania. Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Bundesagentur für Arbeit. (2018). Positivliste Zuwanderung in Ausbildungsberufe. Alemania.

Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2007), Impacto económico del TLC con Estados Unidos en la región Bogotá – Cundinamarca, Bogotá.

Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2010), Perfiles económicos y empresariales de las diez principales ciudades de Colombia, Vicepresidencia de Gestión Cívica y Social, Bogotá.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2018), Estadísticas de mercado laboral, Demografía y población, Pobreza y condiciones de vida, portal institucional www.dane.gov.co

Departamento Nacional de Planeación DNP (2004), Cadenas productivas, estructura, comercio internacional y protección, Perfiles: Cadena metalmecánica, Cadena maquinaria y equipo eléctrico, Cadena electrónica y equipo de telecomunicaciones, Cadena petroquímica plásticos y fibras sintéticas, Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación DNP (2011), Balance sector industrial 2011, Bogotá.

González-Velosa, C., & Shady, D. R. (2016), Avances y retos en la formación para el trabajo en Colombia. BID. <https://doi.org/10.18235/0000366>

Gutiérrez, M, Avendaño, A. (2017), "Proyecto de preservación de la memoria SENA, una labor para la gestión del conocimiento institucional", en Rutas de Formación, n 4, junio, pp 16-21.

Lugo C., (2017), Los técnicos de la Innovación, Libro a partir de Tesis Doctoral Universidad de Salamanca.

Mendes, G. (2012) Cadena metalmeccánica en América Latina: importancia económica, oportunidades y amenazas, Asociación Latinoamericana del Acero, Santiago.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MinCIT (2013), Plan de Negocio para el sector siderúrgico, metalmeccánico y astillero en Colombia, Programa de Transformación Productiva, Bogotá.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MinCIT (2018), Diez años de desarrollo productivo, Programa de Transformación Productiva, Bogotá.

Ministerio Federal de Educación e Investigación DHBW (2015). La Formación Dual Universitaria Tiene Futuro. Stuttgart, Alemania.

Ministerio Federal de Educación e Investigación DHBW (2018). ENGLISH- Programmes listing. Retrieved September 2, 2018, from <http://www.dhbw.de/english/programmes-listing.html#course-1>

Ministerio Federal de Educación e Investigación DHBW - Stuttgart. (2018). BWL-Industrie: Industrie 4.0. Retrieved September 2, 2018, from <https://www.dhbw-stuttgart.de/themen/studienangebot/fakultaet-wirtschaft/bwl-industrie-industrie-40/profil/>

Ministerio Federal de Educación e Investigación DHBW - Ravensburg. (N.D.). BACHELOR-STUDIENGÄNGE Elektrotechnik – Automation. Retrieved September 1, 2018, from <http://www.ravensburg.dhbw.de/studienangebot/bachelor-studiengaenge/elektrotechnik-automation.html#tab-1700-4>

Ministerio de Educación Nacional Mineducación (2017). Capitulo Alemania 2017. In Sistemas Educativos del Mundo (pp. 1–14). Bogotá, Colombia: Gobernación de Colombia.

Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento de la Formación Profesional CINTERFOR (2017), El futuro de la formación profesional en América Latina y el Caribe, Organización Internacional del Trabajo, Montevideo (Uruguay).

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT (2008), Cálculo de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, Guía para el formulario de inversión a ACTI, Bogotá.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT (2017), Indicadores de Ciencia y Tecnología 2016, Bogotá.

Portal Alemania. (2017). Los estudios duales en Alemania. Retrieved August 31, 2018, from <http://www.portalalemania.com/estudiar-en-alemania/2017/01/18/los-estudios-duales-en-alemania.html>

Rey, W. (2009) Automatización Industrial, evolución y retos en una economía globalizada, Revista Inventum, Facultad de Ingeniería Uniminuto, no. 6, junio, Bogotá.

Romero, C. (2004) Un avance del estudio de la automatización en el país, Scientia Et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira, vol. X, no. 26, diciembre pp 67-72, Pereira.

SENAI. (n.d.-a). Instituto SENAI de Inovação em Automação. Retrieved August 23, 2018, from <http://institutos.senai.br/institutos/automacao/>

SENAI. (n.d.-b). Institutos SENAI de Inovação. Retrieved August 23, 2018, from <http://www.portaldaindustria.com.br/senai/canais/inovacao-e-tecnologia/institutos-senai-de-inovacao/>

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2002), Caracterización ocupacional del sector metalmecánico, Centro de Automatización de Caldas Regional Caldas, Manizales.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2005), Caracterización ocupacional del mantenimiento, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo, Mesa sectorial del mantenimiento, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2006), Estudio de caracterización ocupacional subsector del plástico, Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN, Mesa Sectorial Plásticos, Caucho, Fibras Sintéticas, Cali.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2007a), Caracterización ocupacional subárea de desempeño instrumental y automatización, Centro de Electricidad y Automatización Industrial, Cali.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2007b), Estudio de caracterización del sector petroquímico en Colombia, Mesa Sectorial de Petroquímica, Cartagena.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2012), Caracterización del Sector Metalmecánico y Área de Soldadura, Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2014), Manual proyecto educativo institucional, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2015a), Política de investigación para el Centro Metalmecánico en el marco del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, Centro Metalmecánico Regional Distrito Capital, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2015b), Plan estratégico para el Centro Metalmecánico en el marco del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, Centro Metalmecánico Regional Distrito Capital, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 a), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en Automatización Industrial, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 b), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en Diseño de Elementos Mecánicos para su Fabricación con Máquinas Herramientas CNC, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 c), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en Mantenimiento Electromecánico Industrial, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 d), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en Mantenimiento Mecánico Industrial, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 e), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en Diseño e Integración de Automatismos Mecatrónicos, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2016 f), Renovación de Registro Calificado, Tecnólogo en fabricación de productos plásticos por inyección y soplado, Dirección de Formación Profesional, Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje Sena (2017), Plan de Acción 2018 Lineamientos Operativos, Dirección de Planeación y Direccionamiento Corporativo, Bogotá.

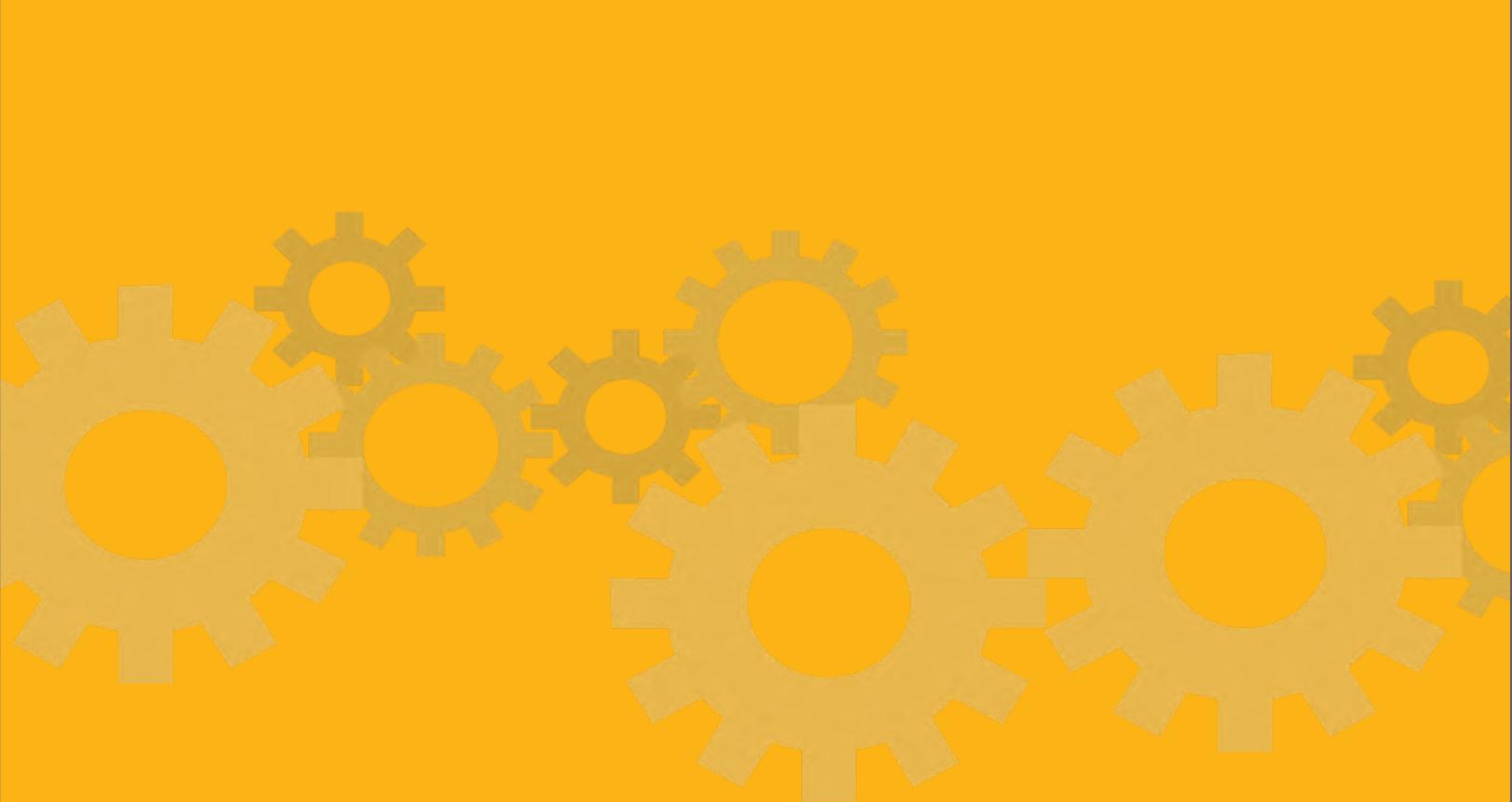
UAO. (n.d.). Grupo de Investigación en Sistemas de Telemando y Control Distribuido. Retrieved August 25, 2018, from <http://www.uao.edu.co/investigacion/grupos-de-investigacion/f-ingenieria/gitcod/lineas-de-investigacion>

UAO. (2014). Carreras Tecnológicas: Tecnología en Sistemas Electrónicos y de Automatización. Retrieved August 23, 2018, from <http://www.uao.edu.co/carreras-tecnologicas/tecnologia-en-sistemas-electronicos-y-de-automatizacion>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Unesco (2012), World TVET Database Germany, mayo

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Unesco. (2015). La enseñanza y formación técnico profesional en América Latina y el Caribe: Una Perspectiva Regional Hacia 2030.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Unesco (2018). World TVET Database. Retrieved August 23, 2018, from <https://unevoc.unesco.org/go.php?q=World+TVET+Database>



PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

ÁREAS: PLÁSTICOS
MECANIZADO
AUTOMATIZACIÓN
MANTENIMIENTO

CENTRO METALMECÁNICO
DISTRITO CAPITAL

