



MINISTERIO DEL TRABAJO

Identificación y
medición de

Brechas de Capital Humano

Para el sector

**Desarrollo
espacial**



Identificación y Medición de Brechas de Capital Humano para el Sector: Desarrollo Espacial

Gloria Inés Ramírez Ríos

Ministra del Trabajo

Juan Carlos Hernández Rojas

Viceministro (e) de Empleo y Pensiones

Guillermo Andrés Rojas Forero

Secretario General

Oscar Fabián Riomaña Trigueros

Director (e) de Generación y Protección del Empleo y Subsidio Familiar

Oscar Fabián Romaña Trigueros

Subdirector de Análisis, Monitoreo y Prospectiva Laboral

Cristian Camilo Sanín Camargo, Yanet Peña Marín y María Paula Sánchez

Equipo técnico

Tabla de contenido

		Contexto de la oferta educativa para el sector a nivel regional y nacional	16
		Análisis cualitativo de los perfiles de egreso con las ocupaciones de acuerdo con los códigos CUOC	23
		Análisis de matriculados y egresados	23
		Análisis de vinculación laboral de recién graduados de educación superior en núcleos básicos del conocimiento para sector de desarrollo espacial	24
1.	Introducción		5
2.	Antecedentes y marco conceptual		6
	a. Concepto “Desarrollo Espacial”		6
	Antecedentes en Colombia		7
3.	Identificación de actores relevantes		8
	a. Actores públicos		8
	b. Actores de la academia		8
	c. Actores privados		9
4.	Descripción de la metodología empleada		9
5.	Caracterización del sector de desarrollo espacial		10
	a. Identificación de Ocupaciones		10
	Ocupaciones a fines con la logística del trabajo espacial		10
	Científicos		10
	Astrónomos.		10
	Científicos atmosféricos.		10
	Físicos.		10
	Ingenieros		11
	Técnicos		11
	Análisis sectorial		12
	Conformación del sector espacial		12
	b. Análisis de clústeres del sector (experiencia del CETAD)		14
	c. Análisis de oferta		15
6.	Análisis de prospectiva laboral		26
	a. Descripción de la metodología utilizada		26
	b. Análisis de las tendencias o factores de cambio		27
	Fuerzas macro-tecnológicas		27
	Conectividad del mañana		27
	Interfaces inteligentes		27
	Experiencias reimaginadas alrededor de los servicios espaciales		27
	Acceso al espacio, exploración y vuelos espaciales humanos		28
	c. Análisis de competencias para los cargos que se verán impactados por las tendencias		28
7.	Análisis de demanda laboral		32
	a. Cargos identificados		32
8.	Análisis de brechas de capital humano		33
	Descripción de la metodología empleada		33
	a. Análisis de brechas de pertinencia y calidad		34
	b. Brechas de calidad		35
9.	Conclusiones y recomendaciones		36
9.	Anexos		37

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de ocupaciones mapeadas en el mercado norteamericano por la oficina de mercado laboral.....	12
Tabla 2. Identificación de los sectores económicos.....	13
Tabla 3. Oferta de empresas en sector aeronáutico.....	15
Tabla 4. Barreras de entradas a nivel empresarial y nuevas tecnologías	
Tabla 5. Número de programas encontrados a nivel nacional para el sector de Desarrollo Espacial	16
Tabla 6. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en la ciudad de Bogotá para el sector de Desarrollo Espacial	17
Tabla 7. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en el departamento de Cundinamarca para el sector de Desarrollo Espacial.....	18
Tabla 8. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en el departamento de Antioquia para el sector de Desarrollo Espacial.	18
Tabla 9. Ingresos promedios base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación tecnológica profesional para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016 (año más reciente de información).....	25

Tabla 10. Ingresos promedios base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación técnica profesional para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016	25
--	----

Tabla 11. Ingresos promedios base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación de Pregrado para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016	25
--	----

Tabla 12. Rango de ingreso en base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación de Especialización Universitaria para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016	25
--	----

Tabla 13. Cargos impactados por las tendencias tecnológicas	29
---	----

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Distribución de los programas de educación superior en las principales ciudades y departamentos del sector de Desarrollo Espacial	16
--	----

Gráfico 2. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de pregrado para los años 2016-2020	23
---	----

Gráfico 3. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de especializaciones para los años 2019-2020	24
--	----

Gráfico 4. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de especializaciones para los años 2018-2020	24
--	----

1. Introducción

La existencia de brechas de capital humano ha sido considerada como una de las principales problemáticas para el desarrollo social y productivo de un país. El hecho de que una fracción del talento humano de la fuerza laboral carezca de competencias para ejercer un empleo y que no exista una adecuada sincronía entre la oferta de educación y formación con los requerimientos de la demanda laboral, son razones de peso que le confieren a este tema un lugar especial en las agendas públicas de organizaciones gubernamentales que buscan la construcción de estrategias encaminadas al cierre de dichas brechas.

Según el estudio realizado por Manpower Grupos en 2022 sobre la escasez de talentos en el mercado laboral colombiano, tres de cada cuatro empresas en Colombia manifestaron tener dificultades para conseguir los perfiles o habilidades que necesitan. Esto es un factor limitante no sólo para la ventaja competitiva de cualquier sector económico sino también una barrera para la empleabilidad de la fuerza de trabajo.

De acuerdo con el CONPES 3983 de 2020 de política de desarrollo espacial: Condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional, en los últimos sesenta años, desde que se iniciaron las actividades espaciales en el mundo, los esfuerzos del sector público en Colombia en este tema han sido escasos y no han tenido una visión estratégica de largo plazo, razón por la que se hace necesaria la formulación de una Política de Desarrollo Espacial que genere las condiciones habilitantes para que las tecnologías espaciales sean un impulsor de la productividad, la diversificación y la sofisticación de la economía colombiana.

Con el objetivo de generar condiciones habilitantes y un entorno institucional propicio para el desarrollo del aparato productivo del país enfocado hacia este sector se plantearon tres objetivos específicos en el CONPES 3983, una política de largo plazo sobre la actividad económica, un sistema de información oportuno y eficiente y finalmente la identificación de barreras de entrada a la iniciativa pública o privada para realizar proyectos espaciales en el país.

En ese orden sobre este último objetivo, se planteó la necesidad de la identificación y posterior cierre de brechas en capacidades relacionadas con la innovación, emprendimiento y transferencia de conocimiento y tecnología. El Ministerio del Trabajo como entidad líder en formular, adoptar y orientar la política pública en materia laboral en el marco del presente CONPES, es el encargado de implementar la metodología de identificación y medición de brechas de capital humano, a partir de la cual se obtendrán resultados que serán insumos para diseñar e implementar estrategias que permita fortalecer el desarrollo espacial en Colombia.

Para desarrollar este estudio, el presente documento muestra un análisis de los resultados que se distribuye en siete secciones además de la presente introducción. En la segunda sección de este documento se hace una revisión de los principales antecedentes y el marco conceptual del sector de desarrollo espacial, en la tres se identifica los principales actores relevantes tanto privados como públicos, en la cuarta se hace una breve descripción de la metodología empleada, en la quinta se presenta la caracterización del sector con resultados importantes a partir de fuentes secundarias en términos de ocupaciones demandadas y oferta educativa específica para el sector. En la sexta sección se presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología de prospectiva laboral cualitativa; finalmente en la séptima se muestra el análisis de demanda laboral y brechas de capital humano identificadas a partir de fuentes de información primarias y en la octava las conclusiones.



2. Antecedentes y marco conceptual

a) Concepto “Desarrollo Espacial”

Este sector económico y tecnológico inicia su labor y por consiguiente su impacto en la década de 1960 con la carrera espacial de diversos países. Las tecnologías espaciales y en particular las satelitales son herramientas estratégicas a nivel económico, político y social (OECD, 2014). A pesar de que más de 80 países a nivel mundial poseen políticas públicas en el campo espacial, Colombia aún no cuenta con una política a largo plazo que materialice una serie de mecanismos que permitan la diversificación y la productividad del sector.

A nivel internacional se ha posicionado el concepto de “economía espacial”, el cual ha sido acuñado por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo - (OECD por sus siglas en inglés) para hacer referencia a la generación de ingresos basados actividades espaciales (OECD, 2012). Para el año 2016, este sector represento ingresos por cerca de USD 360 mil millones (SIA, 2018). Mientras, a nivel laboral para el año 2013 empleó alrededor de 900.000 personas, mayoritariamente en países desarrollados; Estados Unidos (350.000), Rusia (200.000) y Europa (60.000) (OECD, 2014).

Una de las principales particularidades de este sector es su nivel de integración con otros sectores para el desarrollo y producción de productos y servicios finales. Este sector no solo depende del capital instalado de las empresas, sino del nivel de D+I que pueda desarrollarse en torno a las líneas de producción, la adopción de nuevas tecnologías y el capital humano disponible. De esta manera, La economía del espacio puede ser representada mediante una cadena de valor, la cual describe el proceso de generación de valor en la elaboración de bienes y servicios espaciales desde los equipos en órbita, fabricantes de satélites, equipos de tierra, lanzadores, proveedores de servicios y aplicaciones, hasta los usuarios finales de la información satelital.

En general este sector presenta un bajo de desarrollo en América Latina dado en nivel de capital humano especializado, la falta de recursos e iniciativas público y privadas. En el caso colombiano el sector espacial involucra principalmente actividades de investigación y desarrollo, manufactura y uso de infraestructura espacial, aplicaciones

que usan tecnología y datos espaciales, tales como comunicación, observación de la tierra y navegación.

En el escenario internacional, el sector de desarrollo espacial está marcado por una serie de tendencias tanto tecnológicas y organizacionales, tales como: (i) Fuerzas macrotecnológicas, las cuales usan e integran tecnologías de inteligencia artificial y machine learning; (ii) Conectividad del mañana, donde se integran las infraestructuras en tierra con la generación de constelaciones que proveen servicios de internet; (iii) Interfaces inteligentes, entre las cuales se hallan la ciberseguridad, los servicios de monitoreo en órbita; (iv) Experiencias re-imaginada alrededor de los servicios espaciales, en particular las experiencias personalizadas de los servicios de datos ; finalmente, (v) El acceso al espacio, guiadas por la exploración espacial y vuelos espaciales humanos (Word Economic Forum, 2012) .

Mientras, a nivel nacional el sector espacial ha tenido un impulso limitado, son varios los esfuerzos que ha realizado en los últimos 50 años. No obstante, no han tenido una visión estratégica consolidada de largo plazo y sus resultados son insuficientes frente a los retos que Colombia posee en esta materia. Bajo ese contexto, ha habido cinco iniciativas a nivel de Documentos de Política Económica y Social (CONPES) desde el año 1969. Estos han tenido el objetivo de creación de infraestructura; compra de satélites, dos de comunicaciones y uno de observación de la tierra; y la consolidación de política de datos espaciales. Sin embargo, solo dos de ellos lograron sus objetivos, dado que los tres CONPES dirigidos a adquisición de tecnología espacial no se cumplieron con sus metas (DNP,2022).



Antecedentes en Colombia

El primer antecedente de política pública espacial en Colombia, particularmente en materia satelital, se remonta a año de 1969, en donde el Documento CONPES 239 se le garantizó al Gobierno nacional a la financiación de la ITT Space Communications, Inc. a Telecom para la construcción de la estación terrestre para comunicaciones espaciales, esta fue inaugurada en 1971 en el municipio de Chocontá, Cundinamarca (Fernández-Shaw, 1971).

Posteriormente, durante la década de 1970, el Gobierno nacional solicitó a Telecom, empresa pública de comunicaciones, que desarrollara un proyecto de adquisición de un satélite para ejercer soberanía sobre la órbita geoestacionaria¹ que se encuentra sobre el territorio del país. De esta iniciativa surgió el Documento CONPES 1421, en este se especificaba el proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas. Sin embargo, en 1982 el Gobierno nacional decidió dejar al siguiente Gobierno el proceso de adquisición del satélite, y durante el período 1982-1986 se realizó una licitación la cual finalmente se declaró desierta (Téllez, 2014).

Por otra parte, a nivel latinoamericanos en el marco de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), en 1977, Colombia y los países de la región Andina se embarcaron en lo que se denominó el Proyecto Cóndor. Este proyecto tenía como objetivo solucionar las necesidades de estos países en materia de comunicaciones, repartándose los altos costos de adquisición de un satélite. Finalmente, y después de casi cuarenta años, el 30 de marzo de 2017 fue puesto en órbita el satélite andino SES-10, en reemplazo del satélite AMC-4, siendo el primer satélite comercial lanzado en un cohete reutilizable por una empresa norteamericana Space X.

En el año 2009, surge el interés de adquirir un satélite para mejorar las comunicaciones del país, proyecto que se denominó Satélite de Comunicaciones de Colombia (Satcol), el cual estuvo respaldado por el Documento CONPES 3579, en este documento se establecieron los lineamientos para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia, el Documento CONPES 3613 Complemento al CONPES 3579 del 25 de marzo de 2009: Al igual que el CONPES 3579 este documento presento los lineamientos

para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia. Sin embargo, el 10 de septiembre de 2010 se declaró desierto el proceso debido a la falta de financiación por el erario.

En cuanto a la tecnología satelital de observación de la Tierra, en 2010, el Documento CONPES 3683 presento los lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra. En este se abordó por primera vez la necesidad del país de adquirir un satélite para observación de la Tierra para fines militares y de seguridad nacional. Sin embargo, la adquisición de este satélite no se consideró conveniente en ese momento.

Las bases del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018 Todos por un nuevo país y las bases del PND 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad incluyeron al sector espacial nuevamente en la agenda pública. En este último se propone diseñar e implementar una política nacional para desarrollar el sector espacial, en la cual se propuso incluir los siguientes puntos: "(i) revisar y plantear una estrategia de fortalecimiento del marco de gobernanza actual, proponiendo medidas para su articulación con las políticas de productividad y competitividad; (ii) establecer una hoja de ruta para la identificación de potencialidades del país, basada en evidencia, que permita definir líneas estratégicas sobre las cuales el país podría orientar esfuerzos tanto públicos como privados; y (iii) definir soluciones para reducir barreras y fallas de mercado que habiliten el emprendimiento y la inversión en el sector espacial". Además, señala que el diseño de esta política se hará dentro del marco de la Política Nacional de Desarrollo Productivo.

Sumando a lo anterior, y presentado como un hito del programa de gobierno se armoniza la gobernanza institucional de los temas espaciales en Colombia, se encuentra la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), instancia creada por el Gobierno nacional con el Decreto 2442 de 2006, con el objetivo de ser el órgano de consulta, coordinación, orientación y planificación de la política nacional para el desarrollo y aplicación de las tecnologías espaciales. La comisión hasta ahora ha producido dos documentos técnicos, un documento de recomendaciones para la creación de una Agencia Espacial publicado en 2011, y el Plan Nacional de Navegación Satelital publicado en diciembre de 2015.

Estos documentos, al igual que los documentos CONPES mencionados, han tenido un enfoque en temas puntuales, como la creación de una agencia pública espacial, la cual no se ha constituido, y un plan de navegación del sector a largo plazo. Esto sin embargo no ha logrado convertirse en el punto de referencia para el desarrollo del sector, no

¹ Es una órbita circular a 35 786 kilómetros de distancia de la superficie de la Tierra (a 42 164 km del centro de la Tierra), sobre el ecuador, y orbitando en el mismo sentido que la rotación de la Tierra.

obstante, estas iniciativas han impulsado el objetivo de alcanzar la producción y desarrollo de las tecnologías espaciales una base para la competitividad del país.

Finalmente, es preciso mencionar varias iniciativas privadas y público-privadas relacionadas con temas espaciales relevantes en el país. En 2007, como esfuerzo independiente desde la academia, se lanzó al Espacio con éxito el pico-satélite Libertad 1 (un cubo de 10 centímetros por cada lado y menos de 1 kilogramo de peso), siendo este el primer hito de Colombia en materia satelital. Este satélite se ubicó en una órbita baja y tuvo una vida útil de 30 días, durante los cuales se recibieron las correspondientes señales de datos telemétricos. Además, como un spin-off² de este proyecto académico, surgió la primera experiencia empresarial de manufactura de satélites en el país, específicamente de nanosatélites de órbita baja para la observación de la Tierra y la detección remota.

En 2011, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), como una iniciativa principalmente de seguridad y defensa y con el acompañamiento de una empresa danesa, comenzó a trabajar en el desarrollo de un nanosatélite (con un peso aproximado de 10 kilogramos) para observación de la Tierra. El satélite denominado FACSAT-1 fue puesto en órbita el 28 de noviembre de 2018 (Olarte, 2007). En el marco de esta iniciativa se proyecta la fabricación en Colombia y lanzamiento del FACSAT-2 en el año 2021, con una capacidad de tomar imágenes con metros de resolución.



3. Identificación de actores relevantes

En el sector existen múltiples actores que hacen parte del sector espacial, cuya labor puede estar enfocada a distintas actividades primordiales para un adecuado funcionamiento y dinámica de este sector. De acuerdo con la OECD (2012) están incluidos, por ejemplo, actores públicos, actores de educación superior, grandes organizaciones privadas, pero también pequeñas y medianas empresas.

a) Actores públicos

El sector público tiene un rol esencial en la economía espacial como inversor, regulador, operador, propietario y usuario para la mayor parte de la estructura satelital.

En Colombia, por ejemplo, instituciones como la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), el Ejército Nacional, la Policía, los Ministerios, las Corporaciones Regionales, el IGAC, el IDEAM, entre otras, utilizan servicios satelitales para actividades tales como el análisis de imágenes satelitales, el uso de redes privadas de telecomunicaciones, el uso sistemas de localización para la logística, entre otras muchas. En los últimos años una de las principales laborales en materia de agenda pública ha sido liderada el Ministerio de ciencia tecnología e innovación Sistema Nacional de Ciencia, Competitividad, Tecnología e Innovación.

b) Actores de la academia

En Colombia, instituciones de educación superior como la Universidad Sergio Arboleda y la Universidad de Antioquia, y diversos grupos de investigación y laboratorios tienen un rol fundamental dentro del ecosistema de actores que brindan oferta de educación relacionada en el campo del conocimiento del sector espacial. Esto ha permitido formar profesionales con técnicas especializadas en robótica, mecatrónica y programación, elementos requeridos en para el desarrollo e innovación en este sector.

Algunos de estos utilizan servicios de observación de la tierra para analizar imágenes satelitales en aplicaciones como la cartografía al actualizar y elaborar mapas

² Una empresa derivada es una empresa nacida a partir de otra mediante la separación de una división subsidiaria o departamento de la empresa para convertirse en una empresa por sí misma.

topográficos; otros, por su parte, involucran servicios de telecomunicaciones para fortalecer su infraestructura tecnológica y poder desarrollar a cabalidad procesos de inversión en I+D; y, otros, usan servicios de navegación para establecer mejor la precisión del vuelo en vehículos aéreos no tripulados como los drones.

c) Actores privados

Aunque no existen registros estadísticos que arrojen información detallada sobre las actividades que realizan todas las empresas del país, el sector privado juega un papel primordial a lo largo de toda la cadena de valor como operador, proveedor, inversor y usuario para la mayor parte de los servicios satelitales. Así, por ejemplo, compañías como Claro, Telefónica, DirecTV, Intelsat, Globalsat, Hispasat, Airbus, ESRI, SIG, entre otras, son piezas fundamentales para la fabricación de tecnología satelital y la prestación de servicios.

Ahora bien, en relación con las pymes, si bien son la mayor parte del tejido empresarial en el país, se considera que juegan un papel bastante pequeño en la prestación de servicios satelitales, pero a pesar de esto, están activas en segmentos como la fabricación de componentes y equipos. Lo anterior, debido principalmente a los altos costes en los montos de inversión que se requieren para desarrollar los procesos propios asociados a estas tecnologías.

4. Descripción de la metodología empleada

La metodología de identificación de brechas de capital humano es una de las muchas iniciativas que ha trazado el Gobierno Nacional para promover el cierre de brechas, donde el Ministerio del Trabajo es la entidad que tiene la responsabilidad de diseñarla y aplicarla, según los compromisos acordados en el CONPES 3866 de 2016 sobre la Política de Desarrollo Productivo.

Bajo este enfoque, la identificación y medición de brechas es un elemento central para la generación de estrategias de cierre de brechas que permitan aumentar la competitividad del país y la prosperidad social y económica de toda la sociedad colombiana.

La implementación de la metodología de Identificación y Medición de Brechas de Capital Humano se hace a través de una serie de etapas: contemplan las etapas de la caracterización del sector, el análisis de demanda laboral, el análisis de la oferta educativa y la aplicación de las metodologías de prospectiva laboral cualitativa, tomando como referente la recolección de información primaria a través de consulta con actores del ecosistema de capital humano de los sectores económicos y de fuentes de información secundarias especializadas. Colombia es un país con poco desarrollo del sector espacial, el tejido empresarial es escaso y la oferta de educación y formación es limitada, aspecto que dificultó la convocatoria para los grupos focales y entrevistas, por lo que para la construcción del presente documento se hizo uso en un alto grado de fuentes de información secundarias.



5. Caracterización del sector de desarrollo espacial

De acuerdo con el Bureau of Labor Statistics y la EU, a nivel de ocupaciones ambas instituciones sugieren un nivel de cualificación alto para el desarrollo de este tipo de mercado en los territorios, algunos expertos determinan que las claves para el desarrollo en este segmento de mercado son: talento, inversión, competitividad, personas, etc. De acuerdo con la últimas notas entregadas por la Comisión Europea en 2021, la mayor parte de las ingenierías hoy se encuentran o son potencialmente vinculables a la industria aeroespacial. A continuación, se presentan de manera generalizada algunos de los perfiles identificados por la O*NET y la oficina de empleo de Estados Unidos³ que actualmente son demandados por la industria aeroespacial. No obstante, no significa que otros perfiles no pertenezcan o puedan desarrollarse en este sector. Dada la necesidad que tiene este sector de ser transversal con otros sectores de la economía gran parte de las ocupaciones se emplean de manera directa o indirecta.

a) Identificación de Ocupaciones

Ocupaciones a fines con la logística del trabajo espacial

Las misiones espaciales requieren trabajadores en muchas ocupaciones diferentes. Científicos, ingenieros, técnicos y trabajadores de medios y comunicaciones a menudo colaboran en proyectos. Por ejemplo, los científicos pueden establecer un objetivo, como poder observar la formación de estrellas. Los ingenieros pueden diseñar un producto para esas observaciones mientras trabajan con técnicos para hacer el producto. Los trabajadores de los medios de comunicación y las comunicaciones documentan el proceso para compartir la información con el público

Científicos

En general, la rama de profesiones asociadas a labores científicas de todo tipo generalmente se especializa en un campo en particular, y aquellos que trabajan en

proyectos espaciales no son una excepción. Independientemente de su especialidad, los científicos cuyo trabajo se centra en el espacio ayudan a responder preguntas sobre nuestro universo. Muchos tipos diferentes de científicos contribuyen a nuestra comprensión del espacio, incluidos los descritos en esta sección.

Bureau Labor Statistics de Estados Unidos (BLS) proyecta alrededor un crecimiento del 78% en las vacantes en el territorio norteamericano para este tipo de profesiones entre 2014 y 2024 para astrónomos, científicos atmosféricos y espaciales, y físicos. Sin embargo, esta estimación incluye vacantes proyectadas para estos científicos en todo tipo de trabajos, no solo en la exploración espacial.

Astrónomos.

Los astrónomos observan objetos dentro del universo, incluyendo planetas, estrellas y galaxias. Pueden depender de equipos terrestres, como telescopios, o de equipos espaciales, como sondas, para recopilar datos sobre cuerpos celestes. El análisis de los datos que recopilan proporciona pistas sobre algunas preguntas, como la edad de ciertos planetas, así como su composición química.

Científicos atmosféricos.

Los científicos atmosféricos, incluidos los meteorólogos, observan el tiempo y el clima. Preparan pronósticos a largo y corto plazo mediante el análisis de datos de programas informáticos y de instrumentos como globos meteorológicos, sistemas de radar e imágenes satelitales. Estos científicos también pueden estudiar fenómenos atmosféricos, como la aurora boreal y los vientos alisios.

Físicos.

Estos científicos estudian los plasmas, que se producen naturalmente tanto en el espacio interplanetario como en las estrellas. Su investigación contribuye a nuestra comprensión sobre el universo, pero también se aplica a nuestra vida cotidiana. Por

³ Se toma como referencia esta clasificación dado que a la fecha de elaboración de este documento Estados Unidos lidera con: misiones ejecutadas, misiones en proceso, lanzamientos y puesta en marcha de tecnología aeroespacial en el mundo.



ejemplo, los físicos de plasma pueden estudiar la interacción entre el Sol y la Tierra para mejorar los pronósticos del clima espacial, lo que puede ayudar a proteger los satélites, las transmisiones de energía y los sistemas de comunicación de las aeronaves.

Ingenieros

Los ingenieros resuelven problemas, a menudo trabajando en equipos. El diseño de un nuevo cohete, por ejemplo, puede implicar las contribuciones de varios tipos de ingenieros. Algunos ingenieros pueden diseñar hardware, como instrumentos utilizados para recopilar datos. Otros pueden desarrollar materiales más fuertes. Otros pueden realizar diagnósticos y pruebas en los productos que están desarrollando.

BLS proyecta un crecimiento del 200% en las vacantes de trabajo en general entre 2014 y 2024 para ingenieros aeroespaciales, de hardware informático, electrónicos y mecánicos. Sin embargo, este número incluye vacantes proyectadas para estos ingenieros en todo tipo de trabajos, no solo en la exploración espacial.

Cabe resaltar que en esta área de conocimiento se tienen varias desagregaciones ligadas específicamente con laborales propias de la industria. Es el caso de los ingenieros aeroespaciales, ingenieros de hardware, ingenieros eléctricos, ingenieros mecánicos, entre otros. A continuación se da una breve descripción de estas áreas y de su relación con el sector y el por qué son profesiones que tienen un alto impacto sobre el mismo.

- **Ingenieros aeroespaciales.** Estos ingenieros diseñan, construyen y prueban aviones, misiles y naves espaciales. En sus diseños, los ingenieros aeroespaciales deben considerar las limitaciones de cada entorno. Por ejemplo, debido a que los motores a reacción no funcionan en el espacio, donde no hay aire para empujar, los ingenieros aeroespaciales usan cohetes, que usan oxígeno líquido y propelente para construir empuje.
- **Ingenieros de hardware informático.** Los ingenieros de hardware investigan, diseñan, desarrollan y prueban sistemas informáticos y equipos que se utilizan para medir la actividad en el espacio exterior o en la Tierra. Documentan su trabajo, escribiendo descripciones detalladas de cómo funcionan sus diseños para que otros puedan usar los productos que desarrollan.

- **Ingenieros electrónicos.** Los ingenieros electrónicos se centran en equipos específicos, como los paneles de instrumentos en aviones y naves espaciales. Pueden diseñar nuevos componentes o inspeccionar los existentes para garantizar que el equipo sea seguro. También pueden desarrollar procedimientos de mantenimiento para los componentes que diseñan.
- **Ingenieros mecánicos.** Estos ingenieros a menudo se asocian con otros trabajadores para crear productos, incluidos sensores, herramientas, motores u otras máquinas, que respaldan las misiones espaciales. Por ejemplo, los ingenieros mecánicos pueden colaborar con los ingenieros aeroespaciales para desarrollar el mecanismo de dirección en las boquillas de los cohetes.

Una particularidad del sector es la presencia de una fuerza laboral mayormente compuesta por niveles medios-bajos en su calificación (técnicos y tecnólogos), sin embargo, dada la dinámica del sector, estos trabajadores tienen un alto grado de especialización en las tareas que desarrollan. A continuación, se hace una breve descripción de dichos perfiles.

Técnicos

Los técnicos que trabajan con ingenieros o científicos contribuyen a la exploración espacial de diversas maneras. Por ejemplo, podrían ayudar a los ingenieros a probar diseños o determinar si las condiciones climáticas son adecuadas para lanzar una misión.

BLS proyecta un crecimiento del 80% en las vacantes en general entre 2014 y 2024 para técnicos de ingeniería y operaciones aeroespaciales; técnicos en aviónica; y técnicos en ciencias de la vida, físicas y sociales, todos los demás, que incluyen asistentes meteorológicos. Pero este número incluye las vacantes proyectadas para estos técnicos en todo tipo de trabajos, no solo en la exploración espacial.

- **Técnicos de ingeniería aeroespacial.** Estos técnicos ayudan a los ingenieros a diseñar, desarrollar y probar productos. Por ejemplo, un técnico de ingeniería que trabaje en un cohete espacial podría ayudar con una prueba de motor configurando

y realizando pruebas, registrando resultados y comparando esos resultados con los objetivos de prueba para recomendar cambios.

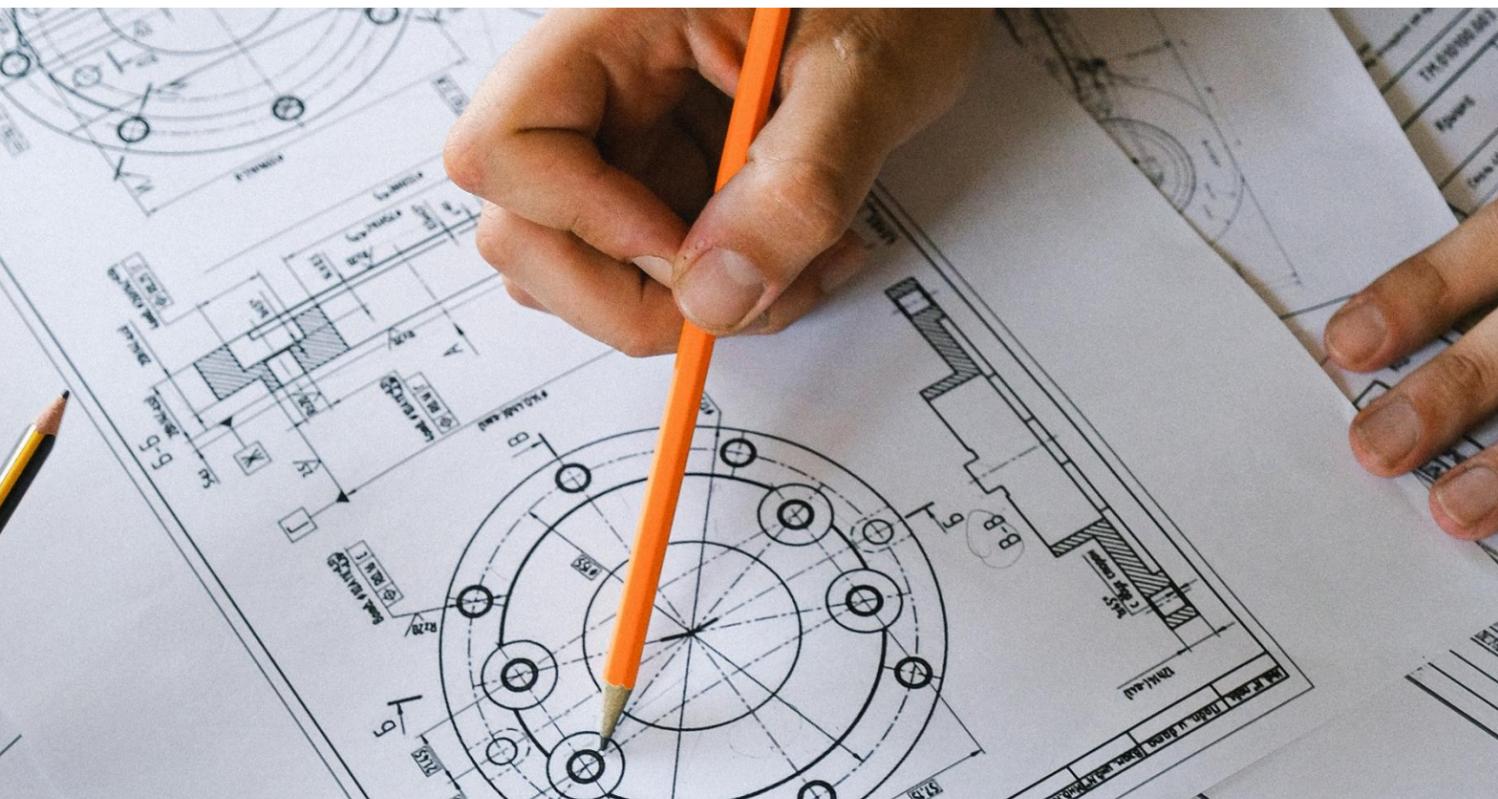
- **Técnicos de aviónica.** Estos técnicos atienden la comunicación, la navegación y otros sistemas centrales para las aeronaves y las naves espaciales. Sus tareas pueden incluir probar instrumentos electrónicos, instalar paneles de instrumentos y reemplazar componentes que funcionan mal. También hacen un registro de cualquier problema y reparación, los ingenieros de información pueden usar para mejorar los diseños futuros.
- **Técnicos meteorológicos.** Los técnicos meteorológicos, también llamados asistentes meteorológicos, miden el tiempo o las condiciones relacionadas con el clima para producir datos para los meteorólogos. Por ejemplo, para garantizar que las condiciones sean seguras para un lanzamiento espacial, estos técnicos pueden lanzar globos meteorológicos para evaluar la actividad del viento en la atmósfera.

A continuación, se presenta un listado sobre el cual se basa la oficina de mercado laboral de Estados Unidos para estimar el mercado laboral asociado al desarrollo de la industria aeroespacial.

Tabla 1. Listado de ocupaciones mapeadas en el mercado norteamericano por la oficina de mercado laboral

Ocupación	Por lo general, se necesita para ingresar a la ocupación		Por lo general, se necesita para alcanzar la competencia en la ocupación
	Educación	Experiencia laboral en una ocupación relacionada	Capacitación en el trabajo
Científicos			
Astrónomos	Doctorado o título profesional	Ninguno	Ninguno
Científicos atmosféricos y espaciales	Título de grado	Ninguno	Ninguno
Físicos	Doctorado o título profesional	Ninguno	Ninguno
Ingenieros			
Ingenieros aeroespaciales	Título de grado	Ninguno	Ninguno
Ingenieros de hardware informático	Título de grado	Ninguno	Ninguno
Ingenieros electrónicos	Título de grado	Ninguno	Ninguno
Ingenieros mecánicos	Título de grado	Ninguno	Ninguno
Técnicos			
Técnicos de ingeniería y operaciones aeroespaciales	Título de Asociado	Ninguno	Ninguno
Técnicos de aviónica	Título de Asociado	Ninguno	Ninguno
Técnicos en ciencias de la vida, físicas y sociales, todos los demás	Título de Asociado	Ninguno	Ninguno

Fuente: U.S. Bureau of Labor Statistics



Análisis sectorial

b) Conformación del sector espacial:

El mercado satelital a nivel global está compuesto por cuatro segmentos: i) manufactura satelital, que comprende la investigación, construcción y ensamblaje de equipos satelitales, ii) industria de lanzamiento, que comprende las tecnologías y métodos de lanzamiento de satélites a órbita, iii) equipos en tierra que mantienen la comunicación con los satélites en órbita y iv) servicios satelitales que se encargan de aportar conectividad global a un costo asequible para los diferentes tipos de usuario.

Este último segmento es el que tiene una mayor participación en el mercado satelital colombiano, teniendo en cuenta que la producción manufacturera es relativamente

baja en el país. Esta baja producción se da dadas varias condiciones, el nivel de especialidad de los componentes que se requieren y las dimensiones de estos, normalmente son componentes de dimensiones microscópicas que solo algunos países en el mundo han logrado generar la tecnología para su producción. A continuación, se describen los tres componentes clave para entender el funcionamiento de los servicios satelitales:

Servicios de Telecomunicaciones: según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2014) "(...) son la utilidad o provecho que resulta de la prestación, uso y aplicación del conjunto de capacidades y facilidades de la telecomunicación, destinados a satisfacer intereses y necesidades de los usuarios y al mejoramiento de la calidad de vida de la población." Dentro de estas capacidades de telecomunicación se pueden contar las conexiones satelitales.

A continuación, se presentan alguna de las principales actividades sobre las cuales se basa mayoritariamente este sector en el caso colombiano fuera de las telecomunicaciones.

- **Observación de la Tierra:** De acuerdo con Veispak (2018) "la Observación de la Tierra es un dominio del conocimiento que pretende definir y desarrollar métodos, técnicas y tecnologías para monitorizar a lo largo del tiempo las características y procesos físicos, morfológicos, químicos y biológicos que ocurren en el planeta" (pág. 6). Es decir, que permite la obtención de información (imágenes, termografías, espectrometrías) de fenómenos que ocurren en el planeta a través de recursos como las imágenes satelitales.
- **Navegación por Satélite:** La navegación por satélite corresponde al conjunto de ayudas que permiten la determinación de la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante señales provenientes de satélites (International Telecommunication Union, 2016). Los servicios de navegación por satélite se pueden clasificar en dos, servicios basados en localización (LBS por sus siglas en inglés) y sistema satelital de navegación global (GNSS por sus siglas en inglés).

Cabe resaltar que especialmente para Colombia dado el bajo desarrollo del sector y su poca penetración en otras industrias, a cifras de 2019 según el portal de postdata, el 90% de las actividades de este sector se asocian a mercado de telecomunicaciones o transmisión de datos. El otro 10% se asocia a actividades de vigilancia militar, mapeo y desarrollo de experimentos. Esto dificulta en varios frentes la consolidación de información a nivel nacional por lo cual es de bastante dificultad encontrar datos

actualizados y pertinentes que permitan realizar un análisis detallado de las dinámicas del sector.

A continuación, se presenta un breve listado el cual según la literatura nacional agrupa el mayor número de actividad y los conecta con la actual clasificación de actividades económicas CIIU Rev. 4.

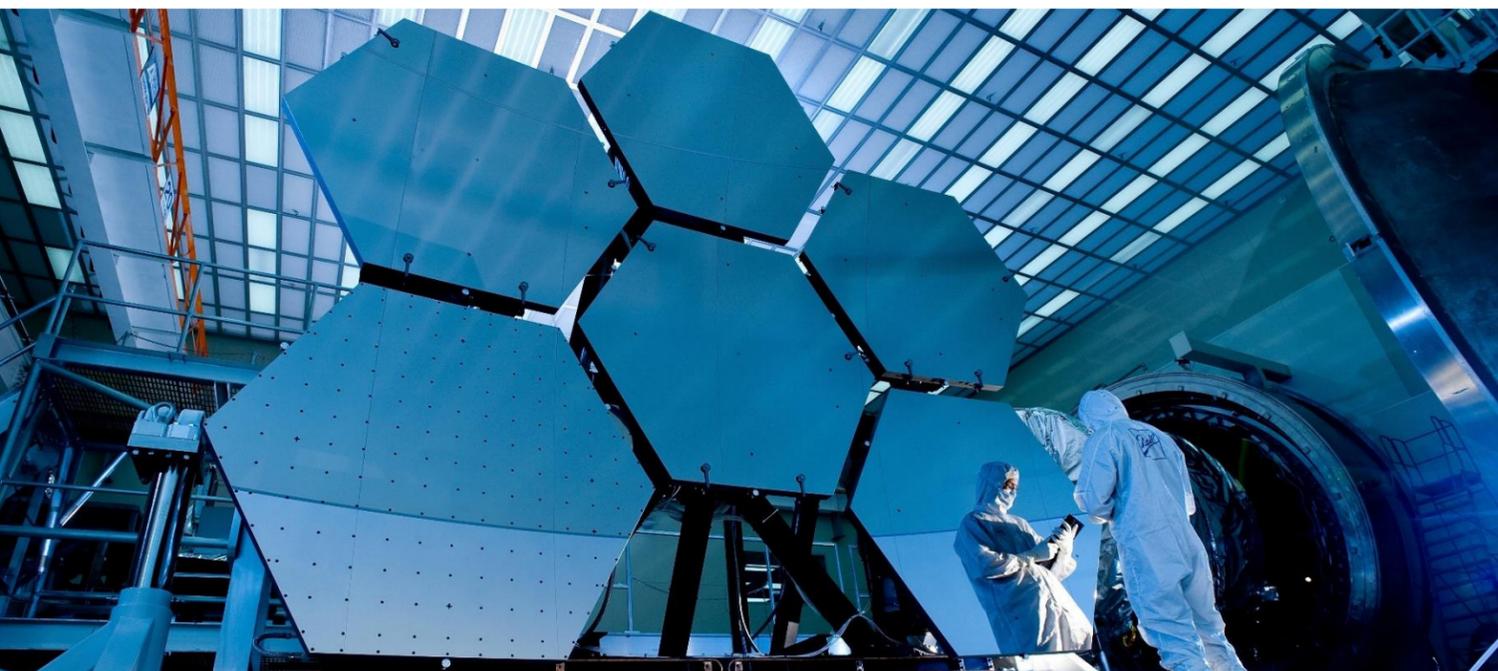
Tabla 2. Identificación de los sectores económicos

CIIU Rev 4	Descripción CIIU Rev 4
2651	Fabricación de equipo de medición, prueba, navegación y control
2829	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso especial n.c.p.
3030	Fabricación de aeronaves, naves espaciales y de maquinaria conexas
4652	Comercio al por mayor de equipo, partes y piezas electrónicos y de telecomunicaciones
5111	Transporte aéreo nacional de pasajeros
5112	Transporte aéreo internacional de pasajeros
5121	Transporte aéreo nacional de carga
5122	Transporte aéreo internacional de carga
5222	Actividades de puertos y servicios complementarios para el transporte acuático
5223	Actividades de aeropuertos, servicios de navegación aérea y demás actividades conexas al transporte aéreo
5229	Otras actividades complementarias al transporte
6010	Actividades de programación y transmisión en el servicio de radiodifusión sonora
6020	Actividades de programación y transmisión de televisión
6110	Actividades de telecomunicaciones alámbricas
6120	Actividades de telecomunicaciones inalámbricas
6130	Actividades de telecomunicación satelital
6190	Otras actividades de telecomunicaciones

CIU Rev 4	Descripción CIU Rev 4
6201	Actividades de desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas)
6202	Actividades de consultoría informática y actividades de administración de instalaciones informáticas
8422	Actividades de defensa

Fuente: DNP (2020)

Dados los altos costos en el desarrollo, producción y de puesta en marcha de proyectos aeroespaciales, gran parte de estos se realizan bajo la conformación de grupos de trabajo de entre asociaciones privadas o públicas. En razón a lo anterior es de vital importancia el análisis de clústeres que se desarrollan en este sector. A continuación, se presentan algunos ejemplos de los retos y desafíos enfrentados por estas instituciones.



4 La experiencia representa un resumen del trabajo original presentado en - II Foro "Desarrollo de la industria aeronáutica- Perspectiva aerópolis" Universidad Católica de Oriente, 28 de noviembre 2018, Rionegro. Antioquia. * Las empresas pueden desempeñar más de una labor según la categoría.

c) Análisis de clústeres del sector (experiencia del CETAD)⁴

Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa – CETAD (Fuerza Aérea Colombiana)

Aproximadamente en el año 2014, se empezó a trabajar con la Alcaldía de Rionegro y con COLCIENCIAS a través del CETAD. En el 2015, por parte de la Alcaldía de Rionegro se realizó el "Proyecto para el fortalecimiento y encadenamiento comercial de las micro y pequeñas empresas del Municipio de Rionegro" (Alcaldía de Rionegro-Municipio de Antioquia y Corporación empresarial del Oriente Antioqueño, 2015), con el fin de fortalecer el desarrollo de la industria, a través de un proyecto específico y empezar a darles a las empresas de la región, una vocación de alto valor agregado en capacidades empresariales e industriales, con el fin de fabricar elementos que estaba demandando el Comando Aéreo de Combate N°5 de la Fuerza Aérea Colombiana en materia de productos y servicios aeronáuticos.

Para el objetivo del proyecto se escogieron un grupo de piezas susceptibles a ser cambiadas, que no fueran críticas, como quincallería, repuestos en general de tornillos, obteniendo un cumplimiento exitoso en la implementación de esta estrategia durante la primera fase, realizándose alrededor de unas 30 piezas, lo que originó un acercamiento entre el sector aeronáutico y la industria de la región, evidenciando que se podían hacer varias cosas. Año siguiente, se creció el espectro de industria, puesto que no era únicamente Rionegro, la región interesada en el sector, por lo que se pudo abordar piezas más interesantes, generando la necesidad de iniciar un tema de capacitación, sobre todo en el desarrollo de la industria aeronáutica.

Fue así, que, viendo el excelente resultado de la primera fase de la estrategia, motivó al desarrollo de la segunda fase, apoyado por COLCIENCIAS financieramente, y en la implementación técnica, con la Fuerza Aérea Colombiana, estando siempre con la intención de apoyar el sector en la región. Posterior a la segunda fase, se inició una tercera, a través de la cual, se crea el SECAD25, donde en su comienzo el tema de la reingeniería y la certificación fue un proceso engorroso y de aprendizaje por parte de todo el personal y el país.

Ha habido casos de éxito, no obstante, algunas de las barreras que se observa en la certificación de la empresa y los componentes producidos, actualmente cualquier empresa que desee certificarse necesite de dos años mínimo para certificar el proceso y otros dos años más para certificar el producto, lo que se vuelve un procedimiento

costoso, y en ocasiones el empresario no observa la retribución de la ganancia en el tiempo que debería.

Las empresas, sobre todo las que fueron apoyadas, se reunieron y crearon voluntariamente una sociedad agremiada denominada CAESCOL, ese trabajo fue liderado por parte de la FAC. Sin embargo, si no hay una inyección de capital, un apoyo de un Entidad Gubernamental fuerte, CAESCOL tendería a desaparecer, diferente es que alguna industria tenga algún producto que se venda, por alguna necesidad justificada que le dé un retorno a la inversión y que les permita ser rentable.

Para el sector aeronáutico y aeroespacial, no hay una política concreta para inversión, lo que se ha realizado en ese tema, ha sido generar un proyecto de regalías, el inconveniente es que es necesaria la intervención de la parte política y la FAC no puede intervenir en ese tema directamente. Se necesita más fuerza, a través de resultados positivos y mostrar acciones exitosas.

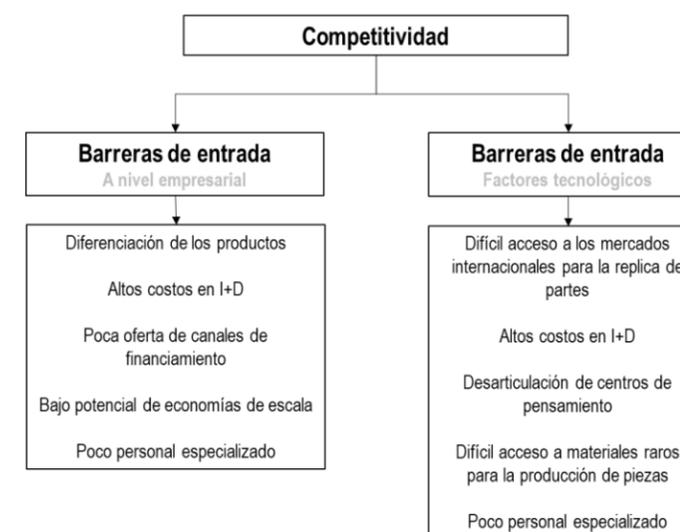
Tabla 3. Oferta de empresas en sector aeronáutico.

Empresas	Numero
Trabajos aéreos especializados	56
Talleres aeronáuticos de reparación	118
TARE	28
Empresas de transporte aéreo comercial	80
Centros de Instrucción	78
Total	276*

Fuente: Compilado por la autora. Información suministrada de: Ing. José Calderón- II Foro "Desarrollo de la industria aeronáutica- Perspectiva aerópolis" Universidad Católica de Oriente, 28 de noviembre 2018, Rionegro, Antioquia. * Las empresas pueden desempeñar más de una labor según la categoría.

Finalmente, a partir de este ejercicio se lograron identificar una serie de barreras a la entrada de industrias persistentes en el sector. Dentro de las principales barreras y beneficios en el sector se encuentran:

Tabla 4. Barreras de entrada a nivel empresarial y nuevas tecnologías



Fuente: Basado en modelo de M. Porter.

d) Análisis de oferta

En esta sección se hace énfasis de los principales hallazgos en cuanto al análisis de la oferta educativa y de formación para el sector de Desarrollo Espacial, estos resultados son obtenidos a partir del análisis de fuentes secundarias como el Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES), el Sistema de Información de Educación para el Trabajo (SIET), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y en las páginas web oficiales de las instituciones de educación superior y tales como universidades o institutos tanto privadas como públicos que cuentan con un portafolio de programas tecnológicos, pregrado y posgrado relacionados con la oferta para el sector, así como de instituciones de educación para el trabajo y desarrollo humano (ETDH).

Para el sector de desarrollo espacial también existe oferta educativa específica y conexa, esta última se relaciona con programas de formación que no están enfocados propiamente en el sector, pero cuyo contenido académico tiene la posibilidad de formar en habilidades y conocimientos a profesionales que puedan desempeñar sus funciones en este sector. En ese sentido, algunos de los programas conexos que se encontraron están Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería de Sistemas y Computación, Física, Química.

En su conjunto, este tipo de carreras son las denominadas STEM (Science, Technology, Engineering, and Math, en español Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) que incluyen habilidades y conocimientos en alguna de estas disciplinas enfocadas al desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación, siendo estos tres pilares fundamentales del sector espacial. Otras de las carreras STEM que pueden identificarse a partir de su distribución por sus denominaciones son Ciencias: Física, Química, Medicina, etc. Tecnología: Realidad virtual, Informática, Análisis de datos, Robótica, etc. Ingenierías: Ingeniería Industria, Ingeniería de sistemas, Ingeniería Civil, etc. Matemáticas: Matemáticas, Economía, Administración, entre otras.

Contexto de la oferta educativa para el sector a nivel regional y nacional

A través de la consulta y la información recopilada del Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) se encontraron un total de 29 programas de formación superior en los niveles de técnico profesional, tecnológico, pregrado y posgrado en ciudades principales de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Cali y en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Cundinamarca, Santander, Tolima y Valle del Cauca. De estos 30 mencionados anteriormente, se obtuvieron: 48,3% (n=14) para técnicos y tecnológicos, 24,1% (n=7) para programas de pregrado, 10,3% (n=3) en especializaciones y por último 17,2% (n=5) para lo que son las maestrías.

Tabla 5. Número de programas encontrados a nivel nacional para el sector de Desarrollo Espacial

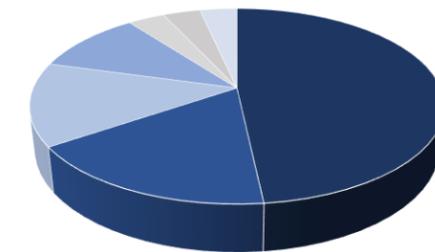
Programas relacionados con desarrollo espacial	Número
Técnicos o Tecnológicos	14
Pregrados	8
Especializaciones	3
Maestrías	5
Total	30

Fuente: Elaboración propia en base a mapeo de programas de formación en los sitios web de los oferentes

De estos 30 programas encontrados la distribución por las ciudades y departamentos se concentró de la siguiente manera: la ciudad de Bogotá con el mayor número de programas con un total de 14 que corresponde al 48,3% seguido del departamento de Cundinamarca con un total de 5 programas que corresponden al 17,2%, continuando con el departamento de Antioquia con 4 programas que corresponden al 13,8%, así mismo el departamento del Valle del Cauca con 3 programas que corresponde al 10,3% y por último los departamentos de Atlántico, Santander y Tolima cada uno con 1 programa de formación que corresponde al 3,4% para cada departamento, tal como se aprecia en la Gráfica 1.

Gráfico 1. Distribución de los programas de educación superior en las principales ciudades y departamentos del sector de Desarrollo Espacial

Programas de formación por departamento



■ Bogota ■ Cundinamarca ■ Antioquia ■ Valle del Cauca ■ Atlantico ■ Santander ■ Tolima

Fuente: Elaboración propia en base a mapeo de programas de formación en los sitios web de los oferentes

Cabe mencionar que gran parte de los programas de formación encontrados en los portales de las universidades están relacionado con programas de formación del sector aeronáutico y no son programas propiamente del sector de desarrollo espacial. Sera un recuento de los programas encontrados por Bogotá y los principales departamentos que dictan dentro de sus Universidades estos programas de formación relacionados.

La ciudad de Bogotá cuenta con el portafolio/oferta más grande de programas, están distribuidos de la siguiente manera: (4) Técnico o Tecnológicos, (3) Pregrado, (3) Especialización y (4) Maestría. En cuanto a programas Tecnológicos destacados en el sector de Desarrollo Espacial aparecen Tecnólogo o Tecnóloga En Gestión Aeronáutica y Tecnólogo o Tecnóloga en Mantenimiento Aeronáutico. El programa de pregrado más recurrentes para el sector de desarrollo espacial en esta ciudad es el Ingeniero Aeronáutico. Para programas de posgrados se encuentran: Especialista en Medicina Aeroespacial, Magister en Ciencias Militares Aeronáuticas y Especialista en Administración Aeronáutica y Aeroespacial como se puede apreciar en la Tabla 5.

Tabla 6. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en la ciudad de Bogotá para el sector de Desarrollo Espacial.

Nombre del programa	Institución	Modalidad	Nivel académico
Gestión De Servicios Para Aerolíneas	Politécnico Gran colombiano	Presencial	Tecnología
Gestión De Aerolíneas Y Agencias De Viajes	Corporación Universitaria Unitec	Presencial	Tecnología
Gestión Aeronáutica	Politécnico Icaft	Presencial	Tecnología
Mantenimiento Aeronáutico	Politécnico Icaft	Presencial	Tecnología
Ingeniero Aeronáutico	Universidad De San Buenaventura	Presencial	Pregrado
Ingeniero Aeronáutico	Fundación Universitaria Los Libertadores	Presencial	Pregrado
Ingeniero Aeronáutico	Centro De Educación Militar - Cemil	Presencial	Pregrado
Medicina Aeroespacial	Universidad Nacional De Colombia	Presencial	Especialización
Administración Aeronáutica Y Aeroespacial	Universidad Militar-Nueva Granada	Presencial	Especialización
Diseño Y Construcción De Vías Y Aeropistas	Escuela De Ingenieros Militares	Presencial	Especialización

Nombre del programa	Institución	Modalidad	Nivel académico
Ciencias Militares Aeronáuticas	Escuela De La Fuerza Aérea Colombiana Capitán José Edmundo Sandoval - Epfac	Presencial	Maestría
Logística Aeronáutica	Escuela De La Fuerza Aérea Colombiana Capitán José Edmundo Sandoval - Epfac	Presencial	Maestría
Ingeniería Aeroespacial	Universidad De San Buenaventura	Presencial	Maestría
Gestión De La Información Y Tecnologías Geoespaciales	Universidad Sergio Arboleda	Presencial	Maestría

Fuente: Elaboración propia en base a mapeo de programas de formación en los sitios web de los oferentes

En cuanto a los departamentos en que maneja oferta educativa de formación superior con más oferta de programas es el departamento de Cundinamarca seguido de Antioquia. El departamento de Cundinamarca tiene una distribución de programas técnicos y tecnológicos (5) por el momento con programas como: Tecnólogo en Abastecimientos Aeronáuticos o Tecnólogo en Seguridad Aeroportuaria mientras que el departamento de Antioquia tiene una distribución de programas de la siguiente manera: Tecnológicos (2), Pregrado (2) y Especialización (1). Para programas tecnológicos donde está concentrada la oferta, encontramos los programas de Tecnólogo En Gestión Aeroportuaria y Tecnólogo en Gestión Del Mantenimiento Aeronáutico como se puede apreciar en la Tabla X para Cundinamarca y Tabla 6 para Antioquia. Cabe resaltar que, el primer programa en pregrado de Astronomía lo dicta la Universidad de Antioquia desde el 2009.

Tabla 7. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en el departamento de Cundinamarca para el sector de Desarrollo Espacial.

Nombre del programa	Institución	Modalidad	Nivel académico
Abastecimientos Aeronáuticos	Escuela De Suboficiales De La Fuerza Aérea Colombiana Andrés M. Díaz	Presencial	Tecnología
Seguridad Aeroportuaria	Escuela De Suboficiales De La Fuerza Aérea Colombiana Andrés M. Díaz	Presencial	Tecnología
Mantenimiento Aeronáutico	Escuela De Suboficiales De La Fuerza Aérea Colombiana Andrés M. Díaz	Presencial	Tecnología
Electrónica Aeronáutica	Escuela De Suboficiales De La Fuerza Aérea Colombiana Andrés M. Díaz	Presencial	Tecnología
Comunicaciones Aeronáuticas	Escuela De Suboficiales De La Fuerza Aérea Colombiana Andrés M. Díaz	Presencial	Tecnología

Fuente: Elaboración propia en base a mapeo de programas de formación en los sitios web de los oferentes

Tabla 8. Muestra de programas tecnológicos, pregrado y posgrados encontrados en el departamento de Antioquia para el sector de Desarrollo Espacial.

Nombre del programa	Institución	Modalidad	Nivel Académico
Gestión Aeroportuaria	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Presencial	Tecnología
Gestión Del Mantenimiento Aeronáutico	Institución Universitaria Pascual Bravo	Presencial	Tecnología
Ingeniero Aeroespacial	Universidad De Antioquia	Presencial	Pregrado
Ingeniero Aeronáutico	Universidad Pontificia Bolivariana	Presencial	Especialización
Astronomía	Universidad de Antioquia	Presencial	Pregrado

Fuente: Elaboración propia en base a mapeo de programas de formación en los sitios web de los oferentes

Y para los otros departamentos se encontraron resultados de los siguientes programas:

- Atlántico: (1) Tecnólogo.
- Santander: (1) Técnico.
- Tolima: (1) Tecnólogo.
- Valle del Cauca: (3) Pregrado.

De acuerdo con la información recopilada en fuentes secundarias en portales de universitarios, se encuentra que algunas de las competencias en las que se forman los profesionales de estos programas son las siguientes:

Nombre		Universidad		Competencias	Perfil Ocupacional
Magister en Ciencias Militares Aeronáuticas	Maestría	Escuela de Postgrados de La Fuerza Aérea colombiana Capitán José Edmundo Sandoval - Epfac	BOGOTA D.C.	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar / valorar saberes, lecciones aprendidas y variables del contexto actual desde el enfoque prospectivo, para la generación de una doctrina básica aérea y espacial de vanguardia. • Asesorar la toma de decisiones, de acuerdo con los fundamentos éticos de la Fuerza Aérea Colombiana, para el fortalecimiento de una cultura de equidad. • Conducir operaciones aéreas, de inteligencia, logísticas aeronáuticas, de seguridad y defensa de bases y procesos administrativos, basadas en los fundamentos, políticas y normatividad vigentes, que contribuyan a la defensa de la soberanía y seguridad nacional. • Responder a los retos que establece la institución, con equipos de trabajo que generen valor y propicien la evolución oportuna de la Fuerza. 	<p>El Magíster en Ciencias Militares Aeronáuticas estará en capacidad de desempeñarse en forma satisfactoria en cualquiera de los siguientes cargos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comandante de Escuadrón en las Unidades Aéreas. • Director Batalla CCOFA / CCOB • Subdirector en el Cuartel general FAC. • Jefe de Departamento, Sección o de Agrupación. • Comandante o miembro de Componente Conjunto. • Oficial orgánico Cuartel General del Comando General de las FF. MM o del Ministerio de Defensa • Enlace en entidades públicas (SATENA, Aeronáutica Civil, Planeación, Universidad Militar, CIAC, etc.). • Docente y/o Investigador académico
Profesional en Ciencias Militares	Universitaria	Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suarez	CALI	<p>Pensante y cognoscente, con capacidades intelectuales, metodológicas, investigativas y meta-cognitivas relacionadas con la dimensión aeronáutica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiente de la dimensión social y su accionar en ella, con valores ciudadanos y ético. • Con capacidades de interacción, de comunicaciones, de convivencia y de un permanente desarrollo de actitudes que privilegien el trabajo en equipo. • Capacidad de actuar prácticamente. 	<p>Programa ofrece egresados con título de Profesional en Ciencias Militares, con una formación integral tanto militar y aeronáutica como profesional y humana. Esto quiere decir que el Oficial de la Fuerza Aérea Colombiana, es una persona ética con una sólida formación en principios y valores, con visión estratégica y capacidad investigativa e innovadora para ser unos líderes integrales y conocedores del potencial del poder aéreo y su aplicación doctrinaria al servicio de la nación en el contexto nacional e internacional en un ambiente de guerra o de paz.</p>

<p>Especialista Administración Aeronáutica Aeroespacial</p>	<p>En Y Especialización</p>	<p>Universidad Militar Nueva Granada</p>	<p>BOGOTA D.C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla destreza en la Gestión Aérea y Aeroespacial. • Conoce la Legislación Aeronáutica y Aeroespacial. • Domina las Operaciones Aeronáuticas y Aeroespaciales. • Maneja un conocimiento amplio e integral sobre el campo administrativo. • Mantiene una inquietud investigativa y capacidad para construir referentes de acción para el campo aeronáutico y aeroespacial. 	<p>El Especialista podrá desempeñarse en los siguientes cargos y funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerente en empresas de transporte aéreo y aeroespacial. • Gerente en empresas de servicios (outsourcing y logística) para el sector aeronáutico y aeroespacial. • Gestor en nuevas sociedades de administración aeroportuaria. Asesor en la gestión aeroportuaria pública o privada. • Director regional de la Aeronáutica Civil. • Director de aeropuertos niveles A y B. • Jefe de división del nivel central o regional, en la actual estructura orgánica, de la Unidad Administrativa Especial. Auditor en gestión en unidades de control y auditoría en el campo aeronáutico y aeroespacial.
<p>Ingeniero Aeronáutico</p>	<p>Universitaria</p>	<p>Universidad de San Buenaventura</p>	<p>BOGOTA D.C.</p>	<p>Está capacitado según las cualidades que se destacan en su perfil profesional, para proyectar, diseñar y calcular aeronaves, así como para asesorar en la selección y comercialización de las mismas. En relación con los sistemas, componentes y partes aeronáuticas, está en capacidad de proyectarlos, diseñarlos, calcularlos, operarlos funcionalmente, planificar y/o ejecutar su mantenimiento y realizar sobre ellos operaciones de ensayo y evaluación. Asimismo, asesora el proceso de selección de sistemas, componentes y partes, y en los aspectos técnicos de su comercialización. En el desarrollo de sus actividades, ejerce la responsabilidad de poner en servicio aeronaves a partir de recopilación de la documentación técnica específica y de realización de las verificaciones que requieren los procedimientos de seguridad. Participa y/o genera procedimientos que pueden relacionarse en forma no excluyente con la actividad aeronáutica. El ingeniero está formado teniendo como referencia las funciones profesionales requeridas por los organismos que regulan la actividad profesional del sector, así como la legislación y normativa que a nivel nacional e internacional propician una mayor calidad de servicio y de seguridad en materia de aeronavegación.</p>	<p>Como ingeniero encargado del mantenimiento y/o control de calidad de las aerolíneas y talleres reparadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En grupos de investigación o empresas para diseño, simulación, construcción y producción de aeronaves, sistemas y partes de las mismas. • En la administración y dirección de empresas del sector aeroespacial. • En operaciones terrestres de empresas del sector aéreo y afines. • Como administrador y planificador de operaciones aéreas.

<p>Magister en Ingeniería Aeroespacial</p>	<p>Maestría</p>	<p>Universidad de San Buenaventura</p>	<p>BOGOTA D.C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el diseño, mantenimiento, operación, gestión y logística de los recursos de la industria aeroespacial. • Impulsar y gestionar proyectos dirigidos al sector aeroespacial con amplio compromiso ético, social y ambiental. • Formular, diseñar, evaluar y administrar proyectos de innovación, desarrollo e investigación, para generar soluciones de ingeniería en la Industria Aeroespacial nacional, regional y mundial. • Desempeñarse de forma idónea en equipos interdisciplinarios, para la formulación y desarrollo de proyectos que respondan a las necesidades del campo en el cual esté involucrado • Dominar el inglés como segunda lengua con certificación B1 expedido y/o avalado por el centro de Idiomas de la Universidad de San Buenaventura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir y coordinar el diseño, fabricación y pruebas de aeronaves y productos aeroespaciales. • Evaluar las propuestas de proyectos de desarrollo e innovación para determinar si son técnicamente y financieramente viables. • Determinar si los proyectos propuestos resultarán en vehículos y partes seguras. • Evaluar los diseños aeroespaciales para establecer que los productos cumplen con los principios de ingeniería y las normas ambientales. • Desarrollar criterios de aceptación para los métodos de diseño, estándares de calidad y mantenimiento aeronáutico. • Asegurar que los proyectos de desarrollo e innovación cumplan con los estándares de calidad. • Inspeccionar las partes y componentes aeroespaciales defectuosas o dañadas para identificar las fuentes de problemas y las posibles soluciones.
---	-----------------	--	--------------------	--	--

- El Ingeniero Aeronáutico está capacitado según las cualidades que se destacan en su perfil profesional, para proyectar, diseñar y calcular aeronaves, así como para asesorar en la selección y comercialización de estas.
- En relación con los sistemas, componentes y partes aeronáuticas, está en capacidad de proyectarlos, diseñarlos, calcularlos, operarlos funcionalmente, planificar y/o ejecutar su mantenimiento y realizar sobre ellos operaciones de ensayo y evaluación. Asimismo, asesora el proceso de selección de sistemas, componentes y partes, y en los aspectos técnicos de su comercialización.

- En el desarrollo de sus actividades, ejerce la responsabilidad de poner en servicio aeronaves a partir de recopilación de la documentación técnica específica y de realización de las verificaciones que requieren los procedimientos de seguridad. Participa y/o genera procedimientos que pueden relacionarse en forma no excluyente con la actividad aeronáutica.
- El ingeniero está formado teniendo como referencia las funciones profesionales requeridas por los organismos que regulan la actividad profesional del sector, así como la legislación y normativa que a nivel nacional e internacional propician una mayor calidad de servicio y de seguridad en materia de aeronavegación.

En programas de pregrado, en la universidad Fundación Universitaria Los Libertadores el programa de Ingeniero Aeronáutico en Bogotá está diseñado para desarrollar en los estudiantes competencias y conocimientos especializados en el sector aeronáutico, en las áreas de diseño de aeronaves tripuladas, no tripuladas y helicópteros; mantenimiento de aeronaves, aviones y helicópteros, gestión de recursos aeronáuticos y administración de empresas aeronáuticas.

Este mismo programa en la Universidad de San Buenaventura en Bogotá está capacitado para proyectar, diseñar y calcular aeronaves, así como para asesorar en la selección y comercialización de estas. En relación con los sistemas, componentes y partes aeronáuticas, está en capacidad de proyectarlos, diseñarlos, calcularlos, operarlos funcionalmente, planificar y/o ejecutar su mantenimiento y realizar sobre ellos operaciones de ensayo y evaluación. El ingeniero está formado teniendo como referencia las funciones profesionales requeridas por los organismos que regulan la actividad profesional del sector, así como la legislación y normativa que a nivel nacional e internacional propician una mayor calidad de servicio y de seguridad en materia de aeronavegación.

En cuanto a programas de posgrado el especialista en Medicina Aeroespacial de la ciudad de Bogotá está diseñado con su perfil ocupacional para ser proveedor de salud a poblaciones expuestas al vuelo y al espacio, que consulta aspectos de la física y la ingeniería en tal medio ambiente, mejorando la seguridad de todas las operaciones aéreas, tanto civiles como militares. Podrá desempeñarse en todos los campos de la aviación, pero especialmente en: Centro administrativo nacional aeronáutico y del espacio (aeronáutica civil); Aerolíneas y corporaciones comerciales; Departamento de transporte, fábricas de aviación y aeroespaciales, Salud ocupacional, Administración, organismos de prevención y control, práctica privada, Medicina de emergencia, aerotransporte médico, podrá asumir funciones vitales dentro de la aeronáutica y en la medicina clínica. También tendrá labor en el campo administrativo e investigativo: consultante o asesor de aerolíneas, manejo clínico de enfermedades en tripulaciones, evaluación y asesoría ocupacional, entrenamiento a examinadores, certificación Aero médica, protocolos, atención a pasajeros, procedimientos de emergencia, Aero ambulancia, director médico, educación, investigación, sanidad aeroportuaria, medicina del viajero.

Por último, para programas de posgrado el magister En Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de San Buenaventura de Bogotá está formando profesionales para Realizar el diseño, mantenimiento, operación, gestión y logística de los recursos de la industria aeroespacial. Impulsar y gestionar proyectos dirigidos al sector aeroespacial con amplio

compromiso ético, social y ambiental. Formular, diseñar, evaluar y administrar proyectos de innovación, desarrollo e investigación, para generar soluciones de ingeniería en la Industria Aeroespacial nacional, regional y mundial. Desempeñarse de forma idónea en equipos interdisciplinarios, para la formulación y desarrollo de proyectos que respondan a las necesidades del campo en el cual esté involucrado.

Tiene un perfil ocupacional para dirigir y coordinar el diseño, fabricación y pruebas de aeronaves y productos aeroespaciales. Evaluar las propuestas de proyectos de desarrollo e innovación para determinar si son técnica y financieramente viables. Determinar si los proyectos propuestos resultarán en vehículos y partes seguras. Evaluar los diseños aeroespaciales para establecer que los productos cumplen con los principios de ingeniería y las normas ambientales. Desarrollar criterios de aceptación para los métodos de diseño, estándares de calidad y mantenimiento aeronáutico. Hay que asegurar que los proyectos de desarrollo e innovación cumplan con los estándares de calidad e Inspeccionar las partes y componentes aeroespaciales defectuosas o dañadas para identificar las fuentes de problemas y las posibles soluciones.



Análisis cualitativo de los perfiles de egreso con las ocupaciones de acuerdo con los códigos CUOC

Para hacer un análisis mucho más específico de la oferta educativa se hace pertinente analizar los perfiles ocupacionales y/o del egresado de cada programa de formación, ya que estos perfiles pueden variar de acuerdo con las instituciones, la especialidad, los programas académicos (pensum), entre otros factores. Para poder hacer un análisis mucho más detallado se hace necesario usar los códigos CUOC asociando los perfiles de los egresados e identificar de manera general sus funciones, conocimientos, destrezas y competencias.

Para el sector de Desarrollo Espacial se identificaron de acuerdo con los programas de formación encontrados en fuentes secundarias, ciertos programas de formación, lo programas son: i) Ingeniero Aeronáutico, 2) Ingeniería Aeroespacial

Estos programas están asociados a un perfil ocupacional, donde algunas características son reiterativas entre los perfiles, la característica tomada en cuenta fue la ocupación. Las reiteraciones entre ocupaciones fueron identificadas gracias a la asignación de los códigos CUOC, estos códigos fueron asignados a cada una de las ocupaciones. Algunas de las ocupaciones que fueron encontradas de acuerdo que los perfiles académicos de los programas que ya mencionados anteriormente. Estos perfiles son:

- 21443 ingenieros aeronáuticos
- 31550 técnicos en seguridad aeronáutica e instrumentos de aeronavegación
- 72320 mecánicos y reparadores de sistemas y motores de aeronaves

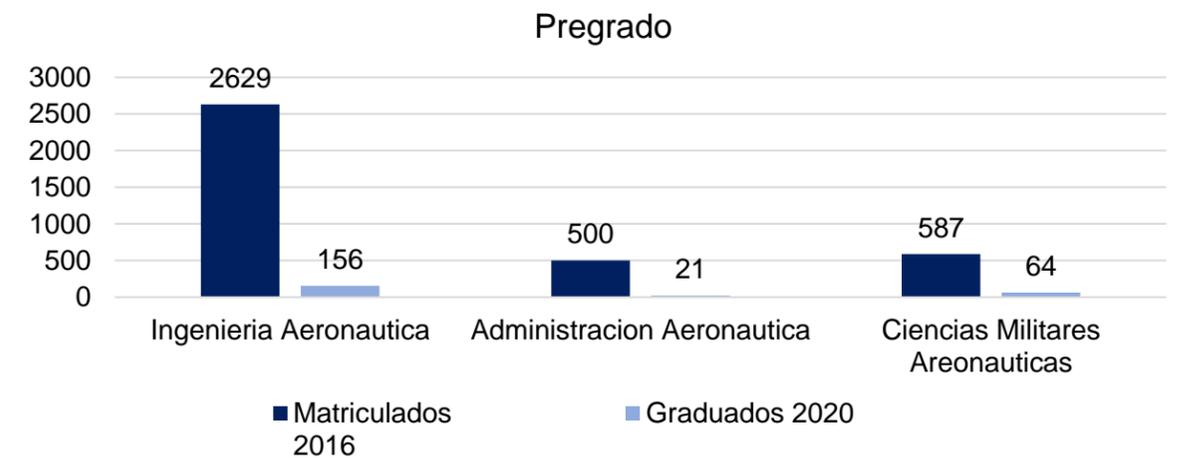
Análisis de matriculados y egresados

En la página oficial del Ministerio de educación en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES se puede consultar y descargar las bases de datos de la información relacionada con los estudiantes, docentes y administrativos de las Instituciones de Educación Superior del país. Para analizar la relación que existe entre los matriculados y los egresados, se debe tener en cuenta la duración aproximada de programa académico de acuerdo con su nivel de formación esto para poder hacer un análisis comparativo. Para los programas de pregrado la duración aproximada es entre

4-5 años para obtener su título profesional, para programas en especializaciones la duración aproximada para obtener su título es de 1 año y para programas de maestrías el tiempo promedio de obtener su título es de 2 años estos suponiendo que es tomado el programa de manera continua sin ninguna interrupción.

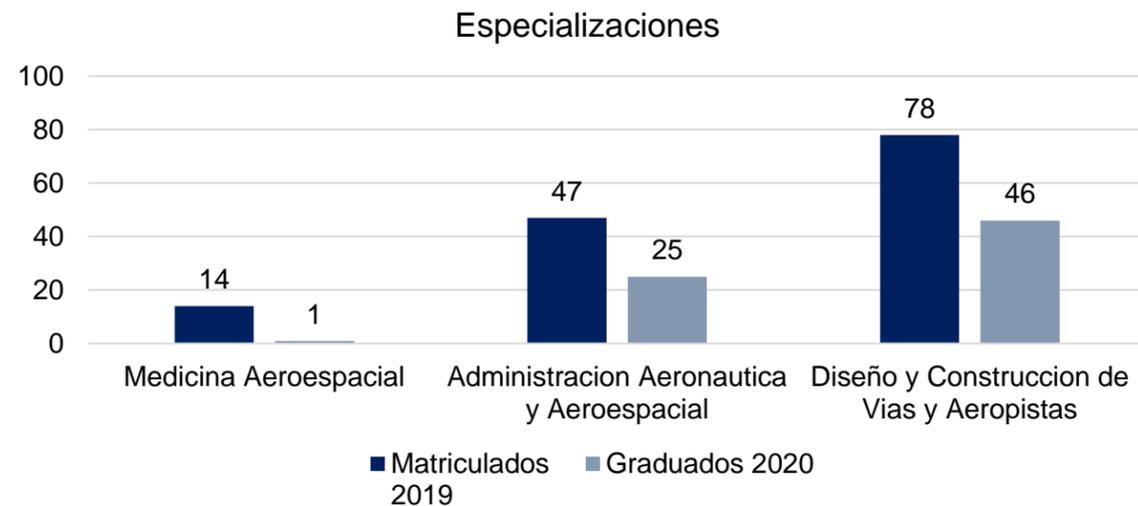
De acuerdo con la anterior explicación los años tomados para hacer el análisis comparativo son: para los programas de pregrado son matriculados en 2016 y egresados en 2020, las especializaciones matriculadas en 2019 y egresados en 2020 y maestrías con matrículas en 2018 y egresados en 2020. Los programas encontrados relacionados con el sector de desarrollo espacial para la oferta educativa de pregrados: Ingeniería Aeronáutica, Administración Aeronáutica y Ciencias Militares Aeronáuticas. Para la oferta educativa de especializaciones los programas académicos encontrados son: Medicina Aeroespacial, Administración Aeronáutica y Aeroespacial y Diseño y Construcción de Vías y Aeropistas y, por último, para la oferta educativa de maestrías los programas encontrados relacionados fueron: Logística Aeronáutica y Ciencias Militares Aeronáuticas.

Gráfico 2. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de pregrado para los años 2016-2020



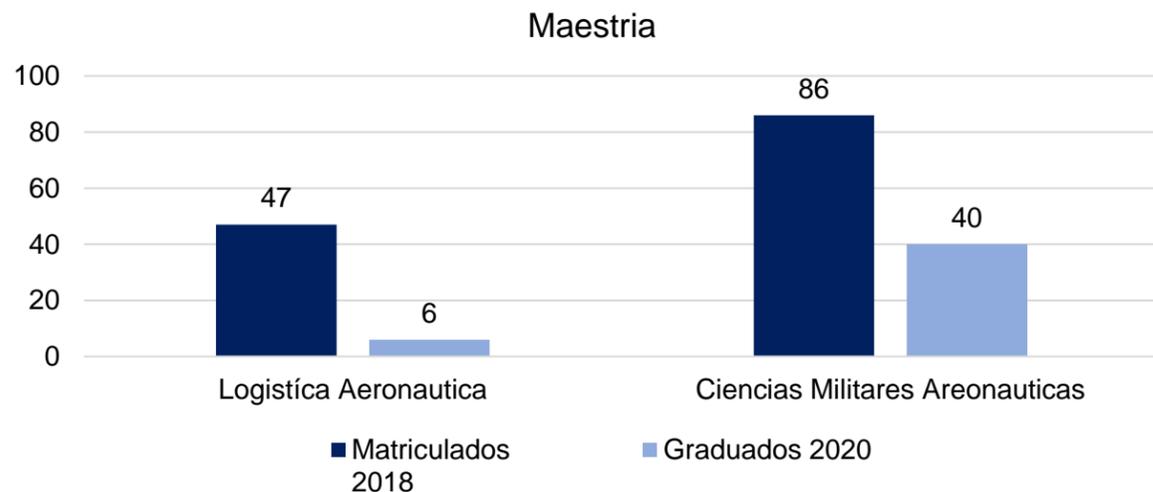
Fuente: Ministerio de Educación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES

Gráfico 3. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de especializaciones para los años 2019-2020



Fuente: Ministerio de Educación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES

Gráfico 4. Cantidad de Matriculados vs Egresados en programas de especializaciones para los años 2018-2020



Fuente: Ministerio de Educación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES

Para programas de pregrado se gradúa el 6,49% (n=241 graduados) de un total de 3.716 estudiantes inscritos. Para especializaciones, el 51,8% se gradúa (n=72 graduados) de un total de 139 estudiantes inscritos. Para maestrías, el 34,6% se gradúa (n=46 graduados) de un total de 133 estudiantes inscritos. En términos generales, estas cifras de graduados frente al número de inscritos son bajas, principalmente en los programas de pregrado seguido de programas de maestría.

No se encontró ningún programa de formación relacionado con doctorados en ningún núcleo básico del conocimiento áreas de desarrollo espacial, pero si en STEM. Esto se puede presentar debido a el denominado problema “fuga de cerebros” pues al no haber una oferta relacionada con el sector de desarrollo espacial, los recién egresados se ven en necesidad de estudiar en otros países debido a las bajas oportunidades de trabajo del sector, reentrenarse en educación para el trabajo en otras ramas y utilizar sus conocimientos en otro sector económico o tal vez demitir mientras se estudia como se ve en la disminución de todos los niveles de formación anteriormente mencionados donde, los matriculados son mucho más altos que los graduados. .

Análisis de vinculación laboral de recién graduados de educación superior en núcleos básicos del conocimiento para sector de desarrollo espacial

Uno de sus objetivos para la oferta educativa consiste en atender y fortalecer las necesidades del aparato productivo en cuanto a la formación del talento humano, teniendo como eje central la calidad y pertinencia; así como el nivel de empleabilidad del programa. Así se puede mejorar a quienes están empleados y quienes se van a emplear.

Para ello, el Observatorio Laboral para la Educación del Ministerio aporta información a partir del seguimiento de los egresados de educación superior y su empleabilidad en el mercado laboral teniendo en cuenta el salario de enganche (Ingreso base de cotización-IBC) o salario estimado por programas de formación frente a el porcentaje de estos recién graduados que cotizan como dependientes al Sistema de Seguridad Social Integral. El estudio se genera a partir de dos variables que son: Ingreso base de cotización estimado por programas dado en SMLMV (Salario mínimo legal mensual vigente), hay que tener en cuenta que por cada rango de SMLMV hay un número de graduados, y la tasa promedio de cotizantes a pensión (tasa de vinculación laboral) que la tasa más alta será en el rango de SMLMV donde se encuentre el mayor número de recién graduados ganando ese IBC.

Para el sector de Desarrollo Espacial, se realizó una identificación de los siguientes programas de formación para formación técnica profesional (Tabla 8 se encontraron la relación de ingresos base de cotización IBC estimado y tasa de cotizantes a pensiones respecto a los programas que se encontraron en el año 2016 que es el año más reciente con información disponible. Para estos programas encontrados la gran mayoría manejan un rango de oscilación entre 1 y 1,5 SMMLV. El programa que maneja la mayor retribución de acuerdo con la cantidad de egresados es Tecnología en mantenimiento en sistemas eléctricos electrónicos e instrumentos de aeronaves con un rango entre 2,5 y 3 SMMLV.

Pero se encontró para la tasa de cotizantes a pensiones el programa con mayor retorno es la Tecnología en gestión aeronáutica con un porcentaje de 100,0% y el programa con la menor tasa de cotizantes es Tecnología en mantenimiento de aeronaves con un 62,5%.

Tabla 9. Ingresos promedios base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación tecnológica profesional para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016⁵ (año más reciente de información)

Formación Académica (Programa)	Rango Salarial	Tasa de cotizantes a pensiones
Tecnología en administración aeroportuaria	Entre 1 y 1,5 SMMLV	81,2%
Tecnología en gestión aeronáutica	Entre 1,5 y 2 SMMLV	100,0%
Tecnología en gestión aeroportuaria	Entre 1 y 1,5 SMMLV	88,5%
Tecnología en gestión de servicios para aerolíneas	Entre 1 y 1,5 SMMLV	72,1%
Tecnología en mantenimiento de aeronaves	Entre 1 y 1,5 SMMLV	62,5%
Tecnología en mantenimiento en sistemas eléctricos electrónicos e instrumentos de aeronaves	Entre 2,5 y 3 SMMLV	75,0%

Fuente: OLE-MEN

⁵ Último año de la disponibilidad de la información

⁶ Último año de la disponibilidad de la información

Para los programas de formación en el nivel de estudio técnico (Tabla 9) se encontró solo un programa que es Técnico profesional en administración de servicios para aerolíneas con un rango salarial de Entre 3 y 3,5 SMMLV con una tasa de cotizantes a pensión del 100%.

Tabla 10. Ingresos promedios base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación técnica profesional para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016⁶

Formación Académica (Programa)	Rango Salarial	Tasa de cotizantes a pensiones
Técnica profesional en administración de servicios para aerolíneas	Entre 3 y 3,5 SMMLV	100,0%

Fuente: OLE-MEN

Para los programas de pregrado (Tabla 9) el núcleo básico del conocimiento en ingenierías se encontró únicamente el programa de Ingeniería Aeronáutica manejando un rango salarial entre 1,5 y 2 SMMLV y para los recién graduados el 68,0% cotizan como dependientes al Sistema de Seguridad Social Integral.

Tabla 11. Rango de ingreso en base al nivel de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación de Pregrado para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016⁷

Formación Académica (Programa)	Rango Salarial	Tasa de cotizantes a pensiones
Ingeniería aeronáutica	Entre 1,5 y 2 SMMLV	68,0%

Fuente: OLE-MEN

En lo relacionado con los programas de posgrado para el sector de Desarrollo Espacial se encontraron programas en el nivel de estudios en especialización

⁷ Último año de la disponibilidad de la información

universitaria. En la Tabla 10 se muestran los únicos dos programas encontrados como primero con una tasa de cotizantes del 100% está la Especialidad en medicina aeroespacial con un rango salarial entre 8 y 9 SMMLV y como segundo programa la Especialización en administración aeronáutica y aeroespacial con un rango salarial entre 2,5 y 3 SMMLV.

Tabla 12. Rango de ingreso en base de cotización y tasa de cotizantes a pensión para programas de formación de Especialización Universitaria para sector de Desarrollo Espacial en el año 2016

Formación Académica (Programa)	Rango Salarial	Tasa de cotizantes a pensiones
Especialidad en medicina aeroespacial	Entre 8 y 9 SMMLV	100,0%
Especialización en administración aeronáutica y aeroespacial	Entre 2,5 y 3 SMMLV	91,7%

Fuente: OLE-MEN

6. Análisis de prospectiva Laboral

a) Descripción de la metodología utilizada

La metodología de prospectiva laboral cualitativa tiene por objetivo anticipar las necesidades futuras de recursos humanos en términos de ocupaciones o cargos y sus respectivos descriptores (actividades, conocimientos, habilidades y actitudes) que serán impactadas por las tendencias tecnológicas u organizacionales que se difundirán en un determinado sector económico. Para su implementación, esta metodología requiere de la consulta a expertos técnicos del sector que tengan amplios conocimientos y experiencia sobre las tendencias del sector, y cómo ello se traduce en los nuevos requerimientos de fuerza de trabajo, información con la cual es posible anticipar las demandas futuras de formación de un determinado sector.

- **Paso 1.** Identificación de tendencias tecnológicas y organizacionales del sector con mayor probabilidad de difusión para los próximos años.
- **Paso 2.** Identificación de líneas o áreas de especialidad por cada gran tendencia, en los que se espera un gran desarrollo hacia el futuro en el sector.
- **Paso 3.** Validación del horizonte de tiempo en que se espera que dichas tendencias tecnológicas y organizacionales se difundan e impacten los cargos y competencias del talento humano.
- **Paso 4.** Identificación de cargos impactados por cada una de las tendencias, en la cual se efectúa la asociación de cargos que se impactarán por las tendencias priorizadas y requerirán de nuevas competencias en los próximos años. Esto se realizó a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a empresas del sector.
- **Paso 5.** Levantamiento de información de los descriptores (competencias) de los cargos impactados por tendencias, lo cual también se realiza a través de la aplicación de la entrevista semiestructurada a las empresas en las diferentes ciudades consultadas. Esta información corresponde a las funciones, conocimientos, habilidades y actitudes de cada uno de los cargos que serán impactados por las tendencias priorizadas por los entrevistados.



b) Análisis de las tendencias o factores de cambio

Ahora bien, el sector de desarrollo espacial o denominado como industria espacial se refiere a las actividades económicas vinculadas a la fabricación de dispositivos que se trasladan a la órbita de la tierra o más allá, otros elementos son los servicios conexos relacionadas a las operaciones de estos artefactos, generalmente incluyen satélites y lanzadores. Se define lo anterior como economía espacial, donde *“actores públicos y privados participan en el desarrollo y suministro de productos y servicios espaciales. Comprende una larga cadena de valor añadido, que comienza con los agentes de investigación y desarrollo y los fabricantes de equipos espaciales y termina con los proveedores de productos espaciales y servicios a los usuarios finales”* (OECD, 2007, p. 17).

Los tres mayores segmentos de la industria espacial son la fabricación de satélites, la fabricación de equipo de apoyo terrestre y la industria de lanzamiento.

Fuerzas macrotecnológicas

De acuerdo con Deloitte, hay nueve fuerzas tecnológicas que están entrando en las actividades de las organizaciones del sector espacial (la nube, las analíticas, la experiencial, el blockchain, tecnologías cognitivas, la realidad virtual, la modernización del núcleo, el ciberespacio y el negocio de la tecnología). Estas son la columna vertebral de la innovación pasada y presente. La combinación de estos factores profundiza los efectos de un cambio transformador, con lo cual puede mejorar la resistencia, reducir los costos o llegar a más mercados (Buchholz, Loubert, & Matthews, 2019). En este sentido, la Inteligencia Artificial es un elemento emergente en las organizaciones que hacen parte del sector espacial, en particular, en la interacción entre el hombre y la máquina.

Conectividad del mañana

Los proveedores de “computación en la nube” han automatizado con perseverancia las tareas administrativas rutinarias para mejorar sus capacidades del servicio. Para esto, están tratando de proporcionar estaciones terrestres y otros servicios de aplicaciones espaciales. Las redes avanzadas ofrecen una conectividad continua que

puede impulsar el desarrollo de nuevos productos y servicios. Desde la informática de última generación hasta los satélites de órbita baja de la Tierra, las organizaciones están reconsiderando las opciones de conectividad avanzadas para diseñar las redes del mañana (Buchholz, Loubert, & Matthews, 2019). Otro elemento adicional, son el sector del Internet de las Cosas, (Internet of Things) el cual se beneficiará de las tecnologías de comunicación espacial (Asociación of European Space Research Establishments, 2017).

Interfaces inteligentes

Usar integradamente, las técnicas y capacidades como la visión por ordenador, la voz conversacional, el análisis auditivo, la realidad aumentada avanzada y la realidad virtual pueden transformar las formas en que nos relacionamos con las máquinas, los datos y entre nosotros. Por su parte, las organizaciones con visión de futuro están integrando la seguridad, la privacidad, las políticas y los controles en sus modelos de ingeniería y entrega de TI. Esta mentalidad cambia el paradigma del diseño cibernético en todos los segmentos espaciales, de lanzamiento y de tierra, tratándolo más como un ejercicio de ingeniería y gestión de riesgos. Otro elemento emergente es la ciberseguridad en estos sistemas, dado que al tener mayores constelaciones de equipos, redes y elementos en tierra son más susceptibles a ataques cibernéticos (Association of European Space Research Establishments, 2017).

Experiencias reimaginadas alrededor de los servicios espaciales

Los clientes demandan experiencias altamente personalizadas y contextualizadas. Los usuarios de los datos espaciales ansían una visión dinámica y contextualizada de los compromisos. Quieren que se cuenten los coches en lotes y el pronóstico del tiempo, no que ellos mismos hagan el trabajo.

y monitoreo de satélites, procesamiento de imágenes y órbitas; en segmentos de la tierra, monitoreo y control satélites, entre otros.

Acceso al espacio, exploración y vuelos espaciales humanos

De acuerdo con la Asociación de Instituciones de Investigación Espacial Europea el acceso al espacio representa el primer elemento en la cadena de valor espacial. Esta asociación manifiesta que la recuperación de elementos de los lanzadores y su posterior utilización pueden reducir el costo para llevar al espacio. Por lo tanto, a largo plazo la reusabilidad será un determinante clave para la competitividad de los proveedores de lanzamiento comercial (Association of European Space Research Establishments, 2017). En particular, dos elementos son esenciales, en primer lugar, debido a los avances en el área computacional y robótica, las capacidades autónomas serán mucho más avanzadas, tanto en lo que se refiere a las misiones no tripuladas como al ensamblaje de la infraestructura de los vuelos espaciales tripulados en el espacio. En segundo lugar, el coste de los vuelos espaciales tripulados se reducirá aún más gracias a la utilización conjunta de lanzadores e infraestructuras disponibles comercialmente en el mercado mundial para misiones no tripuladas o turismo espacial (por ejemplo, lanzadores reutilizables, módulos habitables inflables, etc.).

c) Análisis de competencias para los cargos que se verán impactados por las tendencias

Teniendo en cuenta que en Colombia hay poco desarrollo del sector espacial, el cual cuenta con pocas empresas y una oferta de educación y formación escasa, no fue posible realizar grupos focales, por lo que fue necesario recurrir a entrevistas semi estructuradas. En cuanto a las entrevistas realizadas, se logró contactar tres organizaciones, Antares Aerospace, la cual hace parte de ACOPAE, sin embargo, esta compañía no se dedica directamente al sector espacial, solo al aeronáutico, al Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE) y la compañía Airbus. A continuación, se nombra los cargos identificados, con sus descriptores.

De acuerdo con las entrevistas realizadas se identificó 14 cargos que se prevé se verán impactados por las tendencias tecnológicas. Entre los tipos de cargos identificados están los de tipo gerencial con personal a cargo y los de nivel profesional como ingenieros satelitales, desarrolladores y juristas, entre otros. Algunos de los nuevos conocimientos requeridos para estos cargos son los relacionados con sistemas de observación de la tierra; complejidad de los sistemas satelitales; control



Tabla 13. Cargos impactados por las tendencias tecnológicas

Nombre de cargo	Funciones o actividades establecidas	Conocimientos	Habilidades o destrezas
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Participar en las revisiones del sistema y en las reuniones de progreso establecidas en la compañía Coordinar la adquisición del lanzador Hacer el desarrollo del sistema, la integración del montaje y pruebas de lanzamiento y preparación de las operaciones de vuelo 	<p>Complejidad de los sistemas satelitales</p> <p>Conocimiento en sistemas de observación de la tierra</p>	
Gerente de Aseguramiento de Producto	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar los procesos desarrollo y configuración de operaciones Gestionar el proceso de no conformidad en el Instituto Estadounidense en Taiwán (AIT). Controlar la calidad e inspecciones durante la integración 	Producción de equipos electrónicos o mecánicos	En sistemas informáticos y de software
Gerente del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Definir la arquitectura de las prestaciones del sistema Validar el sistema (principios y lógica de las pruebas) Crear las interfaces técnicas entre el International GNSS service for Geodynamic (IGS), el CGS8, el satélite y el lanzador. Coordinar la preparación y la ejecución de las pruebas del sistema (Cualificación técnica y operativa) Coordinar el desarrollo de la infraestructura Crear el manual del usuario del sistema 	<p>Segmentos de tierra, antena, comunicaciones, infraestructura.</p> <p>Control y monitoreo de satélites, procesamiento de imágenes, órbitas</p>	Desarrollo y la adquisición de programas complejos (programación, validación)
Gerente de Satélites	<ul style="list-style-type: none"> Liderar la arquitectura del satélite: mecánica, térmica, eléctrica, Attitude & Orbit Control Subsystem (AOCS), software, instrumentos, operaciones y fiabilidad. Liderar la lógica de validación 	En el diseño de segmentos espaciales (satélite, lanzador)	Habilidades en varias áreas técnicas (mecánica, térmica, automática, software, eléctrica.)

8 En 1874, la British Association for the Advancement of Science (BAAS) introdujo un sistema de unidades tridimensional coherente, el sistema CGS, basado en las tres unidades mecánicas: centímetro, gramo y segundo.

Nombre de cargo	Funciones o actividades establecidas	Conocimientos	Habilidades o destrezas
	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los resultados de las pruebas de los satélites e instrumentos • Evaluación de las prestaciones: masa, potencia, localización, calidad de la imagen 		
Gerente de Aseguramiento de la Calidad de la Misión	<ul style="list-style-type: none"> • Validar operaciones en vuelo • Coordinar el desarrollo y configuración del sistema • Gestionar el proceso de no conformidad • Controlar la calidad e inspecciones durante el desarrollo del sistema 	Producción de equipos electrónicos o mecánicos	En sistemas informáticos y de software
Gerente de Operaciones de Satélite	<ul style="list-style-type: none"> • Liderar las operaciones del sistema (segmentos terrestre y espacial) y su implementación durante el desarrollo y la explotación • Liderar la arquitectura de satélites y cadenas funcionales: mecánica, térmica, eléctrica, Attitude & Orbit Control Subsystem (AOCS), software, instrumentos, RF, operaciones, entre otras. • Preparar las operaciones de vuelo: manual de usuario del satélite y procedimientos (participación en la generación y validación de procedimientos de vuelo) • Participar en las fases de calificación preoperativa y operacional, lanzamiento y operación temprana (incluyendo ensayos) 	En el diseño de segmentos espaciales (satélites y lanzador)	Operaciones de sistemas complejos Habilidades en varias áreas técnicas (mecánica, automática, software, eléctrica)
Ingenieros de satélites	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar las operaciones de vuelo: Manual del usuario del satélite y procedimientos (participación en la generación y validación de procedimientos de vuelo) • Participar en la calificación preoperativa y operacional, en los lanzamiento y fases tempranas de operación (incluyendo ensayos) 	Diseño de segmentos espaciales	Habilidades en varias áreas técnicas (mecánica, térmica, automática, software, eléctrica.)
Ingenieros de Centros de Control de Satélites	<ul style="list-style-type: none"> • Liderar las tareas relacionadas con la definición de las especificaciones y la arquitectura del CGS y del Source Classification Code (SCC). • Crear el Manual de Usuario del Source Classification Code (SCC). • Participar en las pruebas de integración, validación y aceptación en fábrica 	Segmento de tierra, Monitoreo y controles satélites	

Nombre de cargo	Funciones o actividades establecidas	Conocimientos	Habilidades o destrezas
Ingenieros de Sistemas de Dinámica de Vuelo	<ul style="list-style-type: none"> - Usar los Fichas de Datos de Seguridad (FDS) - Participar en la instalación, aceptación y calificación del sistema en el sitio - Participar en las fases de calificación preoperativa y operacional, de lanzamiento y operación temprana (incluyendo ensayos) 	Segmento de tierra, Monitoreo y controles satélites	
Ingenieros del Centro de Planificación de Misiones	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar las especificaciones y arquitectura del CGS y MPC - Desarrollar el Manual de Usuario del MPC - Participar en las pruebas de integración, validación y aceptación en fábrica 	Segmento de tierra Monitoreo y control satélites	
Ingenieros de Red	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar la construcción de las especificaciones y arquitectura de la Estación Terrena Bi-Band - Participar en las pruebas de integración, validación y aceptación en fábrica - Desarrollar la arquitectura y componentes de software del CGS e IGS - Realizar el mantenimiento y administración de los componentes del CGS e IGS, incluyendo la administración de la red (nuevas versiones y parches) 	En computadoras, software, redes terrestres y segmentos de tierra. Conocimiento en radiofrecuencia y antena	Seguridad informática y de redes
Ingenieros de Sistemas de Datos de Carga Útil	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar la arquitectura, rendimiento y lógica de validación del Procesamiento de Señales Digitales (PDS). - Crear la interfaz de usuario del PDS y el Manual del Usuario - Participar en las pruebas de integración, validación y aceptación en fábrica 	Conocimientos en segmentos de tierra Conocimientos en productos de imagen satelitales.	
Analista de Datos Satelitales	<ul style="list-style-type: none"> - Crear protocolos para el análisis de imágenes satelitales respaldados por Inteligencia Artificial (IA), Machine Learning (ML) o Cloud Computing (CC). - Desarrollar aplicaciones situadas en el contexto para el análisis de datos 	Conocimientos en Algoritmos de Inteligencia Artificial, Machine Learning y Cloud Computing. Conocimientos en Sistemas de Información Geográfica	Desarrollo de software
Juristas en temas espaciales	<ul style="list-style-type: none"> - Crear regulación alrededor a nivel nacional en temáticas del uso pacífico del espacio. - Analizar regulación internacional para la aplicación en el país. 	Conocimientos en derecho con alcance espacial	

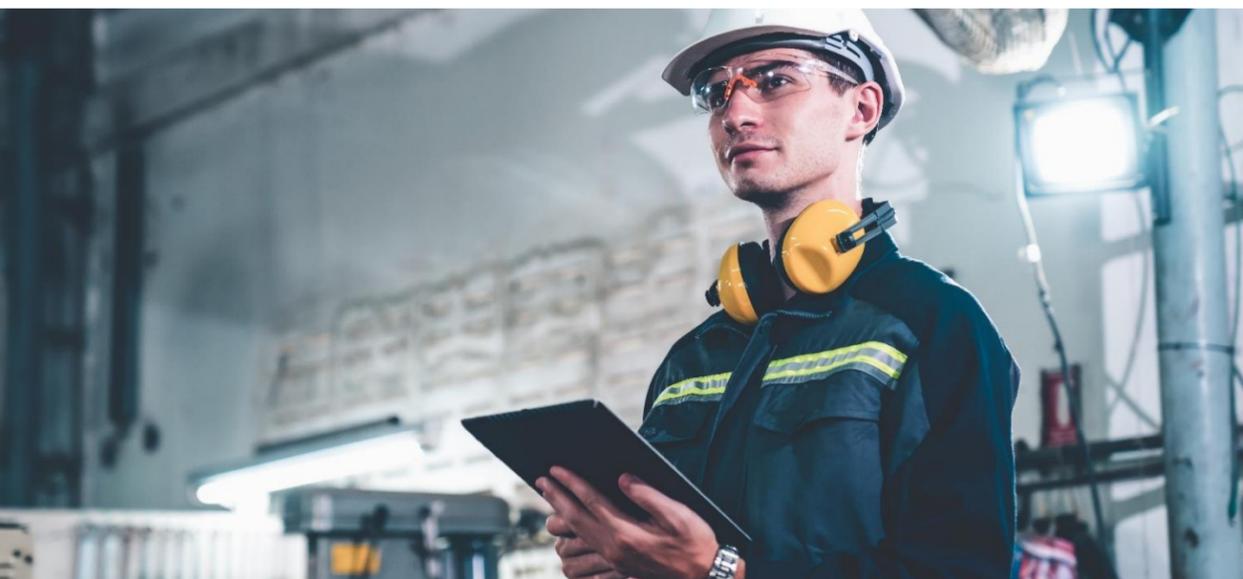
Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas aplicadas.

7. Análisis de demanda laboral

De acuerdo con las entrevistas realizadas a las empresas del sector, se presentan los resultados en cuanto a necesidades de recurso humano en lo referente a cargos requeridos y competencias asociadas a dichos cargos (funciones, conocimientos, habilidades, competencias transversales y nivel educativo).

Para este sector se identificó 3 tipos de cargos, los del nivel educativo de posgrado, profesional y técnico. En el nivel de posgrado se tiene los siguientes cargos: especialista operacional, asesor investigativo y asesor en investigación de desarrollo de sensores. En el nivel profesional se identificó los cargos analista de datos satelitales y operador de satélites. Finalmente, en el nivel técnico están dos cargos denominados técnicos.

Para los cargos con nivel de posgrado el sector productivo demanda competencias relacionadas con investigación, manejo avanzado de proyectos espaciales y de Sistemas de Información Geográfica, entre otras. Por su parte, para los cargos del nivel profesional los requerimientos del sector empresarial están centrados principalmente en competencias como operación de los sistemas satelitales, control de la órbita, Sistemas de Información Geográfica. En cuanto a los cargos del nivel técnico, los requerimientos establecidos están concentrados en competencia específicas de apoyo y de tipo operativo, entre las que se encuentra temas de sistematización y fabricación de elementos satelitales, entre otras.



a) Cargos identificados

Especialista Operacional: para el cargo especialista operacional las funciones establecidas son: liderar el desarrollo del programa de operación y uso de imágenes satelitales y coordinar el equipo de operación del satélite FACSAT -1 y sistemas de Información Geográfica. Igualmente, debe tener conocimientos en gestión y financiación de proyectos espaciales, integración de sistemas espaciales y en Sistemas de Información Geográfica. Las competencias transversales requeridas son: comunicación, cooperación, organización, liderazgo, creatividad, autonomía, compromiso y calidad. El nivel de formación que exige el sector productivo es maestría en ciencias, en ingeniería aeroespacial o afines.

- **Analista de Datos Satelitales:** las funciones que deben realizar las personas a ocupar este cargo son: analizar la información satelital y usar el software de Sistemas de Información Geográfica. Deberán tener conocimientos en Sistemas de Información Geográfica, geomática y en teledetección. En cuanto a las competencias transversales, los empresarios tienden a requerir comunicación, creatividad, autonomía y servicio. El nivel de formación exigido es profesional en Geografía o en Ingeniería Informática.
- **Asesor en investigación:** el asesor en investigación deberá asesorar a nivel de investigación los procesos de fabricación de componentes satelitales para lo que deberá tener conocimientos en investigación aplicada en temáticas de ciencias básicas e ingeniería de materiales y electrónica. Igualmente, deberá tener competencias transversales en comunicación, conciencia, relaciones, creatividad, ética, autonomía, compromiso y en análisis. El nivel educativo requerido es doctorado en ciencias (física).
- **Asesor en investigación de desarrollo de sensores:** las personas en este cargo deberán desarrollar investigación alrededor de los procesos de desarrollo de sensores, para lo que deberán tener conocimientos en metodologías de investigación espacial y competencias transversales en comunicación, conciencia, relaciones, creatividad, ética, autonomía, compromiso y análisis. El nivel educativo requerido es doctorado en ingeniería, en mecánica o en aeroespacial.
- **Operador satelital:** algunas de las funciones establecidas para el cargo operador satelital son: dar seguimiento a la órbita del satélite, operar el segmento de tierra de la infraestructura espacial y hacer el control del satélite. Igualmente, las personas a desempeñar este cargo deberán tener conocimientos en operación de

sistemas satelitales, en control de órbita y en dinámica de vuelos. Las competencias transversales requeridas para este cargo son principalmente organización, autonomía, compromiso, comunicación y cooperación. En relación con el nivel educativo requerido, los empresarios manifiestan que estos deben ser ingeniero electrónico, ingeniero informático o físico.

- **Meteorólogo:** su función principal es apoyar labores de laboratorio metrología, para lo que se requiere conocimiento en metrología, en matemáticas y competencias transversales en resolución de problemas, organización, resiliencia, compromiso y calidad. El nivel educativo solicitado es técnico mecánico o técnico metrología.
- **Técnico en fabricación de elementos:** la principal función es sistematizar la operación y fabricación de elementos satelitales, para lo que se requiere conocimientos en metalmecánica, en matemáticas y competencias transversales en resolución de problemas, organización, resiliencia, congruente, compromiso y calidad. El nivel educativo requerido es técnico aeronáutico.



8. Análisis de brechas de capital humano

A nivel metodológico, este análisis está basado en ocho entrevistas semiestructuradas tanto a nivel presencial como virtual a diversos actores del sector aeroespacial en Colombia. Entre ellos expertos, miembros de la comunidad académica y responsables del desarrollo industrial del sector. Las brechas de capital humano identificadas son un elemento para reconocer las señales de desajuste entre la demanda laboral y la oferta formativa presente.

De esta manera, a continuación, se describe las fuentes de información consultadas para el análisis, los elementos metodológicos y conceptuales utilizados para su identificación y, por último, el análisis de brechas de pertinencia y calidad obtenida durante el ejercicio.

Descripción de la metodología empleada

Las tres tipologías de brechas consideradas para este ejercicio fueron seleccionados de acuerdo con la disponibilidad de información y las necesidades priorizadas para el sector. Estas tipologías son las brechas de cantidad, de pertinencia y de calidad y la metodología para su identificación se explica brevemente a continuación:

Primero se realizó el análisis cualitativo de perfiles requeridos por el sector productivo, el cual fue realizado a partir de entrevistas semiestructuradas aplicadas a dos organizaciones, con quienes se indagó sobre los cargos del sector y la información de competencias asociadas a dichos cargos (funciones, conocimientos, habilidades y destrezas), principales debilidades o falencias que se evidencian en términos de las competencias, nivel educativo, titulaciones exigidas, cursos complementarios, entre otros.

Posteriormente, se identificó los programas educativos que podrían formar los perfiles requeridos (identificados en el análisis de la demanda laboral) y las instituciones que ofrecen cada uno de los programas. Se realizó un análisis cualitativo de la información de los diferentes programas educativos asociados al área de cualificación para conocer en qué competencias están formando, para lo cual se utilizaron las siguientes fuentes:

- Base de datos del Sistema Nacional de Información de Educación superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional para identificar la cantidad las

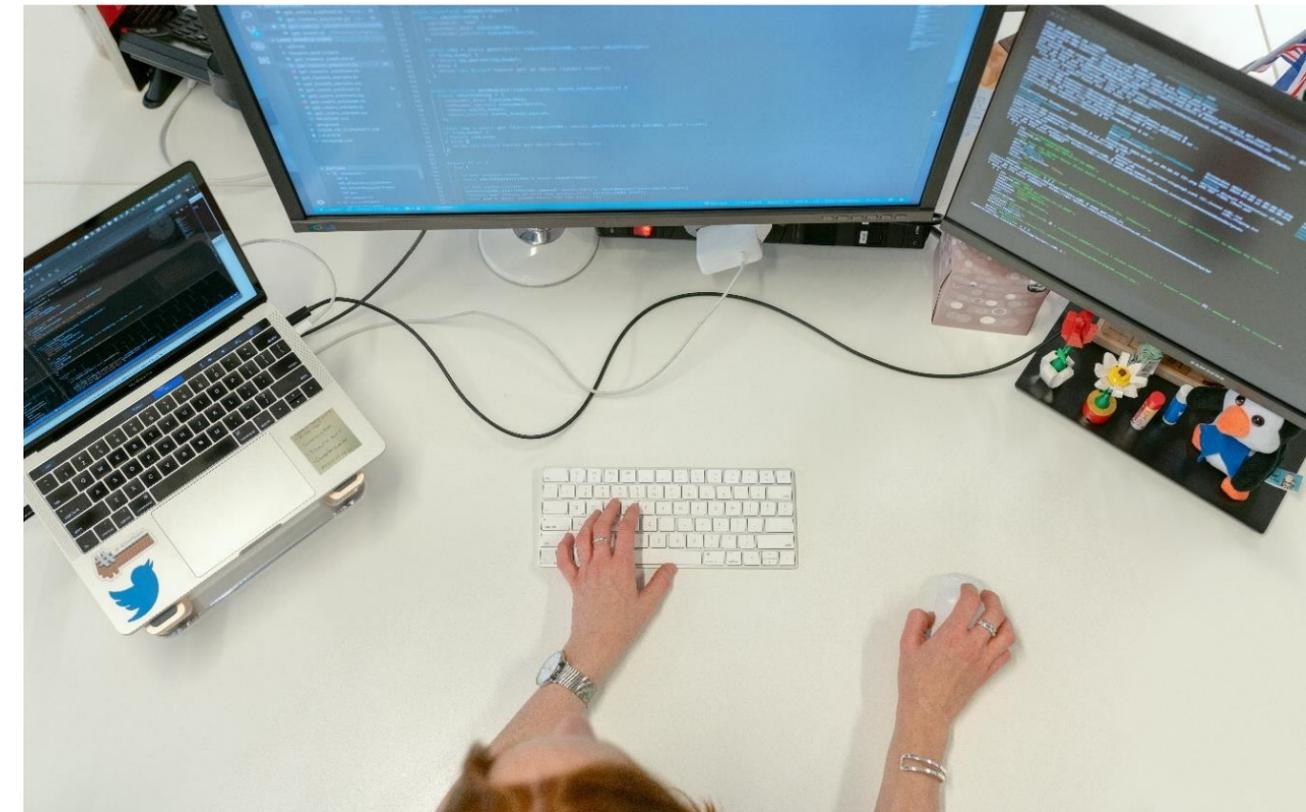
Instituciones de Educación Superior (IES) registradas a nivel nacional en cada núcleo de conocimiento relacionado con el área de cualificación de Transporte y Logística.

- Base de datos de los programas de formación del SENA con sus respectivas competencias por programas y cobertura disponible.
- Entrevistas con instituciones educativas representativas que ofrecen los programas educativos relacionados con el sector donde se extrajo la información recolectada sobre perfil del egresado y competencias en las que forman los programas (conocimientos, habilidades y actitudes).
- Revisión de la información que aparece en las páginas web de las instituciones educativas sobre los programas donde se obtuvo la información relacionada con los conocimientos, habilidades y actitudes en las que forma cada programa y el perfil ocupacional del egresado.

Con la revisión y análisis de esta información se pudo establecer elementos interesantes como los perfiles y cargos específicos requeridos por la demanda laboral y su respectiva oferta de formación disponible, los programas claves para la productividad laboral de esta área de cualificación y los perfiles que no cuentan con los programas de formación idóneo en su respectivo departamento.

- Brechas de cantidad: A partir del análisis cualitativo de la información de los perfiles requeridos por el sector productivo y los programas de educación superior y formación para el trabajo que podrían formar personas con dichos perfiles, se realizó un mapeo de los programas educativos existentes, con el fin de identificar en qué programas existe déficit, tanto por la ausencia de programas que existan o debido a la existencia de pocas instituciones los ofrezcan.
- Brechas de pertinencia: Para identificar este tipo de brechas, se realiza el análisis de la información de los perfiles requeridos por el sector productivo, cargo por cargo, versus la información cualitativa de las competencias en las que forman los diferentes programas que podrían formar para cada uno de los cargos. La brecha se evidencia cuando los programas educativos no están formando en las competencias requeridas por las empresas. El análisis se realiza por cargo.
- Brechas de calidad: Para identificar este tipo de brechas, se realiza el análisis de la información de los perfiles requeridos por el sector productivo, cargo por cargo,

y de las principales falencias o deficiencias que las empresas manifiestan se presenta en el personal que ocupa dichos cargos, versus la información cualitativa de las competencias en las que forman los diferentes programas que podrían formar para cada uno de los cargos. La brecha de calidad se evidencia cuando los programas educativos asociados al cargo están formando en esas competencias para las cuales las empresas reportan que se presentan falencias o deficiencias. El análisis se realiza por cargo.



a) Análisis de brechas de pertinencia y calidad

Para cada uno de los cargos se identifican brechas a partir de la identificación previa de las competencias requeridas para cada cargo y el contenido de los programas de formación ofertados.

Brechas de cantidad: Identificación de déficit de programas de educación superior y ETDH

A continuación, se señalan los programas que presentan déficit en el territorio de acuerdo con las demandas laborales.

- **Doctorado en Ingeniería Aeroespacial // Ciencias básicas – Espacio:**

Existe una brecha de cantidad en relación con programas de formación de posgrado con énfasis en investigación en el área espacial y en particular en ingeniería aeroespacial. Se encuentran programas de doctorados en ciencias e ingeniería, pero no con contenidos enfocados en sector espacial.

Brechas de cantidad: Déficit de demanda por programas de formación

- **Geografía:** Esta brecha se da en términos de déficit de demanda por programas de pregrado en geografía y análisis de información geográfica. En los últimos años se identifica que el número de egresados en esta área ha mantenido una tendencia estática.

b) Brechas de calidad

A continuación, se presentan las brechas de calidad identificadas durante el análisis.

- **Especialista Operacional:** para este cargo se identificó brechas de calidad en conocimientos básicos y aplicación de tecnologías aeroespaciales y satelitales, en satélites de observación de la tierra, sensores y aplicaciones.
- **Analista de Datos Satelitales:** para el cargo de analista de datos satelitales se identificó brechas de calidad en conocimientos avanzados en análisis de datos satelitales y desarrollo de aplicaciones de información geográficas, en los conocimientos en Inteligencia Artificial, Machine Learning y Computación en la nube.
- **Operador satelital:** el cargo operador satelital registra de brechas de calidad en conocimientos básicos sobre dinámica de vuelo, operación de satélites y en el segmento de tierra para las operaciones.
- **Técnico:** en este cargo se identificó brechas de calidad en conocimientos básicos en materiales y aleaciones.

- **Asesor en investigación:** Las brechas de calidad identificadas para el cargo asesor en investigación en conocimientos aplicados en tecnología aeroespacial.

Dado que el sector requiere de personal altamente calificado basado en tecnologías satelitales y de aplicaciones de datos espaciales, el potencial de empleabilidad no es alto. En la actualidad con acuerdo a entrevistas aplicadas a personas involucradas en ACOPAER, se tiene que el número de personas trabajando en el sector aeroespacial es de 500 personas aproximadamente para Colombia. Entre este está el personal con formación técnica, tecnológica, profesional y con posgrados tanto a nivel de maestría y doctorado. Ahora bien, en el sector de desarrollo espacial, limitado a actividades de la economía espacial el número es mucho menor llegando a unas decenas en el país. Las principales organizaciones empleadoras en este campo son el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Fuerza Aérea de Colombia y las Universidades a nivel de investigación.

En cuanto a los programas de formación alrededor del sector de desarrollo espacial es necesario fortalecer la relación con la industria y con la sociedad civil en los territorios. Adicionalmente, replantear contenidos orientados a fortalecer las competencias que el sector necesita con el objetivo de crear productos y servicios más pertinentes para la realidad nacional e internacional. Del mismo modo, es prioritario generar estrategias de apropiación social del espacio por medio de programas de relación con las ingeniería y ciencias espaciales, en particular en niños, niñas y jóvenes, además de aprovechar los centros de ciencia, museos y otro tipo de instituciones de divulgación de la ciencia y la tecnología.

9. Conclusiones y recomendaciones

Entre los principales objetivos del presente estudio está identificar los desajustes entre la demanda laboral y la oferta formativa y educativa presente en el sector espacial, así como las necesidades prospectivas del talento humano a las cuales se debe apuntalar para potenciar su desarrollo a futuro en el país. Con esta información, se busca vislumbrar qué tanto se está contribuyendo desde la formación al fortalecimiento de la productividad y competitividad de las empresas, y al mismo tiempo, hasta qué punto es una herramienta efectiva para facilitar el acceso a más oportunidades de empleo y mejora de los ingresos de la fuerza laboral colombiana.

En razón a que Colombia es un país con poco desarrollo del sector espacial, el cual cuenta con pocas empresas y una oferta de educación y formación escasa, se aplicó la metodología de identificación y medición de brechas de capital humano, haciendo mayor énfasis en la consulta de diferentes fuentes de información secundarias.

Haciendo uso del análisis de la oferta educativa a partir de la consulta de fuentes de información secundaria se identificó que no existe una gran variedad de oferta de programas tanto de educación superior como educación para el trabajo a nivel nacional y, los pocos programas encontrados son de modalidad presencialidad y se encuentran en las ciudades principales del país. Es un sector que, por la poca oferta educativa específica, ha tenido que ser mucho más flexible en programas de formación conexos. Asimismo, es un sector que maneja un alto porcentaje de formalidad, esto quiere decir que existe una tasa alta de recién egresados cotizando a la seguridad social. En cuanto a las habilidades y conocimientos ofertados por las diferentes instituciones se resalta: operaciones en aéreas, logística aeronáutica, política y normatividad, métodos de investigación, diseño y temas relacionados con crear aeronaves, sistemas, componentes y partes aeronáuticas, entre otras.

En relación con los resultados obtenidos a partir del análisis de demanda con fuentes de información primaria se encontró que el sector de desarrollo espacial tiene principalmente tres tipos de cargos, que abarcan esencialmente el nivel educativo de posgrado, pregrado y técnico. En el nivel de posgrado se tiene los cargos especialistas operacional, asesor investigativo y asesor en investigación de desarrollo de sensores. En el nivel profesional se identificó los cargos analista de datos satelitales y operador de satélites. Finalmente, en el nivel técnico están dos cargos denominados técnico en metrología y en fabricación de elementos. Para los cargos con nivel de posgrado el sector productivo demanda competencias relacionadas con investigación, manejo avanzado de proyectos espaciales y de Sistemas de Información Geográfica. Por su parte, para los cargos del nivel profesional los requerimientos del sector empresarial están centrados principalmente en

competencias como operación de los sistemas satelitales, control de la órbita, y sistemas de información geográfica. En cuanto a los cargos del nivel técnico, los requerimientos establecidos están concentrados en competencia específicas de apoyo y de tipo operativo, entre las que se encuentra temas de sistematización y fabricación de elementos satelitales, entre otras.

Dado que el sector es de personal altamente calificado basado en tecnologías satelitales y de aplicaciones de datos espaciales, el potencial de empleabilidad en números no es alto, no obstante, si es un sector con altas oportunidades de creación de empleos formales y con altos niveles de ingresos, por lo que se debe continuar promoviendo acciones que faciliten la inversión privada y pública para el fortalecimiento del tejido empresarial del sector.

En cuanto a los programas de formación alrededor del sector de desarrollo espacial es necesario fortalecer la relación con la industria y con la sociedad civil en los territorios. Adicionalmente, replantear contenidos orientados a fortalecer las competencias que el sector necesita con el objetivo de crear productos y servicios más pertinentes y de calidad para la realidad nacional e internacional. Del mismo modo, es prioritario generar estrategias de apropiación social del espacio por medio de programas de relación con las ingeniería y ciencias espaciales, en particular en niños, niñas y jóvenes, además de aprovechar los centros de ciencia, museos y otro tipo de instituciones de divulgación de la ciencia y la tecnología.



10. Referencia bibliográfica

- Bonilla, J., Ojeda, O., Villagrán, L., Villamil, F., Zorro, C., & Cañón, M. (2016). *Colombia Aeroespacial 2026* (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (1969). *Garantía del gobierno nacional a la financiación de la ITT Space Communication. A Telecom para la construcción de la estación terrestre para consumiciones espaciales. Documento Conpes 239*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (1977). *Proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas. Documento Conpes 1421*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2009a). *Consolidación de la política nacional de información geográfica y la infraestructura de datos espaciales - ICDE. Documento Conpes 3585*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2009b). *Lineamientos para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia. Documento Conpes 3579*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Lineamientos Para La Formulación Del Programa Nacional De Observación De La Tierra Que Incluya El Diseño De Un Programa Satelital Colombiano. Documento Conpes 3683*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Política Nacional de Desarrollo Productivo. Documento Conpes 3866*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Portal del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES*. Bogotá D.C. - Colombia. <https://www.dnp.gov.co/CONPES>
- Fernández-Shaw, F. (1971). Intelsat: los acuerdos de Washington de 1964 y 1971. *Revista de Política Internacional*, (118), 145–164.
- Joya Olarte, Raúl Andrés (17 de abril de 2007). Libertad 1-Primer satélite colombiano en el espacio. Universidad Sergio Arboleda.
- Manpower Group (2021). Escasez de talento en Colombia 2022. <https://manpowergroupcolombia.co/cases/escasez-de-talento-en-colombia-2022/>
- Misión Internacional de Sabios. (2019). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la misión internacional de sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá D.C. - Colombia.
- OECD. (2012). *Handbook on Measuring the Space Economy*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264169166-en>
- OECD. (2014). *The space economy at a glance 2014*. Paris: OECD Publishing. Presidencia de la República. (2006). *Decreto 2442 de 2006*. Bogotá D.C. - Colombia.
- Presidencia de la República. (2013). *Decreto 2516 de 2013*. Bogotá D.C. - Colombia.
- SIA. (2018). *State of the Satellite Industry 2018*.
- World Economic Forum (2022). The World Ahead 2022: five stories to watch out for. https://youtu.be/YIQ_4604Xfg



MINISTERIO DEL TRABAJO

